Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Escuela de Ingeniería Industrial

Trabajo final de graduación para optar por el grado de licenciatura en Ingeniería Industrial con énfasis en Mejora Continua

Rediseño del proceso de verificación de la conformidad para aumentar la cantidad de SKU inspeccionados al día por parte del Departamento de Aseguramiento de la Calidad de la empresa Eagle Electric S.A.

Autor:

Esteban Alberto Moya Meza

Tutor:

Jorge Eduardo Pereira

Heredia, 2022

TRIBUNAL EXAMINADOR

UNIVERSIDAD LATINA DE COSTA RICA
POWERED BY Arizona State University

TRIBUNAL EXAMINADOR

Este proyecto titulado: **Rediseño del proceso de Verificación de la conformidad para aumentar la cantidad de SKU`s inspeccionados al día por parte del departamento de Aseguramiento de la Calidad de la empresa Eagle Electric S.A.**, por el estudiante: **Esteban Alberto Moya Meza**, fue aprobaba por el Tribunal Examinador de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad Latina, Sede Heredia, como requisito para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial:

JORGE EDUARDO PEREIRA CALVO (FIRMA)
Firmado digitalmente por JORGE EDUARDO PEREIRA CALVO (FIRMA)
Fecha: 2022.05.24 07:43:32 -06'00'

JORGE EDUARDO PEREIRA CALVO

TUTOR

ALBERTO JESUS ZUÑIGA RIVAS (FIRMA)
Firmado digitalmente por ALBERTO JESUS ZUÑIGA RIVAS (FIRMA)
Fecha: 2022.05.20 16:05:19 -06'00'

ALBERTO ZUÑIGA RIVAS

LECTOR

MARIO BUSTAMANTE ESTRADA (FIRMA)
Firmado digitalmente por MARIO BUSTAMANTE ESTRADA (FIRMA)
Fecha: 2022.05.20 15:27:51 -06'00'

MARIO BUSTAMANTE ESTRADA

REPRESENTANTE DE RECTORÍA

COMITÉ ASESOR

COMITÉ ASESOR

JORGE EDUARDO PEREIRA CALVO (FIRMA)

Firmado digitalmente por JORGE EDUARDO PEREIRA CALVO (FIRMA)
Fecha: 2022.05.26 08:09:40 -06'00'

JORGE EDUADO PEREIRA CALVO

TUTOR

ALBERTO JESUS ZUÑIGA RIVAS (FIRMA)

Firmado digitalmente por ALBERTO JESUS ZUÑIGA RIVAS (FIRMA)
Fecha: 2022.05.26 08:00:17 -06'00'

ALBERTO ZUÑIGA RIVAS

LECTOR

MARIO BUSTAMANTE ESTRADA (FIRMA)

Firmado digitalmente por MARIO BUSTAMANTE ESTRADA (FIRMA)
Fecha: 2022.05.25 12:29:42 -06'00'

MARIO BUSTAMANTE ESTRADA

REPRESENTANTE DE RECTORÍA

CARTA DEL TUTOR

Heredia, 20 de mayo de 2022

Señores
Universidad Latina (campus Heredia)

Atención
Departamento de Registro

Por medio del presente deseo hacer constar que, en mi calidad de Tutor, apruebo el presente documento de la Tesis titulada "**Rediseño del proceso de Verificación de la conformidad para aumentar la cantidad de SKU`s inspeccionados al día por parte del departamento de Aseguramiento de la Calidad de la empresa Eagle Electric S.A.**", elaborada por el estudiante Esteban Alberto Moya Meza, cédula de identidad 1-1173-0484.

Este trabajo fue realizado con el fin de optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad Latina de Costa Rica; y certifico que he revisado el documento de graduación y este cumple con todos los requisitos de forma y fondo que se solicita para esta modalidad por lo cual se le autoriza para ser presentado y defendido públicamente ante el Tribunal Académico de la Universidad, después de que sea revisado por el Lector y aprobado por el profesional en Filología.

Sin otro particular

JORGE EDUARDO PEREIRA CALVO (FIRMA)

Firmado digitalmente por JORGE EDUARDO PEREIRA CALVO (FIRMA)
Fecha: 2022.05.24 07:42:45 -06'00'

Jorge Eduardo Pereira Calvo
Tutor

CARTA DEL LECTOR

Heredia, 20 de mayo de 2022

Señores
Universidad Latina (campus Heredia)

Atención
Departamento de Registro

Por medio del presente deseo hacer constar que, en mi calidad de Lector, apruebo el presente documento de la Tesis titulada "**Rediseño del proceso de Verificación de la conformidad para aumentar la cantidad de SKU`s inspeccionados al día por parte del departamento de Aseguramiento de la Calidad de la empresa Eagle Electric S.A.**", elaborada por el estudiante Esteban Alberto Moya Meza, cédula de identidad 1-1173-0484.

Este trabajo fue realizado con el fin de optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad Latina de Costa Rica; y certifico que he revisado el documento de graduación y este cumple con todos los requisitos de forma y fondo que se solicita para esta modalidad por lo cual se le autoriza para ser presentado y defendido públicamente ante el Tribunal Académico de la Universidad, después de que sea revisado por el Tutor y aprobado por el profesional en Filología.

Sin otro particular

ALBERTO JESUS ZUÑIGA RIVAS (FIRMA)

Firmado digitalmente por ALBERTO JESUS ZUÑIGA RIVAS (FIRMA)
Fecha: 2022.05.20 16:07:04 -06'00'

Alberto Zúñiga Rivas
Lector

CARTA FILÓLOGO

Carta de revisión filológica

San José, 11 de mayo de 2022

Señores

Escuela de Ingeniería Industrial

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Universidad Latina de Costa Rica

Estimados señores:

He revisado y corregido en todos los extremos filológicos: la redacción, la ortografía, la puntuación, la morfología, la sintaxis y los vicios del trabajo titulado **"Rediseño del proceso de verificación de la conformidad para aumentar la cantidad de SKU inspeccionados al día por parte del Departamento de Aseguramiento de la Calidad de la empresa Eagle Electric S.A."**, presentado por el estudiante Esteban Alberto Moya Meza, para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial con énfasis Mejora Continua.

Con las correcciones realizadas en este trabajo de investigación, este es un documento con valor filológico y cumple con los requisitos necesarios para ser presentado ante las autoridades universitarias correspondientes.

Atentamente,

MARGARITA SIRLENE CHAVES BONILLA (FIRMA)

Firmado digitalmente por MARGARITA SIRLENE CHAVES BONILLA (FIRMA)
Fecha: 2022.05.11 11:26:32 -06'00'

Margarita Sirlene Chaves Bonilla

Filóloga

Cédula 2 0717 0620

Carné 83791 (COLYPRO)

CARTA DE AUTORIZACION DEL CRAI

Licencia De Distribución No Exclusiva (carta de la persona autora para uso didáctico)

Universidad Latina de Costa Rica

Yo (Nosotros):	Esteban Alberto Moya Meza
De la Carrera / Programa:	Licenciatura en Ingenieria Industrial con Enfasis en Mejora Continua
Modalidad de TFG:	Proyecto
Titulado:	Rediseño del proceso de Verificación de la conformidad para aumentar la cantidad de SKU´s inspeccionados al día por parte del departamento de Aseguramiento de la Calidad de la empresa Eagle Electric S.A.

Al firmar y enviar esta licencia, usted, el autor (es) y/o propietario (en adelante el "**AUTOR**"), declara lo siguiente: **PRIMERO**: Ser titular de todos los derechos patrimoniales de autor, o contar con todas las autorizaciones pertinentes de los titulares de los derechos patrimoniales de autor, en su caso, necesarias para la cesión del trabajo original del presente TFG (en adelante la "**OBRA**"). **SEGUNDO**: El **AUTOR** autoriza y cede a favor de la **UNIVERSIDAD U LATINA S.R.L.** con cédula jurídica número 3-102-177510 (en adelante la "**UNIVERSIDAD**"), quien adquiere la totalidad de los derechos patrimoniales de la **OBRA** necesarios para usar y reusar, publicar y republicar y modificar o alterar la **OBRA** con el propósito de divulgar de manera digital, de forma perpetua en la comunidad universitaria. **TERCERO**: El **AUTOR** acepta que la cesión se realiza a título gratuito, por lo que la **UNIVERSIDAD** no deberá abonar al autor retribución económica y/o patrimonial de ninguna especie. **CUARTO**: El **AUTOR** garantiza la originalidad de la **OBRA**, así como el hecho de que goza de la libre disponibilidad de los derechos que cede. En caso de impugnación de los derechos autorales o reclamaciones instadas por terceros relacionadas con el contenido o la autoría de la **OBRA**, la responsabilidad que pudiera derivarse será exclusivamente de cargo del **AUTOR** y este garantiza mantener indemne a la **UNIVERSIDAD** ante cualquier reclamo de algún tercero. **QUINTO**: El **AUTOR** se compromete a guardar confidencialidad sobre los alcances de la presente cesión, incluyendo todos aquellos temas que sean de orden meramente institucional o de organización interna de la **UNIVERSIDAD SEXTO**: La presente autorización y cesión se regirá por las leyes de la República de Costa Rica. Todas las controversias, diferencias, disputas o reclamos que pudieran derivarse de la presente cesión y la materia a la que este se refiere, su ejecución, incumplimiento, liquidación, interpretación o validez, se resolverán por medio de los Tribunales de Justicia de la República de Costa Rica, a cuyas normas se someten el **AUTOR** y la **UNIVERSIDAD**, en forma voluntaria e incondicional. **SÉPTIMO**: El **AUTOR** acepta que la **UNIVERSIDAD**, no se hace responsable del uso, reproducciones, venta y distribuciones de todo tipo de fotografías, audios, imágenes, grabaciones, o cualquier otro tipo de

presentación relacionado con la **OBRA**, y el **AUTOR**, está consciente de que no recibirá ningún tipo de compensación económica por parte de la **UNIVERSIDAD**, por lo que el **AUTOR** haya realizado antes de la firma de la presente autorización y cesión. **OCTAVO**: El **AUTOR** concede a **UNIVERSIDAD.,** el derecho no exclusivo de reproducción, traducción y/o distribuir su envío (incluyendo el resumen) en todo el mundo en formato impreso y electrónico y en cualquier medio, incluyendo, pero no limitado a audio o video. El **AUTOR** acepta que **UNIVERSIDAD.** puede, sin cambiar el contenido, traducir la **OBRA** a cualquier lenguaje, medio o formato con fines de conservación. **NOVENO**: El **AUTOR** acepta que **UNIVERSIDAD** puede conservar más de una copia de este envío de la **OBRA** por fines de seguridad, respaldo y preservación. El **AUTOR** declara que el envío de la **OBRA** es su trabajo original y que tiene el derecho a otorgar los derechos contenidos en esta licencia. **DÉCIMO**: El **AUTOR** manifiesta que la **OBRA** y/o trabajo original no infringe derechos de autor de cualquier persona. Si el envío de la **OBRA** contiene material del que no posee los derechos de autor, el **AUTOR** declara que ha obtenido el permiso irrestricto del propietario de los derechos de autor para otorgar a **UNIVERSIDAD** los derechos requeridos por esta licencia, y que dicho material de propiedad de terceros está claramente identificado y reconocido dentro del texto o contenido de la presentación. Asimismo, el **AUTOR** autoriza a que en caso de que no sea posible, en algunos casos la **UNIVERSIDAD** utiliza la **OBRA** sin incluir algunos o todos los derechos morales de autor de esta. **SI AL ENVÍO DE LA OBRA SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA U ORGANIZACIÓN QUE NO SEA UNIVERSIDAD U LATINA, S.R.L., EL AUTOR DECLARA QUE HA CUMPLIDO CUALQUIER DERECHO DE REVISIÓN U OTRAS OBLIGACIONES REQUERIDAS POR DICHO CONTRATO O ACUERDO. La presente autorización se extiende el día** 20 **de** Mayo **de** 2022 **a las** 10:35

Firma del estudiante(s):

DECLARACIÓN JURADA

DECLARACIÓN JURADA

Yo, Esteban Alberto Moya Meza, estudiante de la Universidad Latina de Costa Rica, declaro bajo la fe de juramento y consciente de las responsabilidades penales de este acto, que soy Autor Intelectual del Proyecto de Graduación.

Profesional titulado:

Rediseño del proceso de Verificación de la conformidad para aumentar la cantidad de SKU´s inspeccionados al día por parte del departamento de Aseguramiento de la Calidad de la empresa Eagle Electric S.A.

Por lo que librero a la Universidad de cualquier responsabilidad en caso de que mi declaración sea falsa.

Firmo en Heredia, a los 20 días del mes de mayo del 2022

Firma

Esteban Alberto Moya Meza

CARTA DE ACEPTACIÓN DE LA EMPRESA

EAGLE

EAGLE ELECTRIC S.A

MBA Arturo Rosabal Arce

Gerente General

Con Atención Universidad Latina de Costa Rica

Por medio de la presente hago constar que el Ingeniero Esteban Alberto Moya Meza, cedula 1-1173-0484 quien cursa el plan de Licenciatura en ingeniería Industrial con énfasis en Mejora Continua. Ha sido aceptado en la compañía para desarrollar el proyecto de graduación llamado "**Rediseño del proceso de Verificación de la conformidad para aumentar la cantidad de SKU`s inspeccionados al día por parte del departamento de Aseguramiento de la Calidad de la empresa Eagle Electric S.A"**

Quedo al pendiente de cualquier duda o comentario.

Saludos.

ARTURO JAVIER ROSABAL ARCE (FIRMA)

Firmado digitalmente por ARTURO JAVIER ROSABAL ARCE (FIRMA)
Fecha: 2021.05.18 13:46:04 -06'00'

Arturo Rosabal Arce

Gerente General

AGRADECIMIENTOS

Agradezco, primeramente, a Dios por darme la fuerza y la voluntad para culminar esta etapa de mi vida profesional. Sin Él nada es posible.

Agradezco también a Eagle Electric S.A., en especial al señor Arturo Rosabal Arce, Gerente General de la compañía, por brindarme la oportunidad de desarrollar este proyecto en las instalaciones de su compañía.

Por último, quiero agradecer a mi esposa e hijos por el apoyo y respaldo incondicional, la presencia de ellos en mi vida fue primordial para que todo esto fuese posible.

DEDICATORIAS

Este trabajo lo dedico a mis padres, esposa e hijos. Su apoyo en cada momento de mi vida ha sido clave para que esta etapa de mi vida profesional culmine con éxito.

RESUMEN

Este proyecto ha sido desarrollado en la empresa Eagle Electric S.A. ubicada en el parque industrial Zeta de La Valencia de Heredia; específicamente en el proceso de verificación de la conformidad de productos importados del Departamento de Control de la Calidad.

El estudio se realiza a causa del incremento en el volumen de líneas que ingresan mes a mes a la compañía, las cuales deben ser inspeccionadas por el departamento de control de calidad, con el fin de determinar su adecuación para el uso en los procesos de comercialización y manufactura. Además, a través de los datos suministrados, se logra determinar la variabilidad en la cantidad de líneas SKU que dicho departamento logra procesar de forma diaria. Adicionalmente, la Alta Gerencia desea estimar si se debe contemplar para el periodo 2022 una partida presupuestaria que sirva de insumo para que el Departamento de Calidad logre incrementar la cantidad de líneas de SKU inspeccionadas en el proceso de verificación de la conformidad y así aumentar la productividad.

Algunos de los factores que se logran determinar en el departamento y que influyen los resultados del proceso son: carencia de protocolos estándar de muestreo, programas de entrenamiento y capacitación débiles, carencia de herramientas y equipos aptos para el proceso, desactualización de los modelos de muestreo aplicados a las principales líneas de la compañía.

Se logran definir cuatro soluciones, las cuales se enfocan en incrementar la productividad del proceso de verificación de la conformidad de la compañía:

Solución # 1: Disminuir la variabilidad, a través de la estandarización de los procesos de inspección de aquellas líneas que conforman el 60 % de los ingresos de la compañía.

Solución # 2: Aumentar la cantidad de líneas que se procesan de forma diaria, a través de la simplificación del plan de inspección y el aprovechamiento de las fortalezas de los proveedores oficiales de la compañía.

Solución # 3: Establecer los manuales de trabajo para la aplicación de la principal prueba de calidad. Esto con el fin de apoyar los protocolos de entrenamiento y simplificar los métodos de inspección, impactando el volumen de líneas atendidas por el departamento de forma diaria.

Solución # 4: Mejorar el desempeño del proceso mediante la restructuración de las actividades del proceso y la implementación de controles visuales y de información compartida con las partes interesadas.

Para el logro del plan de trabajo establecido en este proyecto de graduación, se estima que se debe tomar del presupuesto actual del departamento, la cantidad ₡2 406 249,00 colones. Este rubro corresponde al pago del ingeniero a cargo del proyecto, horas extra y pizarras para el control visual.

Si se analiza el volumen promedio de líneas de producto inspeccionadas durante el mes de prueba de febrero, se concluye que, con los mismos recursos, el Departamento de Calidad fue capaz de inspeccionar un 92 % más de líneas en relación con el mes de enero, también se logró inspeccionar un 49 % más de líneas en relación con el mes de diciembre del 2021. Por tanto, se logra concluir que no es necesario que la gerencia general asigne una partida presupuestaria adicional, ya que se ha demostrado que, con los recursos actuales y con los cambios y mejoras aplicadas al proceso, el Departamento de Calidad es capaz de duplicar, inclusive, el volumen de líneas de producto inspeccionadas al día.

Para el diseño e implementación de las mejoras, no fue necesario solicitar montos adicionales de dinero, lo que se hizo fue aprovechar los recursos actuales contenidos en el presupuesto del departamento. El proyecto ha logrado aumentar el aprovechamiento de estas partidas, a través del incremento de líneas inspeccionadas de forma diaria.

TABLA DE CONTENIDOS

1. Capítulo I: Introducción 1
1.1 Antecedentes 2
1.1.1 Kaizen filosofía de mejora continua: el caso FACUZA 2
1.1.2 Propuesta de un modelo de estandarización de procesos para mypes..... 3
1.2.3 Aplicación de herramientas Lean Manufacturing en la empresa PLASTIMEC CIA LTDA 4
1.2 Justificación del problema 5
1.3 Planteamiento del problema 9
1.4 Objetivo general 10
1.5 Objetivos específicos 10
1.6. Alcances 10
2.6. Limitaciones 11
4. Capítulo II: Marco teórico 12
2.1. Filosofías y conceptos 13
2.1.1. Procesos. 13
2.1.2. Productividad 13
2.1.3 Mejora continua 14
2.2. Herramientas 14
2.2.1. Diagrama de Pareto 14
2.2.2. Diagrama de Ishikawa o “espina de pescado” 15
2.2.3. Flujograma 16
2.2.4. Diagrama PEPSU (SIPOC) 17
2.2.5. Stakeholder o matriz de partes interesadas 19
2.2.6. Análisis de capacidad de proceso 20
2.2.7. Árbol de CTQ 21
2.2.8. Prueba de normalidad de datos 22
2.2.9. Hoja de registro de información 23
2.2.10. Plan de trabajo 23
2.2.11. Gráfica de Gantt 24
2.2.12. Lecciones aprendidas 24

2.2.13 Entrevista 25
2.2.14 Lluvia de ideas 25
2.2.15 Gráficos de control 27
2.2.16 Gráficos de bigotes 27
2.2.17 Transformación de Johnson 28
5. Capítulo III: Marco metodológico 29
3.1. Tipo de investigación 30
3.1.1. Investigación cuantitativa 30
3.1.2 Investigación cualitativa 31
3.1.3 Investigación mixta 31
3.2. Alcance de la investigación 31
3.2.1. Estudio descriptivo 31
3.2.2. Estudio explicativo 32
3.2.3 Estudio exploratorio 32
3.3. Sujetos y fuentes de información 32
3.3.1. Sujetos de información 33
3.3.2. Fuentes de información 33
3.3.2.1 Fuentes primarias 33
3.3.2.2 Fuentes secundarias 33
3.3.2.3 Fuentes terciarias 34
3.4. Instrumentos y técnicas de recolección de datos 34
3.4.1. Observación de campo 34
3.4.2 Pruebas de Validación estadística 34
3.4.3 Comportamiento histórico del proceso 34
3.4.4 Entrevista 35
3.5. Procedimiento para el análisis de datos 35
3.6. Definición, operacionalización e instrumentalización de las variables 35
3.7. Diagrama de Gantt 37
4. Capítulo IV: Marco situacional 40
4.1. Introducción a la empresa 41
4.2. Historia de la empresa 41
4.3. Ubicación geográfica 42

4.4. Productos que ofrece la empresa 42
4.5. Organigrama 43
4.6 Estrategia empresarial 44
4.6.1. Misión 45
4.6.2. Visión 45
4.6.3. Valores 45
4.6.4. Objetivos 46
4.6.5 FODA 47
4.6.6. Mercado 49
4.6.7. Clientes 50
4.6.8. Proveedores 50
4.6.9. Competencia 51
4.6.10 Descripción de procesos 51
5. Capítulo V: Análisis de la situación actual 54
5.1. Situación actual 55
5.3. SIPOC 56
5.2. Diagrama de flujo 59
5.4. Observación de campo 61
5.4.1 Entrevista 63
5.5. Matriz de partes interesadas o grupos de interés 64
5.6 Prueba de normalidad 66
5.7 Gráficos de control de proceso 69
5.8. Gráfico de bigotes, cajas o boxsplot 70
5.9 Transformación de Johnson 72
5.10 Gráficos de capacidad de proceso 74
5.11 Análisis causa-efecto 75
5.11.1 Presupuesto 76
5.11.2 Métricas o indicadores de proceso 76
5.11.3 Nivel de clima organizacional 77
5.11.4 Mano de obra 78
5.11.5 Materia prima 78
5.11.6 Métodos de trabajo 79

5.11.7 Maquinas – equipos 80
5.12 Conclusiones de análisis de la situación actual 81
6. Capítulo VI: Diseño de la propuesta 82
6.1. Definición de la propuesta de trabajo 83
6.2. Definición del alcance de la propuesta de rediseño 84
6.3. Definición de la propuesta de rediseño 87
6.3.1 Reestructuración de plan de calidad 87
6.3.2 Nueva prueba de calidad 89
6.3.3 Recursos de nuevo procedimiento de trabajo 91
6.3.3.1 Operarios de calidad 92
6.3.3.2 Manual de criterios de componentes básicos de operación 92
6.3.3.3 Manual de criterios de estética 93
6.3.3.4 Manual de criterios de movilidad 94
6.3.3.5 Manual de criterios de acople 95
6.3.3.6 Manual de criterios de empaque 96
6.3.3.7 Plan de capacitación 97
6.3.4 Nuevo modelo de trabajo 98
6.3.5 Equipos y herramientas 100
6.3.6 Nuevo diagrama de flujo 102
6.3.7 Controles de proceso 104
6.3.7.1 Pizarras 104
6.3.7.2 Preparación de mesas de trabajo 105
6.3.7.3 Bases de datos compartidas 106
6.3.7 Indicadores de proceso 107
6.3.7.1 Porcentaje de cumplimiento de meta teórica de inspección 107
6.3.7.2 Índice de productividad de la línea de inspección de producto 107
6.3.7.3 Índice de variabilidad del proceso 108
6.4 Validación del método 108
6.4.1. Productividad 109
6.4.2. Normalidad de los datos 110
6.4.3 Nueva capacidad de proceso 111
6.4.3 Gráficos para el control de meta teórica de inspección 113

6.4.4 Estabilidad del proceso 114
6.4.5 Plan de control 116
7. Capítulo VII: Evaluación financiera 118
7.1. Requerimiento de partida presupuestaria adicional 119
7.1.1 Tiempo invertido en análisis de información y mejora de proceso 119
7.1.2 Controles visuales 119
7.1.3 Pago de horas extra para capacitación 119
7.2 Evaluación financiera respecto al incremento en líneas inspeccionadas 121
8. Capítulo VIII: Conclusiones y recomendaciones 122
8.1. Conclusiones 123
8.2. Recomendaciones 124
9. Bibliografía 125
10. Glosario 129
11. Apéndice 131
Apéndice A: Manual de Criterios de componentes básicos de Operación 132
Apéndice B: Manual de Criterios de Estética 133
Apéndice C: Manual de Criterios de Movilidad 134
Apéndice D: Manual de Criterios de Acople 135
Apéndice E: Manual de Criterios de Empaque 136
12. Anexo 137
Anexo A: Plantilla para instrucciones de trabajo 138

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Volumen de ingresos de SKU importados mensualmente 7
Figura 2. Líneas de SKU liberadas por día..... 8
Figura 3. Diagrama de Pareto 15
Figura 4. Diagrama de Ishikawa 16
Figura 5. Simbología de diagrama de flujo o flujograma. 17
Figura 6. Formato de Herramienta SIPOC 18
Figura 7. Mapa de influencia. 19
Figura 8. Gráfico de capacidad de proceso..... 21
Figura 9. Ejemplo de CTQ Tree 22
Figura 10. Etapas de lluvia de ideas..... 27
Figura 11. Ubicación de Eagle Electric S.A. 42
Figura 12. Productos de la Compañía. 43
Figura 13. Organigrama del Departamento de Calidad 44
Figura 14. Objetivos estratégicos periodo 2021 46
Figura 15. Fortalezas FODA..... 47
Figura 16. Oportunidades FODA..... 48
Figura 17. Debilidades FODA..... 48
Figura 18. Amenazas FODA 49
Figura 19. Macroproceso organizacional..... 52
Figura 20. Descripción de las actividades SIPOC 58
Figura 21. Diagrama de flujo Proceso de Verificación de la conformidad 60
Figura 22. Hoja de registro para observaciones..... 67
Figura 23. Prueba de normalidad para datos de observaciones 68
Figura 24. Prueba de bondad de ajuste 69
Figura 25. Gráfico de control para líneas liberadas por día..... 70
Figura 26. Variabilidad mensual del proceso de verificación de la conformidad 71
Figura 27. Transformación de Johnson para Liberación de Producto 73
Figura 28. Informe de capacidad de proceso 74
Figura 29. Diagrama causa-efecto 76
Figura 30. Resultados de clima organizacional Departamento de Calidad 77
Figura 31. Comportamiento de PNC proveedor MTLC..... 79
Figura 32. Índice de rechazos de pruebas de calidad periodo 2021 80
Figura 33. Lluvia de ideas - Método de trabajo 84
Figura 34. Gráfico de ventas por familia de producto. 86
Figura 35. Árbol de críticos para la calidad 90
Figura 36. Manual de criterios básicos de operación 93
Figura 37. Manual de criterios de estética..... 94
Figura 38. Manual de criterios de movilidad 95
Figura 39. Manual de criterios de acople..... 96
Figura 40. Manual de criterios de empaque 97
Figura 41. Modelo de trabajo sin la mejora del proceso 99

Figura 42. Modelo de trabajo mejorado 100
Figura 43. Diagrama de proceso mejorado 103
Figura 44. Pizarra con programación de artículos. 105
Figura 45. Preparación de mesas de trabajo. 106
Figura 46. Gráfico de líneas inspeccionadas por hora 110
Figura 47. Prueba de normalidad 111
Figura 48. Nueva capacidad de proceso 112
Figura 49. Porcentaje de cumplimiento de meta teórica de inspección 113
Figura 50. Gráfico de Control para el mes de febrero. 114
Figura 51. Gráfico de control para los meses de diciembre y enero 114
Figura 52. Análisis comparativo de variabilidad del proceso 115

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Plan para la calidad de producto terminado 6
Tabla 2. Cuadro de variables 37
Tabla 3. Diagrama de Gantt 38
Tabla 4. SIPOC verificación de la conformidad 57
Tabla 5. Resultados de observación de campo 63
Tabla 6. Resultados de entrevista 64
Tabla 7. Grupos de interés 65
Tabla 8. Plan de comunicación para grupos de interés 65
Tabla 10. Resumen de propuesta de trabajo 83
Tabla 11. Ingreso en dólares por familia de producto. 85
Tabla 12. Horas invertidas por prueba - periodo 2021 89
Tabla 13. Estructura de prueba de calidad 89
Tabla 14. Contenido de la prueba de integridad 91
Tabla 15. Programación de capacitaciones 98
Tabla 16. Equipos y herramientas 101
Tabla 17. Porcentaje de cumplimiento de meta teórica de inspección 107
Tabla 18. Índice de productividad del Departamento de Calidad 108
Tabla 19. Plan de control 117
Tabla 20. Costos asociados a la inversión de propuestas de mejora 120

1. Capítulo I: Introducción

1.1 Antecedentes

En este apartado, se presentarán algunos antecedentes considerados de valor en este proyecto por el aporte que brinda para el abordaje de la problemática planteada. La naturaleza de las empresas que protagonizan los artículos e investigaciones no necesariamente coinciden con las características de Eagle Electric y su giro de negocio. Sin embargo, los modelos de resolución utilizados son una guía para encausar las acciones de análisis y resolución del problema planteado en este proyecto.

A continuación, se van a mostrar antecedentes y la manera en la que las problemáticas planteadas fueron corregidas.

1.1.1 Kaizen filosofía de mejora continua: el caso FACUZA

Este artículo fue realizado por el ingeniero Jorge López Saldarriaga (2010) en Lima, Perú; para la revista Ingeniería Industrial, edición número 28. El artículo narra los retos de las empresas en un mundo globalizado para desarrollar y mantener su competitividad. Asimismo, expone el caso de FACUSA, una empresa de origen peruano que inicia su operación en la década de los años 60, cuyo giro de negocio es la producción de cubiertos de metal.

FACUSA contaba con una serie de factores de riesgo que limitaban su operación y restaban competitividad económica. Procesos de producción intensivos en mano de obra, tiempos de entrega largos, poca flexibilidad de sus procesos y elevados niveles de reproceso forman parte de la problemática de FACUSA. No obstante, a pesar del escenario y las condiciones de la compañía, la organización echa mano de la planeación estratégica como herramienta para alinear la operación a los objetivos definidos por la alta gerencia y por el entorno comercial.

Llama poderosamente la atención cómo la compañía define un plan integral de mejora estructurado en etapas, en donde cada una de estas posee metas puntuales; para ello, utilizan el análisis FODA enfocado en el logro de un objetivo general y, con base en este, logran determinar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas

del departamento. El plan integral de desarrollo se fundamenta en atacar, controlar y mitigar los factores que surjan de dicho análisis y tiene como fin enfocar los esfuerzos y recursos de la compañía en atender lo que realmente genera valor a la organización.

Para el fin de este proyecto, la metodología expuesta en el artículo claramente representa un medio viable, mediante el cual Eagle Electric puede identificar los factores de riesgo que restan o pueden restar competitividad al Departamento de Aseguramiento de la Calidad para el logro de sus objetivos y que pueden representar una causa asignable de la variabilidad de los resultados logrados.

1.1.2 Propuesta de un modelo de estandarización de procesos para mypes

El proyecto liderado por la estudiante de Ingeniería Industrial Josselyn Natalia Gallo Poma (2013), para optar por su título de Licenciada en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, se fundamenta en el estudio de causas que provocan la variabilidad en los resultados de los procesos de las micro y pequeñas empresas peruanas que se dedican a la manufactura de calzado.

El estudiante se enfocó en el análisis de los métodos de trabajo y el cumplimiento de las órdenes de pedido, de acuerdo con el tiempo meta. Al analizar los indicadores, se logra identificar que las metas alcanzadas mensualmente varían entre sí. Es decir, las metas se cumplen, pero con variación en el tiempo estándar.

El primer paso del proyecto de mejora consistió en delimitar los procesos que generan el valor agregado, a través de una representación visual lograda por medio de flujogramas; posteriormente, se identificaron aquellas actividades que no generan valor agregado y que representan el 45 % de las mudas del proceso. La meta es lograr procesos esbeltos con un máximo de 20 % de desperdicio en el factor tiempo.

Las pymes descritas en este antecedente de estudio poseen gran similitud con el proceso de verificación de la conformidad de la compañía Eagle Electric, ya que ambas compañías presentan variación en sus indicadores de cumplimiento expresados en términos de tiempo. Para efectos de este proyecto de graduación, las

metodologías seguidas en este antecedente serán consideradas en el modelo de análisis y mejora.

1.2.3 Aplicación de herramientas Lean Manufacturing en la empresa PLASTIMEC CIA LTDA

Este proyecto fue realizado por el estudiante Cevallos Aymacaña (2012) en Quito, Ecuador, para obtener el título de ingeniero. El proyecto es originó en una empresa familiar con más de 15 años de experiencia en el mercado y más de 30 productos diferentes. Esta compañía se caracteriza por manufacturar productos a base de PVC. Debido a la falta de estandarización y manuales de trabajo, el ingeniero a cargo explica que existe variabilidad en la producción de algunas de sus líneas, lo cual se traduce en pérdidas económicas para la empresa.

Las condiciones mencionadas en este caso coinciden, en gran medida, con la problemática que se plantea en este proyecto, ya que existe variabilidad, no hay manuales e instrucciones claras. En el texto, se explica cómo, mediante el uso de herramientas de *Lean Manufacturing*, se pudieron eliminar los desperdicios y mejorar la producción y los ingresos de la empresa. Asimismo, se realizó, para iniciar, un estudio de cada uno de los desperdicios encontrados, con el fin de plantear y analizar posibles soluciones, antes de elegir resolverlo por medio de la aplicación de las herramientas *Lean*, para evitar los desperdicios. El objetivo general que el encargado del proyecto proponía fue disminuir los desperdicios en los que incurría la empresa.

La estandarización de los puestos de trabajo para el autor era algo sumamente importante, ya que le permitiría a la empresa la capacitación de los trabajadores en diferentes tareas. Estas dos problemáticas son un insumo para la generación de ideas, puesto que la problemática de la variabilidad se presume que es una consecuencia de malas capacitaciones.

Entre las soluciones que el autor propone se encuentran: diagramas de flujo, análisis de datos, índices de productividad y rendimiento, así como fuentes de

información. Todas, sin duda, grandes herramientas ingenieriles que pueden aportar mucho valor a este proyecto.

1.2 Justificación del problema

Eagle Electric es una compañía que se dedica a la fabricación, importación, diseño y distribución de soluciones eléctricas de bajo voltaje. El 70 % de la oferta comercial de la organización se maquila en el exterior y se oferta a todos los clientes, una vez que el producto se nacionaliza y se comprueba que es apta para su comercialización, a través de la ejecución de los protocolos de validación de la conformidad que correspondan, de acuerdo con el plan de calidad de cada línea.

Es responsabilidad del Departamento de Aseguramiento de la Calidad definir el plan de muestreo que aplica, según la naturaleza de cada producto. Los artículos que se reciben del exterior provienen de diversos proveedores con niveles de calidad muy diferentes entre sí y el plan de calidad que ha definido la organización no varía, de acuerdo con la confiabilidad de cada proveedor, por tanto, las condiciones de muestreo se definen para todos los productos con la misma rigurosidad independientemente de su proveedor.

Las líneas que muestrea el departamento son: plafones, tomacorrientes, enchufes, conectores e interruptores y la cantidad de pruebas aplicables a cada línea es en promedio seis. En la tabla 1, se presenta el detalle de las pruebas que aplica el Departamento de Aseguramiento de la Calidad a las líneas de importación de producto terminado.

Clase	AQL	Definición de Muestra	Prueba
A	1.5	Nivel especial de inspección S3 - Plan de muestreo Simple para inspección estricta.	Retención

A	1.5	Nivel especial de inspección S3 - Plan de muestreo Simple para inspección estricta.	Continuidad eléctrica
A	1.5	Nivel de Inspección General III - Plan de muestreo Simple para inspección estricta	Validación de Modelo
A	1.5	Nivel especial de inspección S3 - Plan de muestreo Simple para inspección estricta.	Torque para terminales de tipo tornillo
B	2.5	Nivel de Inspección General III - Plan de muestreo Simple para inspección estricta	Integridad de producto
C	4.0	Nivel de Inspección General III - Plan de muestreo Simple para inspección estricta	Prueba de empaque individual
C	4.0	Nivel de Inspección General III - Plan de muestreo Simple para inspección estricta	Mediciones

Tabla 1. Plan para la calidad de producto terminado

Fuente: Eagle Electric S.A. (2022).

Desde el mes de julio del 2020, el volumen de ventas de la compañía ha venido en incremento, esto ha obligado a que el departamento de logística modifique su plan de compras, con el fin de incrementar la frecuencia de sus importaciones y también el volumen de estas. En la figura 1, se demuestra, de forma porcentual, el incremento en la cantidad de lotes.

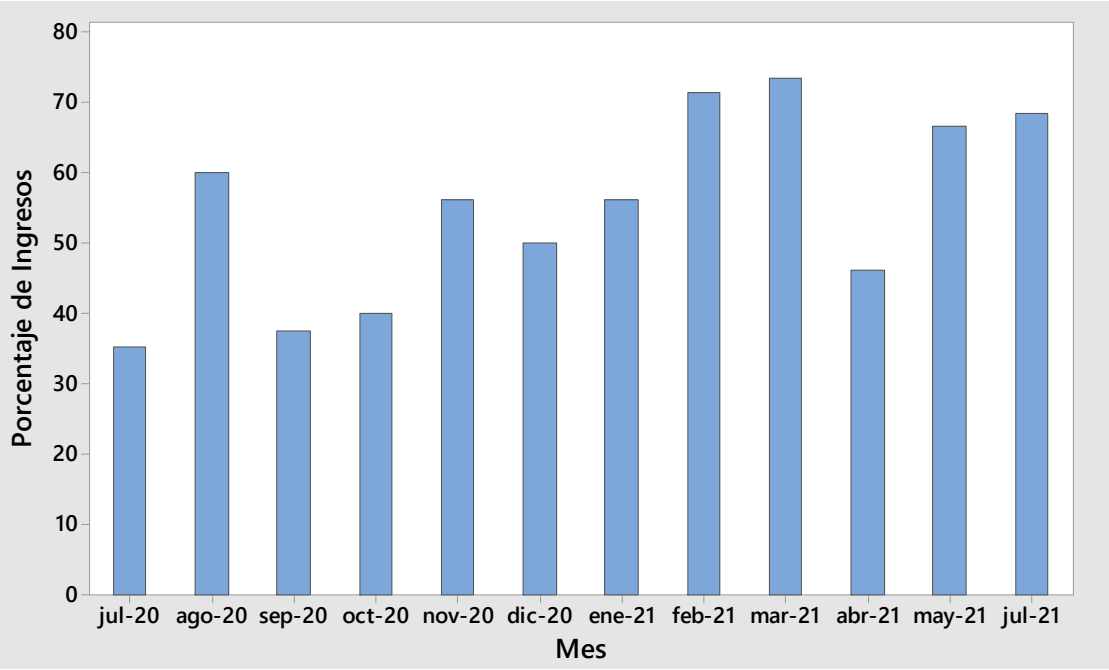

Figura 1. Volumen de ingresos de SKU importados mensualmente

Fuente: Eagle Electric S.A. (2022).

Durante el mes de noviembre y diciembre del 2021, la compañía define el presupuesto para el periodo 2022 y se proyecta un incremento en las ventas de un 15 %. La Alta Gerencia desea saber si se debe definir una partida presupuestaria adicional para fortalecer el Departamento de Aseguramiento de la Calidad y, de esta forma, garantizar la continuidad de las operaciones del área para hacer frente al potencial incremento en los volúmenes de importación, manteniendo el nivel de servicio y los tiempos de respuesta acostumbrados del Departamento Comercial.

En la actualidad, existe variación en la cantidad de líneas que, de forma diaria, el departamento libera diariamente. En la figura 2, se presenta la frecuencia expresada en días y la cantidad máxima de líneas liberadas. Como se puede observar, en el último trimestre, el departamento logró procesar 4 líneas de SKU por día, manteniendo dicha tasa por 45 días. Existen, además, otros periodos en donde la productividad fue aún mayor. Por ejemplo, durante 5 días el departamento pudo procesar de forma diaria 12 líneas de SKU. Cuando se consultó al supervisor a cargo del departamento sobre

el comportamiento demostrado, no brindó una respuesta que lograse explicar los datos.

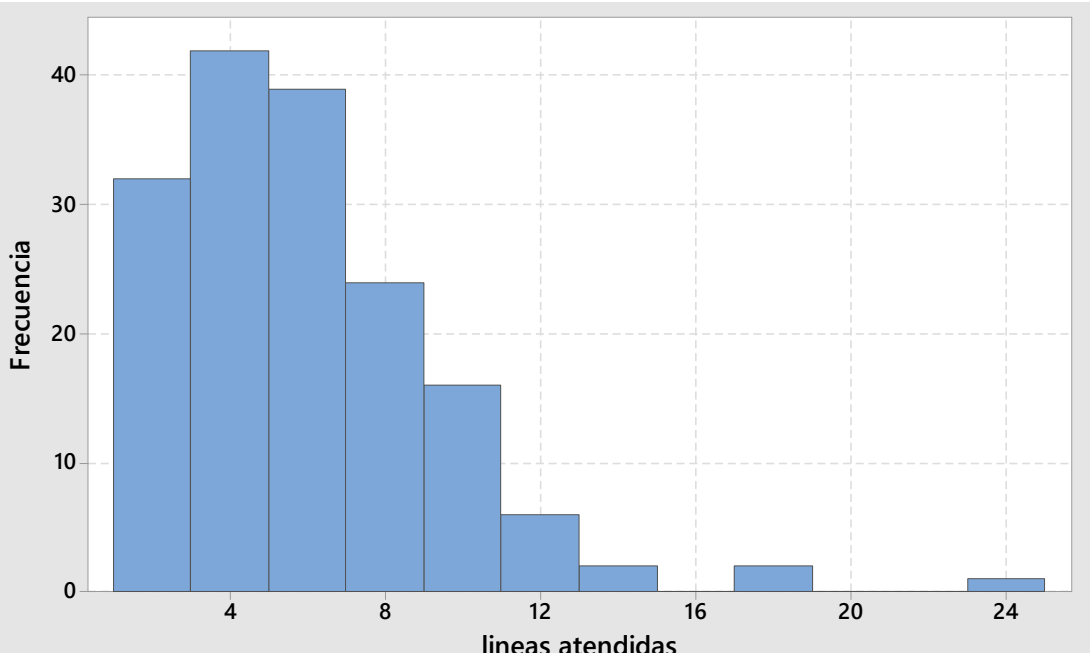

Figura 2. Líneas de SKU liberadas por día

Fuente: Eagle Electric S.A. (2022).

Existen posibles causas que justifiquen la variabilidad. Por ejemplo, los métodos estandarizados de trabajo. Cada uno de los colaboradores de la compañía realiza las actividades de los protocolos de revisión y las ejecuta siguiendo métodos propios, la falta de procedimientos estandarizados y documentados también se convierte en un obstáculo para cumplir con los planes de entrenamiento de los nuevos recursos.

Las herramientas asociadas con el proceso de verificación son limitadas y para algunas pruebas de calidad no existen equipos que permitan determinar de forma automática el cumplimiento de la funcionalidad del producto, convirtiéndose en una limitante más para la puesta en marcha de un modelo de evaluación de la conformidad, capaz de fluir con normalidad.

El escenario descrito acrecienta la duda sobre la capacidad del proceso de verificación de la conformidad, ya que la variabilidad en los métodos, la complejidad

del plan de calidad actual y los recursos generales del departamento pueden ser limitantes que comprometan las ventas de acuerdo con la proyección de la compañía.

1.3 Planteamiento del problema

La cantidad de líneas que el Departamento de Aseguramiento de la Calidad puede procesar por día puede variar. Algunas de las causas asignables que destacaron en el análisis preliminar son la estructura del plan de calidad, los métodos de trabajo no estandarizados, la informalidad de los protocolos de entrenamiento y la capacidad de las herramientas del departamento. La data del proceso permite identificar valores en algunos lapsos, en donde el proceso logró alcanzar hasta 90 % de liberación de líneas de SKU por mes.

Con base en los problemas planteados, se puede formular la pregunta principal:

¿Cómo el Departamento de Aseguramiento de la Calidad, a partir de un rediseño del proceso de verificación de la conformidad, podrá aumentar la cantidad de líneas de producto inspeccionado por día, disminuyendo, además, la variabilidad?

Es importante plantear preguntas secundarias, estas permitirán determinar el escenario general de la problemática de la compañía, lo cual permitirá definir causas probables que ayudarán a la resolución del problema de una forma integral. Las preguntas son las siguientes:

1. ¿Podría la estandarización de los protocolos de trabajo aumentar el volumen de líneas inspeccionadas?
2. ¿La aplicación de equipos y herramientas adecuados a los protocolos de prueba del plan de calidad impacta de forma positiva la cantidad de líneas de producto inspeccionados por día?
3. En caso de ser necesario definir una partida presupuestaria para la mejora del proceso, ¿cuál sería el monto solicitado y en qué se invertiría?

1.4 Objetivo general

Diseñar el proceso de verificación de la conformidad para aumentar la cantidad de SKU inspeccionadas por día, mediante la estandarización de los protocolos de trabajo en la empresa Eagle Electric S.A., ubicada en Heredia, Costa Rica, durante el tercer cuatrimestre del 2021.

1.5 Objetivos específicos

Ahora bien, para lograr alcanzar el objetivo general, es necesario la definición y el cumplimiento de metas claves, concretas y específicas. Dichas metas no son más que los objetivos específicos del proyecto, las cuales se enumeran a continuación:

1. Definir el proceso actual de verificación de la conformidad.
2. Analizar las causas raíz que provocan la variabilidad en la cantidad de SKU inspeccionados por día.
3. Implementar acciones de mejora para controlar las causas que provocan la variabilidad del proceso.
4. Establecer el volumen óptimo de líneas de producto inspeccionadas, una vez implementadas las acciones de mejora.
5. Constatar si se requiere o no de una partida presupuestaria para invertir en mejoras que aumenten el volumen de líneas de producto inspeccionadas por día.

1.6. Alcances

Este proyecto se enfoca en mejorar el desempeño del proceso de verificación de la conformidad de la empresa Eagle Electric, propiamente en la línea exclusiva para producto importado, las referencias que son motivo de análisis son los tomacorrientes, enchufes, conectores, interruptores y conectores de bajo voltaje.

El proyecto en desarrollo tiene como finalidad mejorar el proceso, a través de un rediseño, el cual busca disminuir los tiempos ociosos y la variabilidad en la cantidad de líneas de SKU procesadas diariamente, los alcances específicos son:

1. Estandarización de las metodologías contempladas en el plan de calidad para aquellas líneas de SKU que constituyen el 60 % de las ventas de la compañía. Se define este porcentaje, ya que, en todo caso, los cambios propuestos son considerados por la compañía un plan piloto que debe validarse, antes de implementarse en la totalidad de las familias de producto.

2. La data que será el fundamento para el desarrollo de los planes de mejora corresponde a los 5 últimos meses del periodo 2021.

2.6. Limitaciones

1. En el caso de existir mejoras que requieran de asignación presupuestaria, la compañía restringe la participación en la evaluación de oferentes de servicio (en casos de compras de equipos o actualizaciones de conocimientos).
2. Este proyecto se presentará como una propuesta a la empresa y queda sujeto a ellos su implementación.
3. La organización ha definido que, en caso de que se implementen las mejoras, dicha actividad estará a cargo del departamento de control de calidad, el responsable de este proyecto solo guiará al equipo en el proceso y se evaluará el impacto de los resultados en conjunto.

4. Capítulo II: Marco teórico

2.1. Filosofías y conceptos

La administración eficiente de procesos se fundamenta en el conocimiento e implementación de una serie de ideas y conceptos preconcebidos, cuya efectividad ha sido demostrado a lo largo de los años por muchas compañías a nivel mundial. Este proyecto utilizará los conceptos y filosofías que se mencionan a continuación, con el fin de alcanzar las metas, así como los objetivos declarados en este documento.

2.1.1. Procesos.

Según Roldán (2006), “es la secuencia de actividades cuyo producto crea un valor para el usuario o cliente” (p. 17). En la definición, se explica que las empresas solo lo ven como el objetivo de concretar un resultado, pero el autor ve el proceso como un medio mediante el cual una organización puede lograr su visión de calidad, de manera tal que sea posible cumplir las expectativas del cliente. Asimismo, Cervera Martínez (2002) indica que es el “conjunto de actividades mutuamente relacionadas que interactúan, las cuales transforman elementos de cada entrada en resultados (p. 29).

En este trabajo final de graduación, el enfoque a procesos es fundamental, ya que parte de las actividades que se deben cumplir son delimitar, analizar y mejorar el proceso de verificación de la conformidad. Es, por tanto, necesario considerar el objetivo del proceso, los requerimientos de las partes interesadas y analizar en qué medida el proceso es capaz de cumplir con los resultados esperados.

2.1.2. Productividad

Jiménez Boulanger y Espinoza Gutiérrez (2007), en su libro *Costos Industriales,* definen el concepto de productividad de la siguiente manera: “La productividad total es el resultado de dividir las salidas entre las entradas, o sea, el valor de todos los productos fabricados entre el valor de todos los insumos utilizados para ello” (p. 529).

Para este proyecto de graduación, el concepto de productividad será aplicado para determinar la productividad del equipo de inspección. La relación utilizada será de unidades procesadas por minuto por persona.

2.1.3 Mejora continua

Socconini (2017), en su libro *Lean Manufacturing*, define la mejora continua como:

> una metodología, una forma de trabajar, es una guía para hacer más eficientes las cosas en el trabajo. Pero, para que quede más claro, la mejora continua podría decirse que, en un sentido amplio, es: la acción de mejorar las cosas que realices hoy y mañana mejorar lo que se hizo ayer; sin parar, incluso después de haber alcanzado la excelencia (p. 83).

Se puede, entonces, decir, en un sentido estricto, que la mejora continua es la actitud de una empresa para identificar cada uno de sus procesos, con el fin de mejorarlos.

El concepto de mejora continua que se desea implantar en la cultura de Eagle Electric S.A., a través de este proyecto, consiste en la definición de indicadores de proceso alineados a la estrategia de la compañía y al cuestionamiento constante del logro de estos. En la medida en la que las metas dejen de ser ambiciosas o se logren con facilidad, la compañía debe afinar aún más sus objetivos o definir nuevas. Esto siempre en el marco de la factibilidad económica, los intereses de los clientes y de la organización.

2.2. Herramientas

En este apartado, se mencionarán y explicarán las herramientas ingenieriles a utilizar para la resolución de los objetivos del proyecto, incluyendo una justificación de la selección de cada herramienta.

2.2.1. Diagrama de Pareto

Pulido Humberto (2013), en su libro *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma,* define el diagrama de Pareto como:

> una herramienta que tiene como finalidad identificar el 80 % de las causas de los problemas más comunes que afectan los procesos de una organización. En todo

proceso son pocos los problemas o situaciones vitales que contribuyen en gran medida a la problemática global de una organización (p. 27)

En este proyecto de graduación, el diagrama de Pareto será utilizado para identificar los modelos de importación que tienen mayor índice de rentabilidad para la organización, ya que son estos modelos los que generan el 80 % de los ingresos.

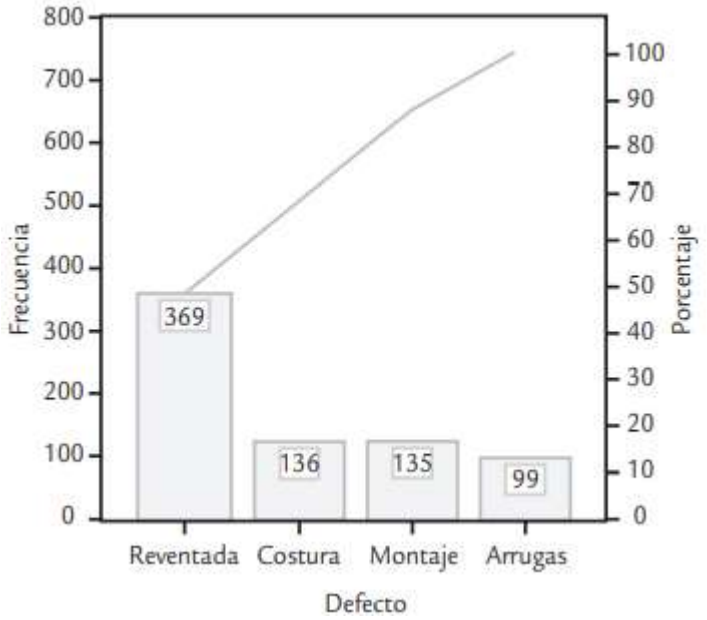

Figura 3. Diagrama de Pareto

Fuente: Pulido (2013).

2.2.2. Diagrama de Ishikawa o “espina de pescado”

Pulido (2013) define el diagrama de Ishikawa, en su libro *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma,* como:

un método gráfico que relaciona un problema o efecto, con las posibles causas que lo generan. La importancia de este diagrama radica en que se obliga a buscar las diferentes causas que afectan el problema bajo análisis y, de esta forma, se evita el error de buscar de manera directa las soluciones sin cuestionar cuales son las verdaderas causas (p. 147).

El diagrama de espina de pescado o diagrama de Ishikawa será utilizado para analizar las posibles causas que afectan la cantidad de líneas de SKU inspeccionadas de forma diaria por el Departamento de Aseguramiento de la Calidad. Este análisis dará paso a la determinación de las fuentes que deberán ser tratadas para efectos de implementar la mejora del proceso.

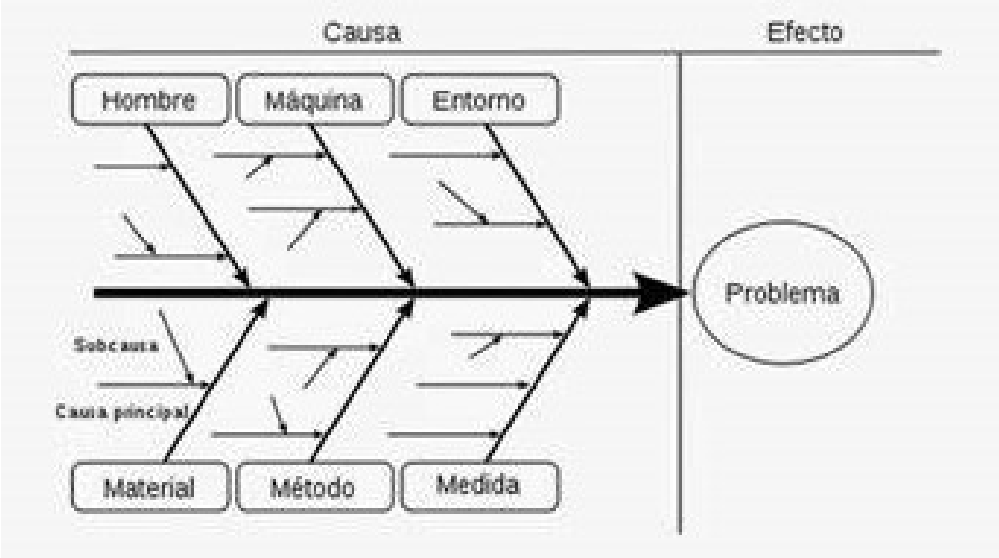

Figura 4. Diagrama de Ishikawa

Fuente: Pulido (2013)

2.2.3. Flujograma

Heizer y Render (2004) indican que un diagrama de flujo “comprenden símbolos, tiempo y distancia con la finalidad de ofrecer una forma objetiva y estructurada para analizar y registrara actividades que conforman un proceso” (p. 257). A través de esta herramienta, es posible determinar en qué consiste el proceso y cómo se relacionan las diferentes actividades que le componen, asimismo, es de utilidad para analizar y plantear mejoras.

En este proyecto, el diagrama de flujo o flujograma será utilizado para representar el proceso de verificación de la conformidad y así conocer las actividades generales que le componen y las distintas partes interesadas que interactúan. A su vez, se identificarán las actividades que generan valor y aquellas que, por su naturaleza, pueden ser eliminadas.

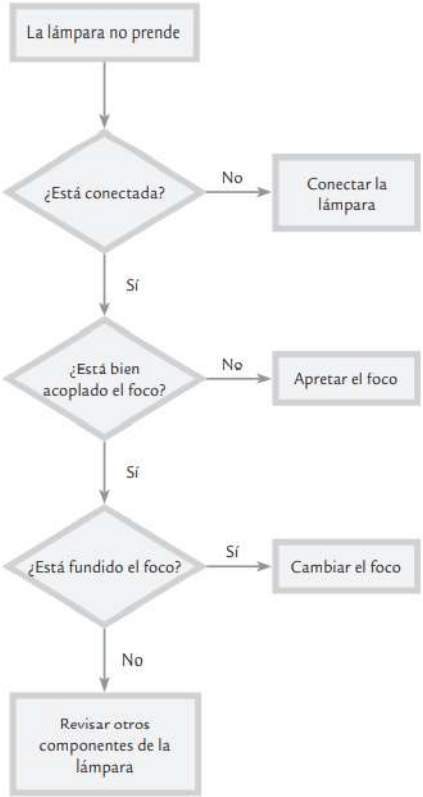

Figura 5. Simbología de diagrama de flujo o flujograma.

Fuente: Heizer y Render (2004).

2.2.4. Diagrama PEPSU (SIPOC)

“El diagrama SIPOC es una herramienta que permite la clasificación de tareas dentro de una serie de procesos o una línea de producción” (Acuña Acuña, 2012). La palabra SIPOC se refriere a las siglas en inglés:

Supplier: se refiere a todos los proveedores que suministran los insumos a los procesos.

Input: se refiere a la entrada de materiales y servicios que se utilizan para fabricar los productos.

Process: estos son todos los procesos necesarios para elaborar el producto.

Output: se refiere a todas las salidas del proceso que generan valor al producto.

Client: se refiere a todos los clientes que disfrutan de los productos o servicios producido.

Es una herramienta que ayuda a capturar todos los procesos involucrados dentro de las líneas de producción; además, es útil para involucrar a todo el personal y equipos de trabajo, de forma coordinada, para buscar mejoras dentro de sus procesos; por otra parte, es de gran ayuda para identificar todos los puntos débiles del proceso por mejorar y es una manera de estandarizar el orden de los procesos.

PROVEEDORES	ENTRADAS	PROCESO	SALIDAS	USUARIOS
• Operaciones	• Fecha de entrega del producto		• Factura	• Cliente
• Ventas	• Datos del cliente		• Fecha de vencimiento	• Cuentas por cobrar
• Contabildad	• Condiciones de pago		• Datos de las ventas	• Ventas
• Jurídico	• Reglas del IVA		• Datos del IVA	• Contabilidad

Figura 6. Formato de Herramienta SIPOC

Fuente: Acuña Acuña (2012)

La herramienta SIPOC será de utilidad para determinar las partes interesadas, los insumos, las salidas y los requerimientos clave del proceso de verificación de la conformidad. Además, brinda un enfoque para establecer las métricas más apropiadas para el proceso de acuerdo con el objetivo y los resultados esperados de este.

2.2.5. Stakeholder o matriz de partes interesadas

Gallegos (2016), en su libro *Calidad para PYMES,* define una matriz de partes interesadas como “el análisis de las partes interesadas de una organización se expresa mediante un cuadro que contiene las personas u organizaciones que pueden afectar, ser afectada por, o percibirse como afectada por una decisión o actividad” (p. 32). Ahora bien, de cada parte interesada se debe cuestionar lo siguiente:

Necesidades
Expectativas
Cómo se ve (o se percibe) afectado por el SGC
Cómo afecta al SGC

Las partes interesadas pueden tener distintos niveles de autoridad, las cuales afectan la forma de ejercer influencia sobre una organización. Por tanto, la compañía deberá identificar, mediante una matriz de influencia, aquellas expectativas que intervendrá, a través de los distintos procesos de su sistema de gestión de la calidad.

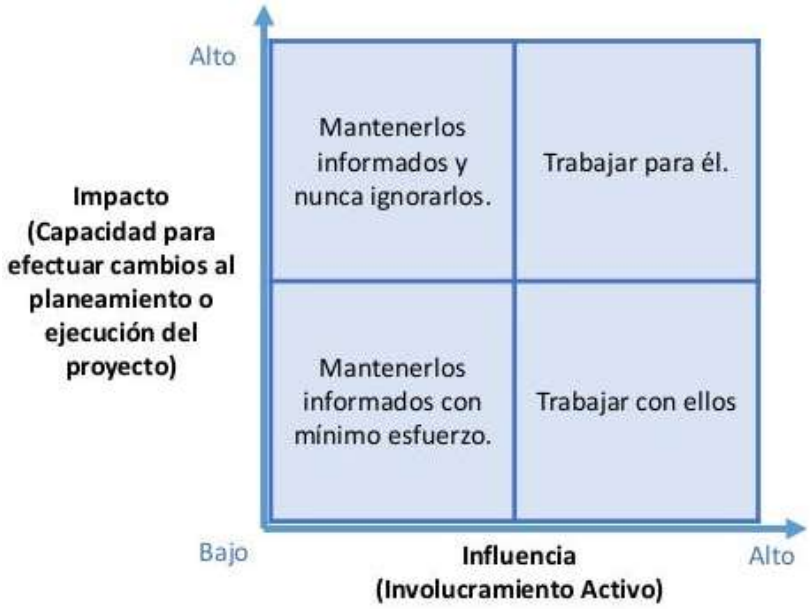

Figura 7. Mapa de influencia.

Fuente: Gallegos (2016)

Para efectos de este proyecto de graduación, la matriz de partes interesadas será utilizada como una herramienta que permitirá identificar los principales protagonistas (internos o externos) del proceso de verificación de la conformidad, así como las expectativas de estos, de tal manera que se permita involucrar en la propuesta de mejora las distintas cuestiones, cuyo nivel de impacto e influencia así lo justifiquen.

2.2.6. Análisis de capacidad de proceso

El análisis de capacidad se utiliza como una herramienta que permite identificar si un proceso es capaz de reproducir resultados que cumplan con los requisitos de un cliente. Existen dos tipos de análisis que permiten determinar la capacidad según los datos continuos del proceso. El sitio web Minitab (2017) permite determina cuáles son estos dos tipos de análisis:

Análisis de capacidad: este análisis evalúa la capacidad con base en una sola variable del proceso.

Comparación de análisis antes/después: este tipo de análisis permite identificar si un esfuerzo de mejora realmente impactó positivamente una variable de proceso.

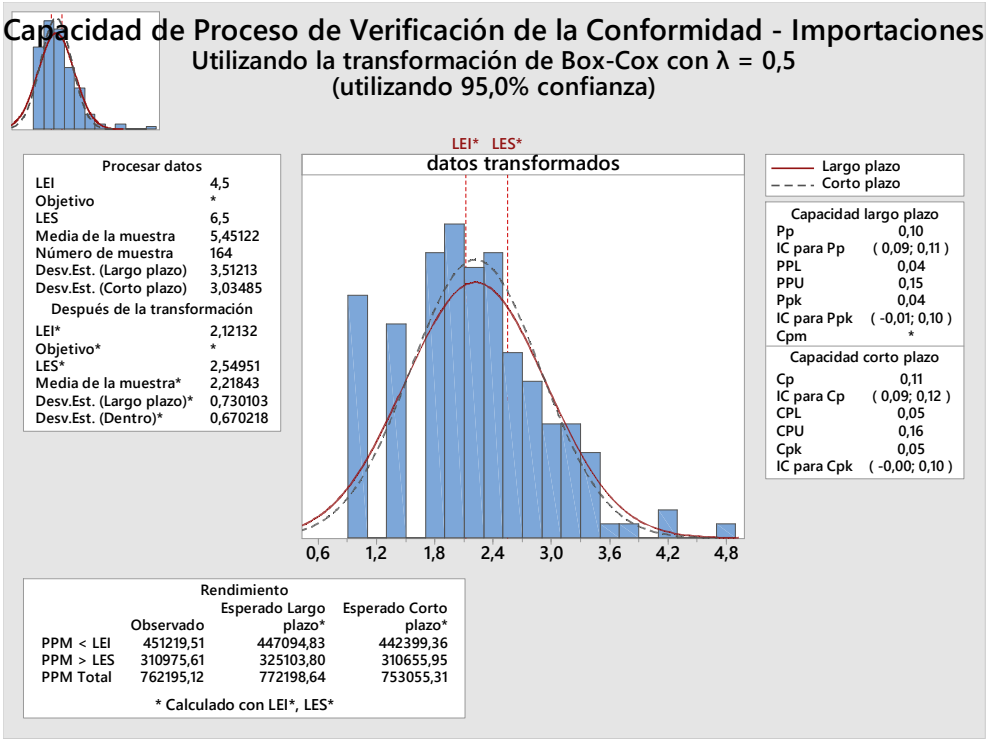

Figura 8. Gráfico de capacidad de proceso

Fuente: Elaboración propia.

Esta herramienta será utilizada para lograr determinar en qué medida las condiciones actuales del proceso son capaces de reproducir de manera constante el número de líneas que, de forma diaria, debe inspeccionar el Departamento de Verificación de la Conformidad. También se utilizará como medio para demostrar los resultados obtenidos, una vez que se hayan implementado las mejoras al proceso.

2.2.7. Árbol de CTQ

Wortman (2014), en su libro *Green Belt Primer,* establece que el CTQ Tree “es una técnica muy útil en la fase de definición del problema, pues se enfoca en las métricas clave para la satisfacción del cliente”. De acuerdo con Wortman (2014), un árbol de CTQ traduce los requerimientos iniciales del cliente en requerimientos numéricos o cuantificables para el producto o servicio. Estos son los requerimientos críticos detallados

que la organización debe satisfacer. Estos pueden ser considerados como resultados clave o como las “ys” del proceso.

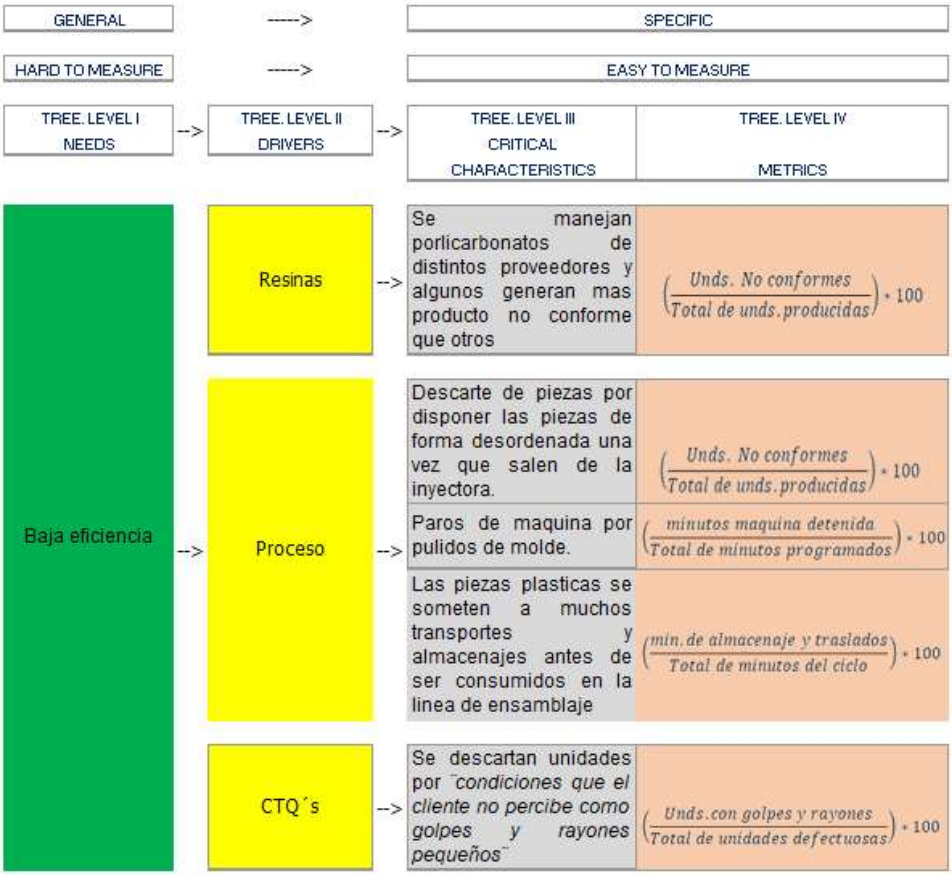

Figura 9. Ejemplo de CTQ Tree

Fuente: Elaboración propia.

El árbol de CTQ será utilizado para determinar, a través de los críticos de calidad definidos por la organización y por el cliente, los criterios que deben ser considerados en el plan de calidad, con el fin de asegurar la calidad apropiada de los productos, por medio de la definición de protocolos de prueba.

2.2.8. Prueba de normalidad de datos

Según lo establece el sitio web Minitab (2017), la prueba de normalidad permite conocer si se puede o no rechazar la hipótesis nula de que los datos provienen de una población distribuida normalmente. Se puede realizar una prueba de normalidad y

producir una gráfica de probabilidad normal en el mismo análisis. Para efectos de este proyecto, se utilizará la prueba de Anderson – Darling, la cual compara la función de distribución acumulada empírica de los datos de la muestra con la distribución esperada si los datos fueran normales. Si la diferencia observada es adecuadamente grande, se rechazará la hipótesis nula de normalidad de la población.

En este proyecto, se hará uso de la herramienta para determinar el tipo de tratamiento estadístico que se les deberá aplicar a los datos, de acuerdo con la normalidad de estos que se logre comprobar.

2.2.9. Hoja de registro de información

Garro (2017) estable que “la hoja de registro de información se usa para recolectar datos medidos o contados” (p. 6). La forma más simple de la hoja de registro es para datos contados. La hoja de revisión se puede fraccionar para mostrar turno, día, mes. Los datos medidos se usan en la misma hoja de revisión general. Una de las claves más importantes es mantener precaución de dejar suficiente espacio para escribir cada medida individual.

Es importante el uso de esta herramienta en el proyecto de graduación para llevar un control de la cantidad de líneas de producto inspeccionadas por el Departamento de Aseguramiento de la Calidad. Dicha información será la fuente para el análisis de datos y eventual determinación de modelos de mejora del proceso.

2.2.10. Plan de trabajo

De acuerdo con Pino (2015), en el libro *Elaboración de planes de trabajo,* se establece que:

> El plan de acción o plan de trabajo es un esquema en el que se pueden visualizar todas las acciones que una empresa debe llevar a cabo para concretar un proyecto o trabajo específico, se trata de una guía de tipo temporal en la que se

brinda respuestas claras con respecto a los objetivos, recursos y tareas que son necesarias para un proyecto (p. 59).

En términos muy simples, los planes de trabajo permiten resolver tres preguntas fundamentales:

¿Cuándo debe iniciar cada una de las etapas del proyecto?
¿Cuándo debe concluir cada una de las etapas de proyecto?
¿Cómo se logra evidenciar que el proyecto avanza según lo planeado?

A través de la aplicación de la herramienta de plan de trabajo o plan de acción, se logrará para registrar, definir y controlar la ejecución de las actividades de valor que deberán concretarse, con el único fin de modelar el proceso de verificación de conformidad con la optimización de los resultados esperados.

2.2.11. Gráfica de Gantt

Wortman (2014) estable, en su libro *Green Belt Primer,* que “las gráficas de Gantt, llamadas así por Henry Gantt, muestran actividades o eventos como una función de tiempo. Cada actividad se muestra como una barra horizontal con extremos posicionados en las fechas de inicio y finalización de cada actividad” (p. 24). Las gráficas de Gantt son fáciles de entender y cambiar, cada barra representa una sola actividad, la gráfica puede ser construida con un mínimo de información y logra demostrar el avance de la tarea programada a la fecha.

La gráfica de Gantt será de sumo valor en este proyecto, porque permitirá plasmar la planificación y, además, será un medio para controlar la ejecución oportuna de todas las actividades básicas del proyecto.

2.2.12. Lecciones aprendidas

Wortman (2014) establece, en su libro *Green Belt Primer,* que:

La matriz de lecciones aprendidas es un análisis de lo que se cumplió y lo que no se cumplió del proyecto en relación con sus objetivos específicos y generales, lo

cual significará una herramienta de aprendizaje para próximos proyectos. La intención es evitar cometer los mismos errores y beneficiarse de los procesos efectivos. Esta revisión es una crítica formal y documentada conducida por un comité de la compañía (p. 28).

El presente proyecto de graduación usa esta herramienta como un medio para demostrar el cumplimiento de lo establecido como objetivos de este, con el fin de lograr generar evidencia documental para la compañía que le permita evaluar la efectividad del proyecto y que, a su vez, sirva como base para la estructuración de próximos estudios de mejora.

2.2.13 Entrevista

El término entrevista, según Keats (2009), “es una situación controlada en la que una persona, el entrevistador, realiza una serie de preguntas a otra persona, el entrevistado” (p. 1). Además, establece que la entrevista es una interacción controlada que utiliza la conversación como su método fundamental de interrogación, en el cual se constituye por su dirección y forma, a la hora de realizar las preguntas, e incluye al entrevistador y al entrevistado, de una manera dinámica y estructurada.

En cualquier entrevista, siempre se debe tener una cierta habilidad para obtener la mayor información posible y hacerlo de manera respetuosa, para que el entrevistado se sienta satisfactoriamente por la información brindada. Esta herramienta es sumamente fundamental para recopilar toda la información necesaria por parte de los operarios y supervisores de calidad, con el fin de determinar la situación actual de la empresa y solicitar cualquier dato necesario para la estructura y formación del proyecto.

2.2.14 Lluvia de ideas

La lluvia de ideas es un método muy común para reorganizar toda la información recolectada en diferentes situaciones o etapas de un proyecto, en el cual se sugiere que, dentro de un grupo de personas interesadas en el tema, generen muchas ideas y

plantearlos de manera de organizada para encontrar causas del problema en estudio o posibles soluciones del caso para mitigar su efecto. Según Gómez (2017):

> Se recomienda que durante la aplicación de esta herramienta se cree un plan de trabajo en el incluyan los siguientes pasos:
>
> 1. Se nombra a un moderador de la sesión, quien se encargará de coordinar la participación de los demás.
>
> 2. Definir con claridad y precisión el tema o problema sobre el que se aportan ideas.
>
> 3. Cada persona en la sesión hace una lista por escrito de ideas sobre el tema
>
> 4. Los participantes se acomodan de preferencia en forma circular y se turnan para leer una idea de su lista cada vez.
>
> 5. Una vez leídas todas las ideas, el moderador pregunta a cada persona, por turnos, si tiene puntos adicionales.
>
> 6. Agrupar las ideas o causas por su similitud y representarlas en un diagrama de Ishikawa.
>
> 7. Una vez hecho el diagrama se analiza si se ha omitido alguna idea o causa importante.
>
> 8. Si la sesión está encaminada a resolver un problema, se debe intentar que en las futuras reuniones o sesiones se llegue a las acciones concretas que se tienen que realizar (p. 1).

La lluvia de ideas permitirá establecer posibles vías o modelos de mejora que se fundamentarán en el conocimiento y experiencia del personal del departamento. Esta información será tomada como una referencia que podría ser considerada únicamente si cumple con los criterios económicos que defina la compañía.

Figura 10. Etapas de lluvia de ideas

Fuente: Elaboración propia.

2.2.15 Gráficos de control

Wortman (2014) establece en su libro *Green Belt Primer* que “los gráficos de control son herramientas del control de calidad que muestran el campo de variabilidad o la variación debida a causas comunes” (p. 37).

En este proyecto, los gráficos de control serán utilizados para analizar el comportamiento del proceso de verificación de la conformidad y la tendencia de los datos resultantes de este. Esta herramienta permitirá tener una idea más clara de la variación que existe día a día, en términos de líneas de producto liberadas.

2.2.16 Gráficos de bigotes

Pulido (2013) define los gráficos de bigotes como:

> una herramienta que permite visualizar la distribución de los datos en cuartiles, resaltando la mediana y los valores atípicos. Las cajas podrán tener líneas que se extienden verticalmente llamadas bigotes. Estas líneas indican la variabilidad

fuera de los cuartiles superior e inferior y cualquier punto fuera de esas líneas o bigotes, se considera un valor atípico (p. 132).

Los gráficos de bigotes serán de mucho valor en este proyecto como herramienta para el análisis estadístico de los datos suministrados generados por el proceso de verificación de la conformidad también para aquellos generados a partir de la implementación de las mejoras al proceso.

2.2.17 Transformación de Johnson

De acuerdo con Vilar (2005), la transformación de Johnson se define como “una herramienta que permite transformar un conjunto de datos de tal forma que el modelo resultante corresponda a los de una distribución normal” (p. 47). Para efectos de este proyecto de graduación, se utilizará la herramienta de transformación de Johnson para convertir la data suministrada por la compañía, de tal forma que sea posible obtener una matriz de datos que posean un comportamiento normal.

5. Capítulo III: Marco metodológico

3.1. Tipo de investigación

De acuerdo con Hernández et al. (2014), “la investigación cuantitativa involucra la recolección de data para probar hipótesis fundamentadas en la medición numérica y el análisis estadístico, esto para lograr establecer patrones de comportamiento y probar teorías” (p. 4). Mientras que la investigación cualitativa se fundamenta en la recolección y análisis de datos para depurar las interrogantes de investigación (Hernández et al., 2014, p. 7).

Ahora bien, de acuerdo con lo establecido, el presente proyecto, que se ejecutará en Eagle Electric S.A., posee características de investigación tanto cuantitativa como cualitativa. Lo anterior se justifica, porque existen etapas de recolección de datos, los cuales, posteriormente, serán sometidos a análisis para concluir sobre ellos y comprobar modelos de hipótesis. También se puede decir que el proyecto sostiene matices de investigación cualitativa, ya que, a través de la aplicación de herramientas como la recolección de data, es posible la generación de información, la cual permite guiar al líder del proyecto en el proceso de investigación.

3.1.1. Investigación cuantitativa

El proyecto se estructura en datos numéricos y análisis estadístico, suministrados por el Departamento de Aseguramiento de la Calidad. El proyecto echa mano de la data numérica que posee la compañía para el análisis de la información y generar a partir de los resultados del proceso las propuestas de mejora, las cuales deberán cumplir con las necesidades y expectativas de la organización.

Para lograr el análisis cuantitativo, se analizarán la cantidad de líneas de SKU inspeccionadas por el equipo responsable de la compañía, tomando también en consideración los métodos asociados con el proceso, y otra información, como las quejas, los reclamos y el historial de rechazos de las principales líneas de importación.

Los datos de esta investigación se presentan de manera estadística, para ello, se pueden utilizar gráficos, cuadros, figuras y tablas, con el propósito de representar la información suministrada y los resultados del análisis.

3.1.2 Investigación cualitativa

El enfoque cualitativo se utiliza principalmente para recolección de datos sin medición numérica, como las descripciones y las observaciones. Por lo general, las preguntas e hipótesis surgen como parte del proceso de investigación.

3.1.3 Investigación mixta

El enfoque mixto se refiere, principalmente, a combinar la investigación cualitativa y cuantitativa en un mismo estudio, lo cual ofrece resultados a partir del análisis de una muestra de la población. Lo anterior, por medio de actividades como la recolección de datos, las encuestas y las observaciones. Por lo mencionado anteriormente, al combinar ambas investigaciones, se logran obtener mejores resultados, motivo por el cual este documento corresponde a una investigación mixta.

Para llevar este proyecto a buen término, se necesita obtener información acerca de las variables que originan la problemática planteada y evidenciada, por medio de la variabilidad de los resultados de inspección.

3.2. Alcance de la investigación

El alcance de la investigación puede variar, dicha variación depende del enfoque del trabajo final de graduación, así como de sus objetivos. Existen cuatro tipos: descriptivo, explicativo, correlacional o exploratorio. Se debe mencionar que una investigación puede ser mixta, lo cual involucra la utilización de varios de estos alcances. Este proyecto involucra alcances de índole explicativa y descriptiva, por tanto, se debe establecer dicha investigación como de tipo mixto.

3.2.1. Estudio descriptivo

De acuerdo con Hernández et al. (2014), el estudio descriptivo de define de la siguiente manera:

> Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente

pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren (p. 92).

Este tipo de alcance caracteriza a este proyecto, ya que se asocia con las características de los procesos actuales, las metodologías de inspección, los equipos utilizados y las personas que ejecutan las tareas.

3.2.2. Estudio explicativo

Hernández et al. (2014) mencionan que su interés se centra en explicar las razones por las que ocurre un fenómeno y las condiciones en las que se manifiesta o el por qué se relacionan dos o más variables. Tomando como referencia esta información, se puede decir que este tipo de alcance está presente en el proyecto, ya que, para la realización de este, se deberán explicar las causas que provocan las condiciones actuales de los procesos que son sujeto de estudio. Además de explicar las herramientas, métodos y gráficos que se utilicen como medio para la resolución de los problemas de la empresa.

3.2.3 Estudio exploratorio

El alcance tipo exploratorio se define, según Hernández et al. (2010), como “Los estudios exploratorios se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes”. Este proyecto es de carácter exploratorio, debido que en la empresa nunca se ha realizado ningún tipo de estudio o análisis de la variabilidad en el Departamento de Calidad, por lo cual este proyecto será completamente novedoso, al no existir antecedentes de investigaciones similares realizadas en este u otro departamento de la empresa.

3.3. Sujetos y fuentes de información

En esta sección, se detallarán quiénes son los sujetos o participantes y las fuentes de información utilizadas para el desarrollo de este proyecto.

3.3.1. Sujetos de información

Los sujetos de información son las personas de la organización que serán objeto de estudio, son aquellas personas que brindaron información de valor para el desarrollo del proyecto.

3.3.2. Fuentes de información

De acuerdo con lo planteado por Maranto y González (2015), “las fuentes de información se pueden explicar de la siguiente manera: Una fuente de información es todo aquello que nos proporciona datos para reconstruir hechos y las bases del conocimiento” (p. 2). Así, los autores indican que existen tres tipos y los detallan de la siguiente manera:

> Las fuentes primarias contienen información directa antes de ser interpretada, o evaluado por otra persona.
>
> Las fuentes secundarias son las que ya han procesado información de una fuente primaria.
>
> Las terciarias son fuentes que recopilan información de fuentes primarias o secundarias (Maranto y González, 2015).

3.3.2.1 Fuentes primarias

Como fuente primaria, se tiene la información proveniente del proceso, los datos generados a partir de la aplicación de los métodos de trabajo aplicado por el supervisor y sus colaboradores.

3.3.2.2 Fuentes secundarias

Las fuentes secundarias aplicables a este proyecto corresponden a las diferentes consultas realizadas a trabajos de graduación y tesis, los cuales están explicados en los antecedentes de investigación. Estos trabajos ofrecen enfoques del problema y una posible opción de tratamiento para cada una de las causas que plantea el escenario de investigación.

3.3.2.3 Fuentes terciarias

Las fuentes terciaras, por lo general, están presentes en menor cantidad en comparación con los otros tipos de información en los proyectos, ya que se requieren menos y deben estar en un orden de importancia. Para la realización del proyecto, las fuentes terciarias corresponden a los responsables de distintas labores del área comercial; asimismo, se requirió esta fuente para saber quién podría brindar los datos de interés al proyecto sobre resultados mensuales anteriores, costos y quejas.

Para la realización del proyecto, las fuentes terciarias corresponden a las partes interesadas de la compañía, como clientes y proveedores que mantienen expectativas de compra y cumplimiento de especificaciones de calidad de los productos. Esta información es clave para determinar la conveniencia del plan de calidad de la compañía.

3.4. Instrumentos y técnicas de recolección de datos

A continuación, se detallan los instrumentos y las técnicas utilizadas para la recolección de datos requeridos, con el fin de completar el trabajo final de graduación.

3.4.1. Observación de campo

Esta técnica es necesaria para conocer y delimitar el proceso de verificación de la conformidad de productos importados y conocer de forma muy general información del proceso.

3.4.2 Pruebas de Validación estadística

Consiste en la aplicación de pruebas estadísticas para validar la normalidad de los datos generados por el proceso, una vez establecida e implementada la mejora.

3.4.3 Comportamiento histórico del proceso

La data que logre suministrar la organización sobre el proceso de verificación de la conformidad y su capacidad para mantener valores constantes en el tiempo son de suma importancia para estructurar el proceso de análisis y determinar las mejoras aplicables.

3.4.4 Entrevista

Durante la realización de este proyecto, realizar entrevistas a diferentes personas dentro de la empresa es algo que se hará con el fin de obtener información de diferentes puntos de vista acerca la problemática presentada.

3.5. Procedimiento para el análisis de datos

Para el análisis de la data de investigación, se deben tener en cuenta los siguientes conceptos: población de interés, tipo de muestreo, tamaño de la muestra, selección y distribución de la muestra, unidad de muestreo y unidad informante (Ulate Soto y Vargas Morúa, 2019).

Para efectos de este proyecto, no se hará uso de ningún tipo de muestreo, ya que el análisis efectuado se fundamenta en la data suministrada por la compañía y que comprende el periodo de agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre del 2021. Además, de enero del 2022.

3.6. Definición, operacionalización e instrumentalización de las variables

El cuadro de variables específica y ayuda entender de forma más ágil y sencilla las herramientas ingenieriles que se van a utilizar para tratar las variables de cada objetivo específico, precisando cuáles son los resultados esperados después de completar cada una de ellas. A continuación, se presenta, en formato de tabla, el cuadro de variables que rige el presente proyecto.

Objetivo específico	Definición de la variable de investigación	Conceptualización de la variable	Herramientas	Indicadores
Definir el proceso actual de verificación de la conformidad	Proceso de verificación de la conformidad para la línea de productos importados.	Es el proceso mediante el cual se someten las muestras de todos los productos importados de la compañía para determinar el cumplimiento de los CTQ del plan de calidad.	Diagrama de flujo. SIPOC. Análisis de Stakeholder. Observación de campo. Entrevista	Actividades del proceso. Diseño del proceso actual Conocer proveedores, entradas, salidas y clientes del proceso.

Objetivo específico	Definición de la variable de investigación	Conceptualización de la variable	Herramientas	Indicadores
				Identificar las principales partes interesadas. Cómo se realizan las actividades del proceso.
Analizar las causas raíz que provocan la variabilidad de la cantidad de SKU inspeccionados por día	Causas raíz de la variabilidad del proceso.	Son todas las posibles causas que podrían impactar la disponibilidad de los recursos asociados con el proceso y provocar por tanto la variabilidad en los resultados logrados.	Gráficos de capacidad de proceso. Prueba de normalidad de datos. Hoja de registro de información. Ishikawa. Gráficos de bigotes. Transformación de Johnson.	Conocer los puntos críticos del proceso. Capacidad actual del proceso. Normalidad de la data. Conocer problema y frecuencia de aparición. Causas del problema. Distribución de los datos y los valores atípicos. Normalidad de data.
Implementar acciones de mejora para controlar las causas que provocan la variabilidad en el proceso	Propuesta de Mejora.	Son el conjunto de medidas que tras un proceso de análisis se han determinado para tratar las causas que provocan la variabilidad del proceso.	Lluvia de ideas Diagrama de flujo de actividades. CTQ Tree	Medidas de mejora. Orden lógico de implementación de las actividades de mejora. Nuevo diseño del proceso.

Objetivo específico	Definición de la variable de investigación	Conceptualización de la variable	Herramientas	Indicadores
				Nuevos procedimientos. Nuevos controles de proceso.
Establecer el volumen óptimo de líneas de producto inspeccionadas, una vez implementadas las acciones de mejora.	Nuevo rendimiento del proceso.	Capacidad del proceso de verificación de la conformidad para cumplir de forma constante las especificaciones determinadas.	Gráficos de Bigotes. Prueba de normalidad de datos. Gráficos de Control Plan de control	Nueva capacidad del proceso. Distribución de los datos (variabilidad antes y después de la mejora). Actividades para mantener la mejora.
Constatar si se requiere o no de una partida presupuestaria para invertir en mejoras que aumenten el volumen de líneas de producto inspeccionadas por día.	Presupuesto departamental.	Presupuesto departamental que la organización gira de forma anual para el cumplimiento de los objetivos y actividades del área.	Cálculo de gastos Costo beneficio Análisis de presupuesto	Costos de mantener la capacidad del proceso. Conveniencia del presupuesto actual.

Tabla 2. Cuadro de variables

Fuente: Elaboración propia.

3.7. Diagrama de Gantt

Seguidamente, se presenta el diagrama de Gantt realizado:

Actividades	Semana de inicio	Semana fin	Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
			38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
Inicio de Cuatrimestre	38	38																
Selección del tema	39	39																
Definición de Objetivos	40	40																

Planteamiento del Problema	40	40																
Elaboración de boleta	40	40																
Entrega de boleta	41	41																
Alcances y Limitaciones	42	42																
Definición de Cuadro de Variables	42	42																
Entrega de Anteproyecto	43	43																
Elaboración de Capitulo 1	44	44																
Entrega de Capitulo 1	45	45																
Elaboración de Capitulo 3	45	45																
Entrega de Capitulo 3	46	46																

Actividades	Semana de inicio	Semana fin	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Aplicar correcciones a boleta de anteproyecto	46	46																				
Entrega de capítulo 2	48	48																				
Entrega de Capitulo 4	49	49																				
Entrega de TFG	50	50																				
Presentación Ejecutiva	51	51																				
Entrega de Capitulo 5	5	7																				
Entrega de Capitulo 6	8	10																				
Entrega de Capitulo 7	11	13																				
Entrega de Capitulo 8	14	14																				
Entrega de capítulo 9	15	16																				
Entrega de capítulo 10	18	18																				
Defensa del TFG	20	22																				

Tabla 3. Diagrama de Gantt

Fuente: Elaboración propia.

El diagrama de Gantt anterior comprende las actividades a realizar para la elaboración del proyecto, desde la selección de la empresa hasta la defensa de la tesis.

4. Capítulo IV: Marco situacional

4.1. Introducción a la empresa

Eagle Electric S.A. es una empresa que se dedica al diseño, fabricación, importación y distribución de soluciones eléctricas de bajo voltaje. A través de sus líneas habitacionales, industriales y ferretera, busca satisfacer las necesidades del sector construcción. Eagle cuenta con más de 40 años de experiencia en el mercado, lo cual le ha permitido posicionarse en países como: Ecuador, México, Guatemala, Panamá, Honduras, Nicaragua, El Salvador, Belice, Puerto Rico, además del mercado costarricense.

En la actualidad, la compañía cuenta con más de 6000 metros de construcción, en donde alberga su planta de producción, el centro de distribución, las oficinas administrativas y demás bodegas. Cuenta con más de 260 colaboradores y posee certificaciones entre las cuales se puede citar ISO 9001:2015, OEA, y Esencial Costa Rica. Sus productos cuentan con sellos de calidad NOM, UL, IEC, CE, etc.

4.2. Historia de la empresa

A finales de los 70, bajo el ala de Eagle Manufacturing Company Inc. EE.UU. se inician operaciones de producción en Costa Rica como una maquila para esta empresa norteamericana. Años después la empresa norteamericana es adquirida por otra marca por lo que la fábrica en Costa Rica mantiene sus operaciones de producción, ahora en manos de capital costarricense.

Manteniendo los mismos estándares, la empresa continúa produciendo accesorios eléctricos con una tropicalización de la marca Eagle Electric S.A. Los accesorios eléctricos de Eagle se comercializaron por un extenso periodo en el mercado centroamericano para el sector ferretero.

Años más tarde, la empresa decide retomar la marca original como Eagle Electric S.A. manufacturando y comercializando productos para el mercado ferretero – industrial e inmobiliario, a través de una extensa línea de productos. Actualmente, Eagle promueve una constante innovación apegada a los más altos estándares de calidad no solo de los productos que fabrica, sino de las líneas internacionales que comercializa.

4.3. Ubicación geográfica

La empresa se localiza en el parque Industrial Zeta, en La Valencia de Santo Domingo de Heredia. En la siguiente imagen se puede visualizar la ubicación exacta.

Figura 11. Ubicación de Eagle Electric S.A.

Fuente Google Earth.

4.4. Productos que ofrece la empresa

La compañía se especializa en la entrega de soluciones eléctricas de bajo voltaje para el mercado ferretero, habitacional, industrial y proyectos. Entre sus principales líneas de SKU se encuentra: Conectores y enchufes, plafones sockets y bases, líneas habitacionales de interruptores y enchufes, cajas de piso, placas, regletas, timbres, línea de 30A y 50A.

Figura 12. Productos de la Compañía.

Fuente: Eagle Electric (2022).

4.5. Organigrama

El proyecto de graduación se desarrolla en el Departamento de Aseguramiento de la Calidad, específicamente en el área de importaciones, la cual operativamente se encuentra constituida por un supervisor, seis operarios y un bodeguero. Tal y como se muestra en la figura 13.

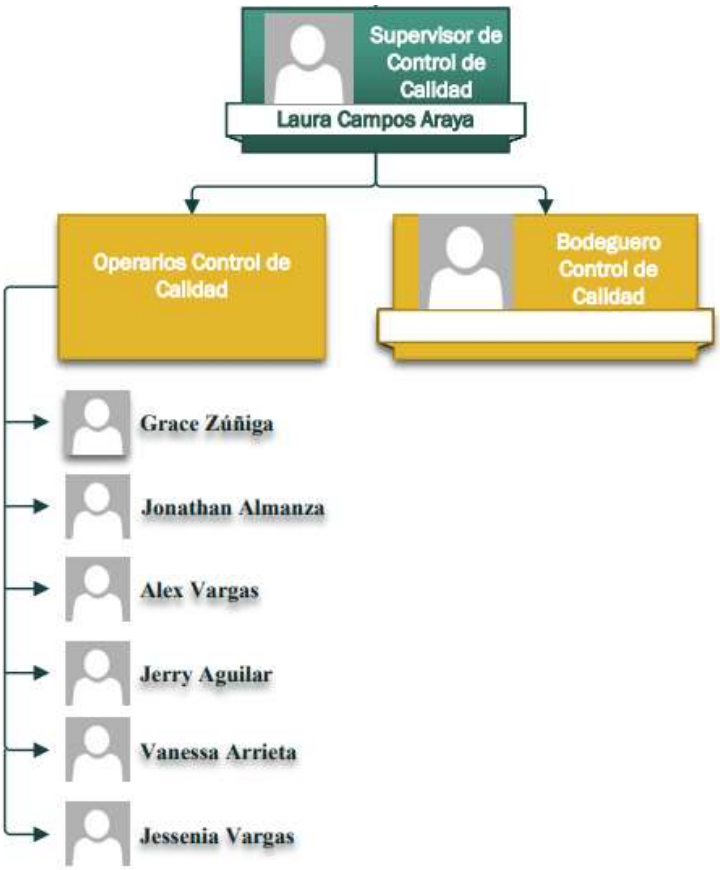

Figura 13. Organigrama del Departamento de Calidad

Fuente: Eagle Electric (2022).

4.6 Estrategia empresarial

La estrategia Empresarial de Eagle se sustenta en satisfacer a los clientes con soluciones eléctricas de bajo costo, pero con estándares de calidad internaciones. El interés de la organización se mantiene en demostrar que sí es posible suministrar un producto fiable y a un costo bajo sin sacrificar en el proceso la calidad y la rentabilidad de la compañía. La estrategia de Eagle se estructura en 4 pilares fundamentales: innovación, calidad, posicionamiento de marca y rentabilidad.

Cada uno de estos pilares posee objetivos estratégicos que la compañía actualiza de forma anual, actualmente, Eagle se encuentra definiendo los objetivos para el periodo 2022.

4.6.1. Misión

La misión organizacional de Eagle se definió a finales del 2018, cuando la compañía certificó su sistema de gestión de la calidad. Desde entonces, la misión de la compañía es revisada de forma anual por el comité de estrategia. A continuación, se muestra la misión de Eagle:

“Somos Eagle, una empresa que diseña, produce y distribuye soluciones eléctricas, para satisfacer con excelencia las necesidades de nuestros clientes” (Eagle Electric S.A).

4.6.2. Visión

Al igual que la misión organizacional, la visión se revisa de manera anual, con el fin de determinar en qué medida la compañía ha logrado alcanzar la visión. A continuación, se presenta la visión de Eagle:

“Ser una marca líder en el mercado de soluciones eléctricas” (Eagle Electric S.A).

4.6.3. Valores

Los valores organizacionales que se encuentran declarados en el alcance del sistema de gestión de calidad son los siguientes:

Compromiso: “Comprometidos con todo lo que hacemos, estamos comprometidos con nuestro trabajo, el servicio que brindamos y los altos estándares de calidad que cumplen los productos que ofrecemos (Eagle Electric S.A).

Innovación: “Innovamos en lo que hacemos y en la forma en la que lo hacemos. Ofrecemos productos innovadores para solucionar las necesidades de nuestros clientes, innovamos para la mejora continua de los servicios que brindamos y nuestros procesos internos” (Eagle Electric S.A).

Conexión con el Cliente: “Conectamos con nuestros clientes. Estamos en constante comunicación con nuestros clientes tanto internos como externos, para detectar, satisfacer y solucionar sus necesidades y prioridades. Siempre bajo el modelo de trabajo en equipo” (Eagle Electric S.A).

Optimización: “Utilizamos de manera eficiente nuestros recursos. Buscamos obtener los mejores resultados mediante el uso adecuado de los recursos, al operar con excelencia y de manera eficiente” (Eagle Electric S.A).

Seguridad: Brindamos productos seguros y trabajamos de forma segura. Mas allá de nuestros productos, la seguridad es parte importante de las decisiones que tomamos. Integramos iniciativas, abordamos los riesgos, mantenemos un adecuado control de la información y propiciamos una forma segura de trabajar”. (Eagle Electric S.A).

Estos valores son sujeto de seguimiento gracias a procesos como reclutamiento y selección, capacitación y desarrollo, etc.

4.6.4. Objetivos

La figura 14 corresponde a los objetivos de Eagle Electric S.A. distribuidos según el pilar que corresponde. Estos objetivos se traducen en proyectos que son asignados a distintas jefaturas y, al final del periodo, la junta directiva analiza el cumplimiento y efectividad de los planes implementados.

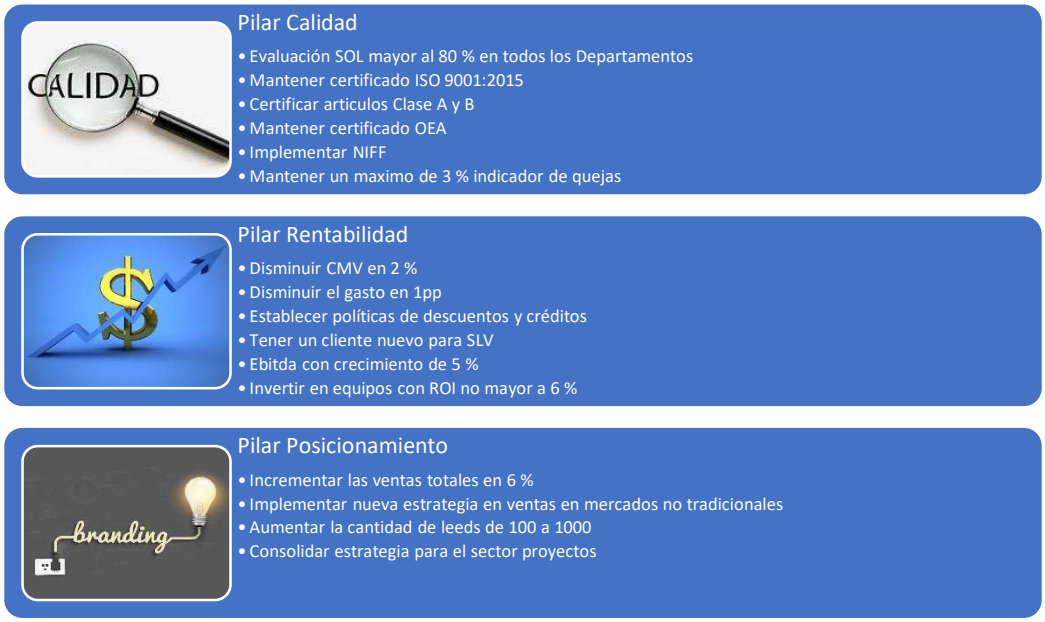

Figura 14. Objetivos estratégicos periodo 2021

Fuente: Eagle Electric S.A. (2022).

4.6.5 FODA

El análisis FODA de la compañía es una parte fundamental de la estrategia de la organización, esto porque es en los aspectos del FODA donde los objetivos estratégicos encuentran correspondencia. Eagle Electric actualiza su FODA de manera trimestral y realiza una revisión general de su contenido cada año.

El FODA de la organización se encuentra conformado por tres niveles: nivel comercial, nivel corporativo y nivel operacional. Cada uno de estos niveles cuenta con sus propias fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. Para efectos de este proyecto de graduación, se detalla el FODA que corresponde al nivel operacional, ya que el Departamento de Aseguramiento de la Calidad pertenece a este nivel. Las figuras 15, 16, 17 y 18 ilustran el contenido del documento.

Fortalezas.
• Incremento en ventas en Costa Rica por entrada en vigor de Reglamentos Técnicos. • Productos de calidad certificada • Productos certificados bajo normas internacionalmente reconocidas • Empresa con Sistema de Gestión certificado bajo la norma ISO 9001:2015 • Relación duradera y satisfactoria con proveedores • Empresa certificada como Operador Económico Autorizado por la Dirección General de Aduanas de Costa Rica • Participación en comités técnicos nacionales en territorio costarricense • Generación de energía propia con paneles solares

Figura 15. Fortalezas FODA

Fuente: Eagle Electric S.A. (2022).

Oportunidades
• Unificar los Sellos NOM y Retie en un solo proveedor • Procesos de automatización en ensamble • Certificación de ISO 9001-2015 SLV • Paneles solares SLV • Aumentar gama de servicios en SLV • Certificación OEA en SLV • Certificación de productos bajo la norma colombiana Retie • Uso de resinas amigables con medio ambiente

Figura 16. Oportunidades FODA

Fuente: Eagle Electric S.A (2022).

Debilidades
• Adecuado manejo de seguridad, orden y limpieza en las instalaciones • Aumento en capacidad de las bodegas de Logística – Producción • Desabastecimiento por faltantes productos A • Desabastecimiento por faltantes productos B • Desabastecimiento por faltantes productos C • Estado de la maquinaria y equipos de la operación • Proceso de diseño y desarrollo de proyectos débil • Capacidad limitada de almacenamiento en SLV • Capacidad excedida de fabricación nacional • Dependencia en un solo molde para fabricación de componentes en línea Plata • Desarrollo y mantenimiento de fichas técnicas deficiente • Manual de calidad incompleto con parámetros de control por producto • Exceso de material de poco movimiento o movimiento nulo en bodegas • Capacitación permanente de ergonomía en el trabajo • Carencia de tanques de abastecimiento de agua potable.

Figura 17. Debilidades FODA

Fuente: Eagle. Electric S.A. (2022).

Amenazas
• Aumento del CMV a causa de incremento generalizado de materias primas y problemas en cadena de logística • Costo de electricidad creciente • Escasez de contenedores y retrasos por problemas en cadena de abastecimiento • Cortes eléctricos en fábricas chinas • Cortes eléctricos en la planta • Pandemia e implicaciones en producción • Competencia

Figura 18. Amenazas FODA

Fuente: Eagle Electric. S.A. (2022).

Ahora bien, la compañía aborda todos los elementos del FODA y convierte cada uno de sus puntos en iniciativas de proyectos, los cuales son asignados a cada jefatura, según su naturaleza. En te caso, para el FODA operativo, solo existe tres departamentos para asignar cada punto. Estos departamentos son: Calidad, Producción y Logística. Para cada proyecto, se debe determinar un plan de acción. Esto es una responsabilidad del líder del proyecto. El cumplimiento del plan, así como la efectividad de este es medido por el jefe de gestión de calidad de la compañía. Cabe mencionar que el FODA es determinado directamente por la junta directiva de la compañía bajo los criterios que ellos mismos definan como grupo de trabajo.

4.6.6. Mercado

Eagle posee un catálogo de productos constituido por tres grupos; a saber: sector ferretero, sector proyectos y sector industrial. A su vez, cuenta con una planilla de agentes vendedores que se encuentran distribuidos a cada uno de estos mercados y cada uno de ellos posee una cartera de clientes definida.

El sector proyectos está conformado por desarrolladoras habitacionales que construyen diversos complejos de vivienda para distintos estratos sociales. Este sector se caracteriza por el consumo de productos como interruptores, tomacorrientes y conectores.

El sector industrial está conformado por clientes más especializados que, por ende, consumen productos mucho más técnicos. Un ejemplo de este tipo de clientes es: hospitales, bombas de combustible, refinadoras de petróleo. Por lo general, este tipo de cliente consume líneas antiexplosivas.

El sector ferretero lo constituye el gremio de ferreterías tanto nacionales como internacionales. Este sector cuenta con la gama más amplia de productos y el volumen de ventas que genera representa el 70 % de los ingresos brutos de la compañía. Cabe mencionar que el alcance del proyecto tiene como fin impactar el proceso que se encarga de inspeccionar esta clasificación de artículos.

4.6.7. Clientes

Eagle cuenta con aproximadamente 10 clientes mayoristas a nivel mundial. Estos se ubican en distintos países de Centroamérica, el Caribe, Sudamérica y Norte América. Algunos de sus principales clientes son: Herramientas Hecort (México) Globalor-EPA (Centroamérica) La Mundial y Celasa (Guatemala). A través de sus clientes mayoristas, Eagle distribuye sus productos al cliente final, esto de acuerdo con los acuerdos comerciales que Eagle, de manera previa, ha establecido con cada uno de sus clientes.

4.6.8. Proveedores

Los principales proveedores de la compañía se encuentran en el continente asiático. De ellos Eagle obtiene el 70 % de la mercadería que oferta a sus clientes mayoristas, además de las materias primas (Policarbonato, Poliestireno, PVC y Polipropileno) y los componentes metálicos (contactos) que requieren para el proceso productivo local. Además, existen otros proveedores de materias primas que operan en EE.UU., Portugal y México. Sin embargo, estos son proveedores clase B, ya que la compañía no mantiene una operación comercial activa y constante con ellos.

De acuerdo con lo establecido para este proyecto de graduación, se tomará en consideración el comportamiento histórico a nivel de calidad que caracteriza a los dos principales proveedores de producto terminado de la compañía que se encuentran el

medio oriente. LUMEX y MTLC, suministran el 70 % de los SKU que son inspeccionados mediante el proceso que es objeto de estudio.

4.6.9. Competencia

La principal competencia de Eagle a nivel mundial es Bticino (fabricante de origen italiano creador de diversas líneas de interruptores y tomacorrientes para uso residencial) Sin embargo, existen otros competidores como Legrand y Cooper. Todos los competidores de Eagle son de capital extranjero y poseen una estructura operativa de nivel mundial.

En el mercado costarricense existen algunos importadores que han tomado la decisión de traer de China algunas líneas, con el fin de acaparar alguna parte del mercado nacional. Un ejemplo de estas compañías es Abonos Agro. Esta empresa desde hace ya algunos años importa una línea económica de tomacorrientes y enchufes.

El proyecto de graduación no contempla como fuente de información data alguna relacionada con la competencia de Eagle Electric S.A.

4.6.10 Descripción de procesos

En el marco del sistema de gestión de la calidad de la compañía, existen 20 procesos catalogados en tres niveles. A saber: procesos misionales o de cadena de valor, procesos estratégicos y procesos de apoyo. En la siguiente figura, se puede observar la interacción de estos en el macroproceso organizacional.

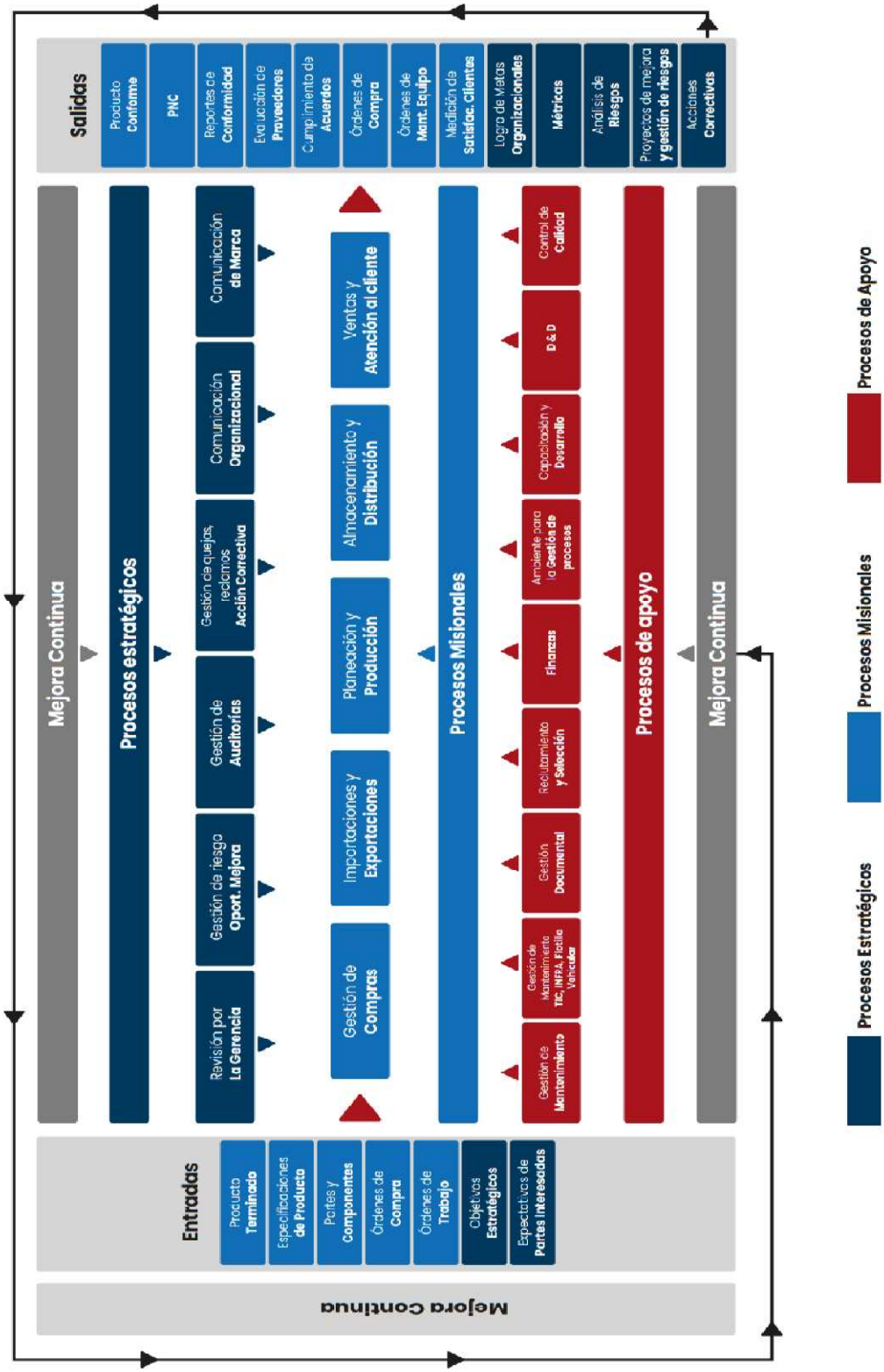

Figura 19. Macroproceso organizacional

Fuente: Eagle Electric S.A. (2022).

En la figura 19 se presenta el macroproceso organizacional de Eagle Electric. S.A. Entre los procesos de apoyo se encuentra el de la verificación de la conformidad que se encuentra representado por el departamento de Control de Calidad, área en la cual tiene lugar la investigación de este proyecto

5. Capítulo V: Análisis de la situación actual

5.1. Situación actual

Con el fin de analizar la situación actual del proceso evaluado en este proyecto, se desarrolla una valoración y se analizan la estructura que actualmente le caracteriza. Este capítulo tiene como objetivo identificar claramente el proceso de verificación de la conformidad de la organización y determinar el contexto en el que se desarrolla su problemática; para ellos, se hace uso de gráficas y figuras que permiten mejorar su interpretación.

El análisis inicia reconociendo el proceso y, posteriormente, se continúa con su análisis. Como plan de trabajo, se desarrollará una serie de herramientas, como lo son: el diagrama SIPOC, para delimitar el proceso; el diagrama de flujo, con el fin de conocer la dinámica de la compañía; además de la entrevista, la observación de campo, el diagrama de Ishikawa, que se usa para detectar y estudiar cada una de las posibles causas que generan los problemas identificados al inicio del proyecto y así poder llegar a la causa raíz y su contribuyente, y generar una propuesta de mejora.

Este capítulo tiene como fin describir el proceso general de la verificación de la conformidad para entender más a fondo la situación actual del Departamento de Aseguramiento de la Calidad y las condiciones observadas, con la finalidad de lograr los objetivos planteados en este proyecto.

5.3. SIPOC

El SIPOC es una herramienta sumamente útil y comúnmente utilizada en proyectos de Lean Six Sigma. Suele utilizarse en la etapa “Define” de la metodología DMAIC para realizar análisis 360° de un proceso. Para fines de este proyecto, la herramienta se utiliza, con el fin de delimitar el proceso. A su vez, permite identificar las partes interesadas y sus expectativas.

Para el caso de Eagle Electric y su proceso de verificación de la conformidad, la aplicación de la herramienta SIPOC permite, además, determinar los insumos o entradas esenciales que deben preservarse para garantizar la operación constante del proceso. Es así como podemos concluir que un 67 % de las entradas declaradas en el SIPOC son de interés para el proyecto. Además, de acuerdo con el diagrama SIPOC, los requerimientos prioritarios del proceso son cumplir con la determinación de indicadores apropiados al proceso y mantener un volumen constante de liberaciones de producto, lo cual también forma parte de las metas.

Proveedores	Entradas	Nombre del proceso	Salidas	Clientes	Necesidad
Proveedores de Producto terminado	Lista de Prioridades de Inspección	Proceso de verificación de la conformidad	PNC	Proveedores de Producto terminado	Métricas apropiadas al proceso
Proveedores de contactos eléctricos	Producto terminado		Producto dentro de especificación técnica	Proveedores de contactos eléctricos	Volumen constante de líneas liberadas
Departamento de Logística	Partes y Componentes		Tiempos muertos	Cliente interno	
Junta Directiva	Planes de muestreo		Oportunidades de mejora (proveedor)	Junta Directiva	
Cliente interno	Recurso humano		Indicadores de cumplimiento	Cliente externo	
Cliente externo	Cumplimiento de Indicadores de Proceso		Acciones correctivas	Departamento de compras	
Proveedores de equipo de seguimiento y medición	Especificaciones técnicas		Reprocesos	Proveedores de equipo	
	Equipos		Reportes de no conformidad		
	Metodologías de trabajo		Solicitud de abastecimiento de suministros		
Jefatura de Aseguramiento de la Calidad	Presupuesto		Oportunidades de mejora (Proceso)		
			Solicitud de actualización de fichas técnicas		

Tabla 4. SIPOC verificación de la conformidad

Fuente: Elaboración propia.

Etapas Generales del Proceso	
STEP 1	Asignar líneas a cada colaborador
STEP 2	Buscar los equipos necesarios para aplicar las pruebas
STEP 3	Solicitar que viertan el producto en la mesa de trabajo
STEP 4	Colocar los productos en la mesa de trabajo
STEP 5	Procesar material
STEP 6	Concluir si la prueba fue aceptada o rechazada
STEP 7	Documentar los tiempos invertidos y el resultado de las pruebas realizadas
STEP 8	Separar PNC
STEP 9	Etiquetar PNC
STEP 10	Colocar sticker de producto aprobado
STEP 11	Comunicar los resultados de la prueba al supervisor
STEP 12	¿La prueba fue aceptada? Sí Liberar Material / No Enviar notificación de rechazo
STEP 13	Asignar nueva linea al colaborador

Figura 20. Descripción de las actividades SIPOC

Fuente: Elaboración propia.

5.2. Diagrama de flujo

Un diagrama de flujo es una representación de un proceso. El diagrama de flujo tiene su propia simbología, por lo que cada paso es representado por un símbolo diferente; unidos entre sí por flechas que indican el orden y dirección a seguir. Este diagrama ofrece una descripción visual de las actividades que conforman el proceso, en una secuencia entre ellas, por lo que es una herramienta que logra crear un flujo de información que explica la dinámica del proceso.

Existen varias maneras de crear un diagrama de flujo, en este caso, es una representación simbólica y de formato panorámico, que combina una vista del diagrama vertical, como horizontal, demostrando acciones simultaneas en un proceso.

Una vez construido el diagrama SIPOC del proceso de verificación de la conformidad, se procede a establecer una representación más objetiva y especifica del proceso en estudio utilizando el diagrama de flujo, ya que este brinda una idea más clara de cuáles son los responsables de la ejecución de las actividades que interactúan en el proceso.

A través de la aplicación de la herramienta, también se logran identificar los controles del proceso y se podrá determinar si estos son los adecuados para medir el cumplimiento de las expectativas de las partes interesadas declaradas como requerimientos en el SIPOC.

		Responsables			
N° Actividad	Actividad	Áreas Responsables	Supervisor Control de Calidad	Operario	Bodeguero
			Inicio		
1	Asignar líneas a cada colaborador	Calidad			
2	Buscar los equipos necesarios para aplicar las pruebas	Calidad			
3	Solicitar que viertan el producto en la mesa de trabajo	Calidad			
4	Colocar los productos en la mesa de trabajo	Calidad			
5	Procesar material	Calidad			
6	Concluir si la prueba fue aceptada o rechazada	Calidad			
7	Documentar los tiempos invertidos y el resultado de las pruebas realizadas	Calidad			
8	Separar PNC	Calidad			
9	Etiquetar PNC	Calidad			
10	Colocar sticker de producto aprobado	Calidad			
11	Comunicar los resultados de la prueba al supervisor	Calidad			
12	¿La prueba fue aceptada?	Calidad	No		Sí
13	Liberar material	Calidad			
14	Comunicar el rechazo del material a las partes interesadas	Calidad	Fin		
15	Asignar una nueva línea al Colaborador	Calidad	Fin		

Figura 21. Diagrama de flujo Proceso de Verificación de la conformidad

Fuente: Eagle Electric S.A. (2022).

El diagrama de flujo muestra que el 100 % de las actividades del proceso son manuales, por lo que pueden ser propensas a error humano. La falta de procedimientos escritos, evidenciada durante la observación de campo, permite pensar que puede existir variabilidad en el método de ejecución de cada una de las actividades y potenciar dicho error. Además, los controles del proceso no son suficientes para afirmar que éste esté logrando los resultados esperados por las partes interesadas. Cabe mencionar que esta es una de las principales expectativas que mantiene la Gerencia General y que se evidencia en la matriz de partes interesadas.

5.4. Observación de campo

La observación de campo es una herramienta muy utilizada para recabar información clave de un proceso en estudio. El analista u observador del proceso identifica las variables que intervienen en el flujo del proceso y mediante su interacción con el medio; luego, procede a anotar para cada variable juicios de valor que, posteriormente, descartará o confirmará, mediante la aplicación de otras herramientas como, por ejemplo: la entrevista.

En el caso de este proyecto, se utilizará como variables de estudios las 7M del proceso, a saber: máquina, método, materia prima (producto), mano de obra, medio ambiente, medición y administración (*managing*). Para cada una de las variables, se definirá un máximo de 4 observaciones, procurando registrar en la hoja de datos aquellas que se consideren de alto impacto para la variable y, por ende, para el proceso.

El objetivo de la aplicación de esta herramienta consiste en detectar las posibles causas que pueden impactar las 7M del proceso de la verificación de la conformidad. A su vez, estas causas serán tomadas en consideración, a c través de la aplicación de la herramienta Ishikawa. Es importante considerar que, para el caso de aplicación de esta herramienta, se debe entender lo siguiente para cada una de las M:

Máquina: herramientas utilizadas en el proceso en general

Método: procedimientos escritos o no escritos detectados en el área de trabajo

Materia prima: producto terminado o bien, partes y componentes.

Mano de obra: recurso humano de índole Operativo (se incluye en esta categoría al supervisor del área)

Medio ambiente: entorno compuesto por variables físico-ambientales

Medición: métricas del proceso.

Administración: administración presupuestaria general del proceso.

La siguiente tabla resume los resultados del análisis practicado al Departamento de Calidad, de acuerdo con el lineamiento de las 7M.

Máquina	Método	Materia prima	Mano de obra	Ambiente	Medición	Administración
No se logra identificar herramientas para todos los integrantes del equipo de trabajo, algunas están gastadas y deterioradas	La mayor parte de las metodologías de trabajo no están documentadas, existe un riesgo muy elevado en caso de que exista fuga de personal con mucha experiencia	El producto se muestra homogéneo, no parece presentar variabilidad en las condiciones que son evaluadas por el departamento	Personal tanto femenino como masculina	Existe un equipo de sonido musical que se mantiene operando durante todo el día, no se controla su nivel de volumen	No hay acceso a los resultados de las métricas departamentales	No se logra identificar que la administración identifique riesgos que puedan atentar contra la continuidad de las operaciones del proceso.
Se observa el uso de equipos rudimentarios o fabricados por el mismo personal	Existe variabilidad en los métodos utilizados en el campo por los colaboradores	Diversidad de SKU	Personal de distintas edades			No se logra identificar la definición de un presupuesto para la renovación de equipos

Máquina	Método	Materia prima	Mano de obra	Ambiente	Medición	Administración
	El producto no se encuentra a la mano del operador					

Tabla 5. Resultados de observación de campo

Fuente: Elaboración propia.

Como resultado de la observación, se detecta que hay oportunidades de mejora en varios de los puntos evaluados. Sin embargo, por su importancia e impacto en el proceso, se considera que los resultados de la observación más relevantes son: información documentada que apoye las actividades del departamento y que, a su vez, permita sentar las bases de la estandarización del proceso de inspección. Asimismo, las condiciones del área de trabajo tienen una importante oportunidad de mejora, los equipos y herramientas no son los idóneos y suficientes para todos los puestos de trabajo; además, hay traslado de material que se puede considerar innecesarios, así como la metodología de inspección.

5.4.1 Entrevista

La entrevista es un método muy popular de investigación y suele utilizarse para identificar posibles causas de problemas, soluciones y puntos de vista. La aplicación de la herramienta permite al usuario crear una ruta de investigación basada en el criterio experto de personas que interactúan constantemente en un escenario de trabajo determinado.

En el caso de este proyecto de investigación, se procede a entrevistar a tres colaboradores que mantienen un alto interés en el proceso y que, además, tienen amplio conocimiento y experiencia en la organización.

Empleado/Puesto	Laura Campos/ Supervisor de Control de Calidad	Vanessa Arrieta/ Operario de Control de Calidad	Arturo Rosabal Arce / Gerente General
Preguntas			
¿Cuál es el proceso que en su opinión debe tratarse?	Inspección de importaciones	El control de los productos.	El proceso mediante el cual la compañía atiende la inspección de los productos de origen externo.
¿Por qué considera que es este el proceso que debe someterse a investigación?	"Existe mucha carga de líneas, se debe buscar una forma más ágil de atender la inspección del producto".	"Ha pasado muchos años y el proceso no se actualiza, puede que exista una mejor forma de hacer las cosas".	"Es uno de los procesos que se han convertido en cuello de botella, se debe buscar la manera de agilizar la liberación del producto".
¿Cuál es la principal afectación?	La liberación del producto diaria no es uniforme	Sobrecarga de trabajo.	Existe el riesgo de no poder despachar los pedidos en el tiempo que la organización espera.
¿Cuáles son las posibles causas del problema?	La variabilidad en los métodos de trabajo	El ingreso desproporcionado de producto	Metodologías de seguimiento y medición desactualizadas, no se apega a la realidad del producto y los proveedores.
¿Qué soluciones ve viables para atacar las problemáticas?	Actualización de los procedimientos de seguimiento y medición.	Actualización de los procedimientos de seguimiento y medición.	Actualización de los procedimientos de seguimiento y medición.

Tabla 6. Resultados de entrevista

Fuente: Elaboración propia

Como se logra observar en la tabla anterior, los colaboradores entrevistados presentan argumentos diferentes entre sí. Sin embargo, coinciden en que es necesario someter a análisis el proceso de verificación de la conformidad, con el fin de agilizar el proceso, aumentar la media de líneas liberadas por día, estandarizar métodos de trabajo y disminuir los tiempos de liberación de los productos importados. Esta información representa un insumo sumamente importante para canalizar la investigación.

5.5. Matriz de partes interesadas o grupos de interés

La matriz de partes interesadas es una herramienta que permite determinar las personas, puestos o departamentos cuyas expectativas deben ser consideradas y ser valoradas como una salida esperada y que, por tanto, debe cumplirse mediante la ejecución de un proceso.

Para el caso de Eagle Electric, se construye un matriz que muestra las principales partes interesadas del proceso. Se comprueba que la principal expectativa de todo el grupo de interés es la comunicación de las líneas que han sido liberadas durante el día. El 75 % de las partes coinciden en que es sumamente importante mantenerse informado sobre el estatus de las líneas aprobadas y rechazadas. La Gerencia General presenta un interés muy elevado en el cumplimiento del proceso (indicadores) y en las oportunidades de mejora que puedan surgir del proceso.

La información requerida por las partes, así como la frecuencia y los responsables de generarla, se muestran en la tabla 8. Esta información es un insumo de valor para el proyecto, ya que conocerla permite que las soluciones planteadas la contemplen en su estructura.

ID	Grupo de interés	Influencia	Interés
1	Jefatura de Aseguramiento de la Calidad	10	10
2	Jefatura del departamento de Logística	7	8
3	Jefatura Comercial	8	10
4	Gerencia General	9	10

Tabla 7. Grupos de interés

Fuente: Elaboración propia.

#	Parte Interesada	Requerimiento	Método de comunicación	Frecuencia de entrega	Responsable
1	Jefatura de Aseguramiento de la calidad	Conocimiento de líneas rechazadas y aprobadas	Email	A conveniencia	Supervisor de CC
2	Jefatura del departamento de logística	Inspeccionar de 8 a 11 líneas por día.	Email	A conveniencia	Jefatura de aseguramiento de la Calidad
3	Jefatura Comercial	Conocimiento de líneas rechazadas y aprobadas	Email	A conveniencia	Jefatura de aseguramiento de la Calidad
4	Gerencia General	Conocimiento de líneas rechazadas y aprobadas	Email	A conveniencia	Jefatura de aseguramiento de la Calidad

Tabla 8. Plan de comunicación para grupos de interés

Fuente: Elaboración propia.

La tabla anterior resume las principales partes interesadas del proceso, sus requerimientos y la forma en la que los responsables deberán atenderlos según la frecuencia determinada. Para efectos de este proyecto de graduación, se tomará como meta que las mejoras al proceso de verificación de la conformidad sean consistentes con las expectativas de la jefatura del Departamento de Logística. Es decir, el proceso debe ser capaz de generar un mínimo de 8 líneas de producto inspeccionado por día y un máximo de 11. Cumplir con esta expectativa apoya el logro de las metas institucionales.

5.6 Prueba de normalidad

La prueba de normalidad no es más que un medio que permite identificar el modelo de distribución que caracterizar un conjunto de datos. Es importante conocer el tipo de distribución antes de aplicar un tratamiento de análisis estadístico. Por tanto, antes de determinar la capacidad del proceso, es importante identificar si los datos de la muestra poseen una distribución de tipo normal o no.

La figura 22 contiene el detalle de los datos que el Departamento de Calidad ha suministrado para que sean sujetos de análisis y con base en ellos se realicen las propuestas de mejora. Los datos de la figura 22 corresponden a la cantidad de líneas de producto que el Departamento de Calidad inspecciona de forma diaria.

Hoja de registro de información	
Responsable	Laura Campos Araya
Cargo	Supervisor de Control de Calidad

No de Observación	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero
1	22	3	8	5	9	8
2	32	9	3	10	6	5
3	20	3	3	7	8	3
4	6	1	3	1	7	7
5	3	6	3	9	3	2
6	1	4	3	4	5	1
7	13	6	2	12	5	0
8	11	8	5	7	8	1
9	5	7	4	7	7	1
10	4	2	4	9	7	7
11		7	3	9	4	4
12		4		9	7	6
13		8		9	1	4
14		5		4	11	6
15		2		4	9	9
16		6		7	10	9
17		5		9	6	7
18		6		10	2	7
19		1		14	3	6
20				8	2	1
21				8	4	6
22				7		1

Figura 22. Hoja de registro para observaciones

Fuente: Eagle Electric S.A. (indicar año).

Ahora bien, con la ayuda del *software* minitab, se analiza la data. De tal forma que:

Hipótesis nula: H0 – Los datos se asemejan a una distribución Normal

Hipótesis alternativa: HI – Los datos no se asemejan a una distribución normal

Nivel de significancia: Alfa (α) = 0.05

Reglas de decisión.

Si P-Value > α No se rechaza la hipótesis nula, lo cual quiere decir que los datos son normales.

Si P-Value < α Se rechaza la hipótesis nula, lo cual quiere decir que los datos no son normales.

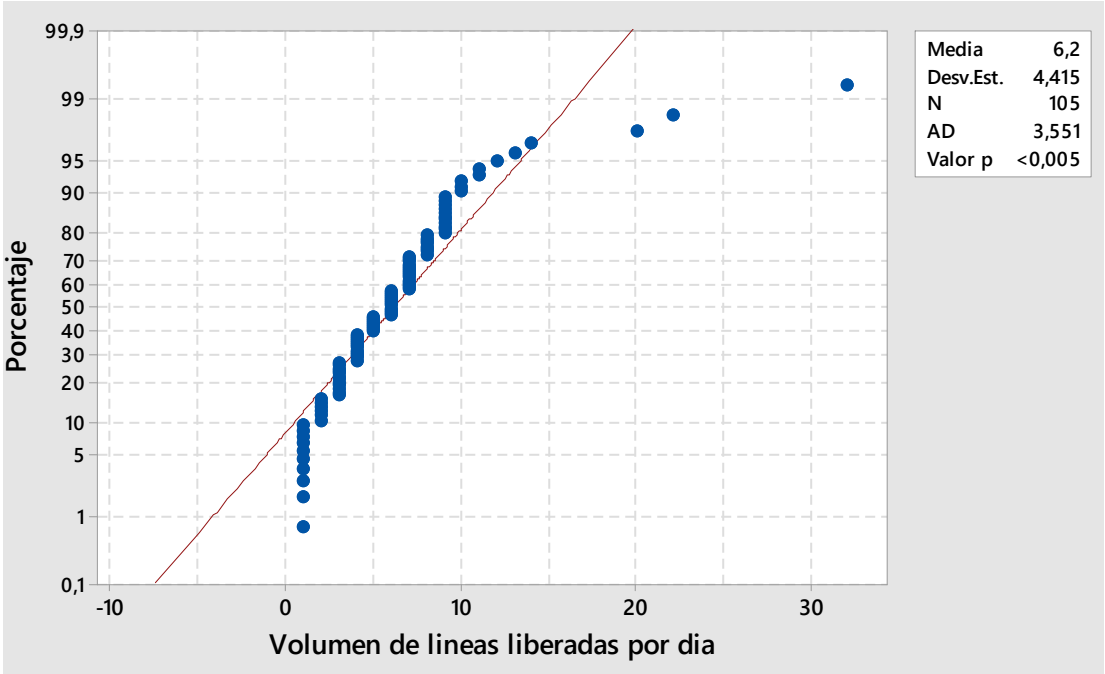

Figura 23. Prueba de normalidad para datos de observaciones

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados demostrados en la gráfica anterior, se rechaza la hipótesis nula, ya que P Value < α. Esto quiere decir que los datos de la muestra no corresponden a un modelo de distribución normal. Por tanto, es necesario determinar a qué tipo de distribución se apega la muestra, para aplicar el análisis de capacidad de proceso; para ello, se utiliza la prueba de bondad de ajuste individual que ofrece el *software* minitab.

Distribución	AD	P	LRT P
Normal	3,551	<0,005	
Transformación Box-Cox	1,558	<0,005	
Lognormal	2,761	<0,005	
Lognormal de 3 parámetros	1,404	*	0,014
Exponencial	7,662	<0,003	
Exponencial de 2 parámetros	4,822	<0,010	0,000
Weibull	1,619	<0,010	
Weibull de 3 parámetros	2,963	<0,005	0,005
Valor extremo más pequeño	13,582	<0,010	
Valor extremo por máximos	1,097	<0,010	
Gamma	1,478	<0,005	
Gamma de 3 parámetros	3,917	*	0,325
Logística	1,261	<0,005	
Loglogística	2,130	<0,005	
Loglogística de 3 parámetros	1,231	*	0,045

Figura 24. Prueba de bondad de ajuste

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los datos obtenidos y demostrados en la figura 24, se selecciona la distribución cuyo valor de P sea más cercano a 0,05 (nivel de significancia previamente establecido). Sin embargo, los resultados de la prueba de bondad de ajuste permiten concluir que ningún modelo de distribución representa los datos de la figura 22. Por tanto, es necesario analizar la conveniencia de la data suministrada por el Departamento de Calidad.

5.7 Gráficos de control de proceso

Los gráficos de control de proceso son una herramienta muy utilizada para analizar el comportamiento de un proceso y prever posibles fallos mediante métodos estadísticos. Existen diversos tipos de gráficos de control, pero, para este proyecto, se utilizará la gráfica para valores individuales, ya que los datos suministrados corresponden a observaciones individuales y no en subgrupos.

Para la determinación de la gráfica, se utilizan como límites los valores especificados por la Gerencia, con el fin de constatar en qué medida las observaciones cumplen con el requerimiento.

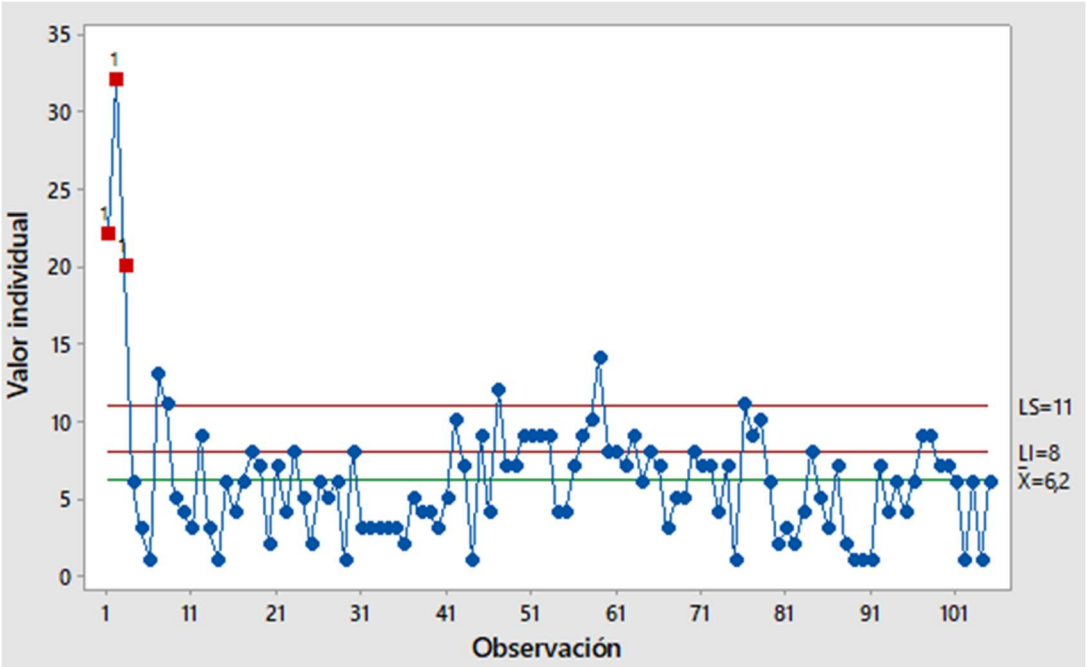

Figura 25. Gráfico de control para líneas liberadas por día

Fuente: Elaboración propia.

Mas del 50 % de las observaciones se encuentran por debajo del límite inferior especificado, la media calculada por la herramienta utilizada es de 6,2, siendo muy diferente a la meta del objetivo planteado por la organización, de 8 líneas diarias.

El proceso no cumple con los resultados deseados, por tanto, es necesario aplicar herramientas de análisis más específicas que ayuden a identificar las causas asignables de la variación.

5.8. Gráfico de bigotes, cajas o boxsplot

Los gráficos de bigotes *o boxsplot* son una herramienta de análisis estadístico que permite evaluar el comportamiento de un conjunto de datos. Esta herramienta permite identificar la variabilidad que, en esencia, se expresa a través de la posición que toman los datos en relación con los cuartiles superior e inferior. En el caso de este proyecto, la herramienta se utilizará para evaluar el volumen de líneas liberadas de forma diaria por el Departamento de Aseguramiento de la Calidad en los meses de agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre del periodo 2021 y enero del 2022.

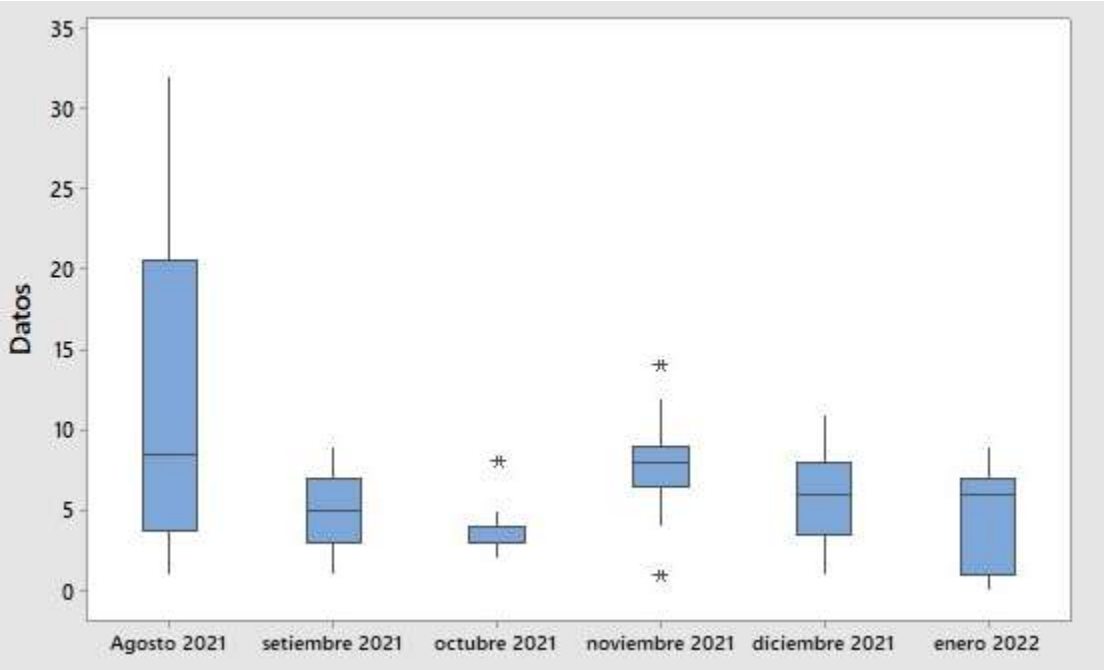

Figura 26. Variabilidad mensual del proceso de verificación de la conformidad

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico se puede observar la variabilidad que existe en el comportamiento del proceso para todos los meses que fueron analizados, esto lo podemos concluir a través del ancho de caja que se presenta. Para todos los meses evaluados, el ancho de caja cambia. El mes durante el cual el proceso se presentó más estable fue en noviembre, ya que su ancho de caja es menor, también es el mes en donde la mediana fue superior (8 líneas liberadas por día en promedio)

Existen valores atípicos muy extremos, por ejemplo, el mes de agosto posee una mediana relativamente superior si se le compara con los demás meses del gráfico, esto quiere decir que, durante este mes, se logró obtener una mayor cantidad de líneas inspeccionadas. Sin embargo, la variabilidad es de las más altas. En contraste, tenemos el mes de noviembre, el cual posee una menor variabilidad, pero con una mediana inferior, por tanto, se logró inspeccionar una menor cantidad de líneas de producto.

Para encontrar una explicación a esta situación se debe prestar atención a la información que se encuentra detallada en la figura 22. En ella, se logra observar que para el mes de agosto existieron días en donde fue posible inspeccionar hasta 32 líneas

de producto, pero también hubo días en donde solo se logra inspeccionar 1 línea. Para el mes de noviembre el escenario es distinto, la cantidad máxima de líneas inspeccionadas fue 14 y de igual forma, hubo un día en donde solo fue posible inspeccionar 1 línea de producto.

Ahora bien, se procede a consultar al supervisor de calidad por qué se obtienen resultados tan diversos en la inspección de líneas; de esta forma, se lograría entender las causas y eventualmente estas se contemplarían en el diseño del modelo de propuestas de mejora. El supervisor a cargo explica que es muy común que el número de colaboradores encargados de la inspección de las líneas varie por distintas razones, una de ellas es incapacidades y permisos personales. Por tanto, existe en la organización la tendencia de “prestar personal” entre los diferentes departamentos para hacer frente a las obligaciones de cada área. Es así como, entonces, se explica la existencia de días en loe que la cantidad de líneas inspeccionadas es extremadamente alto o bajo. Adicionalmente, el supervisor de calidad comenta que los resultados obtenidos durante los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre no representan la realidad del departamento, ya que, durante estos meses, se vivió el pico más alto de COVID-19 en la organización, lo que generó que muchos de los colaboradores se ausentarán por incapacidad. Esta situación, claramente, afecta la data y, por ende, la investigación realizada.

Una vez que se nos comparte esta información, es posible entender las razones que provocan los valores extremos en la data y, a su vez, contemplar dichas razones como un insumo más para el diseño de las propuestas de mejora.

5.9 Transformación de Johnson

Una vez que se ha identificado que no existe un modelo de distribución que justifique la data oficial y que, además, esta información posee valores atípicos que han sido confirmados por el supervisor a cargo del Departamento de Calidad, se concluye que no es recomendable para la investigación considerar la data que corresponde a los meses de agosto a noviembre del 2021, pues son atípicos y no representan los

resultados acostumbrados del proceso. Por tanto, se procede a trabajar únicamente tomando en consideración los datos de los meses de diciembre 2021 y enero 2022.

Ahora bien, como se ha demostrado que la data no posee las características de una distribución normal, se procede a utilizar la transformación de Johnson para obtener data conforme al modelo de distribución normal y posteriormente determinar la capacidad de proceso. Aplicando el procedimiento de transformación de Johnson, se obtiene el siguiente resultado:

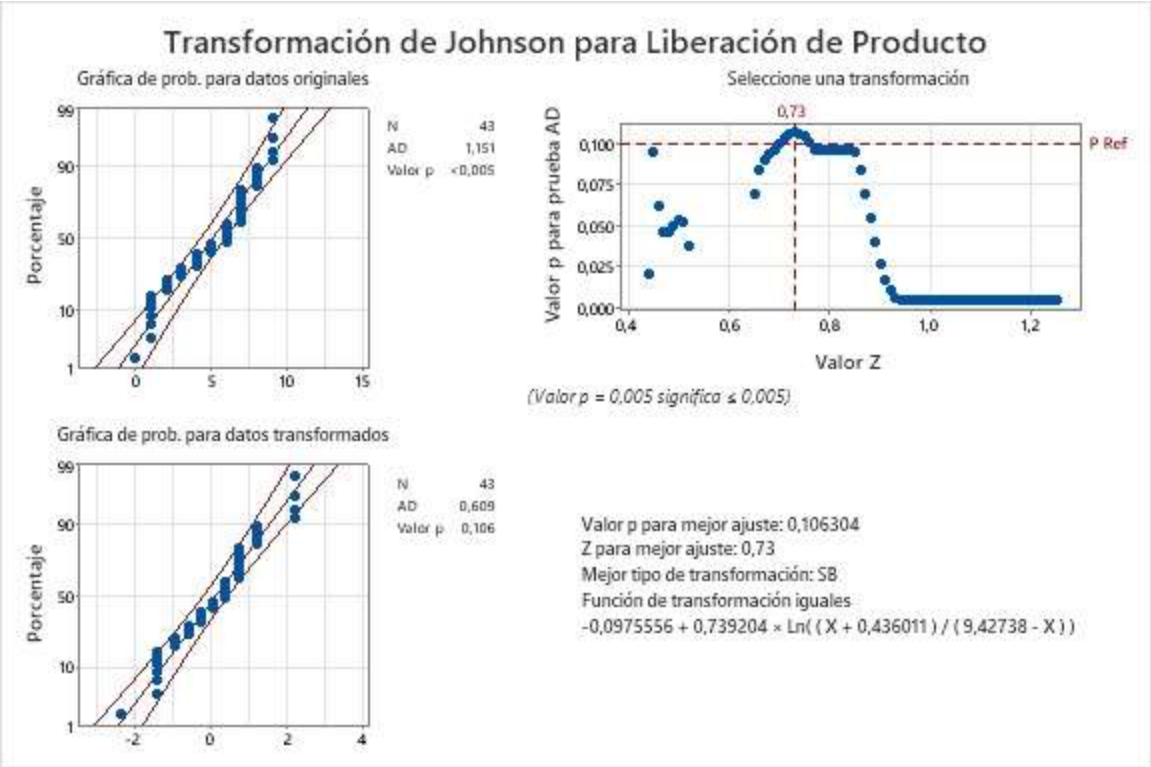

Figura 27. Transformación de Johnson para Liberación de Producto

Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior, es posible ver el resultado de la transformación de la data. El estadístico P es mayor a 0,05. Además, se expresa la función de transformación que permite a su vez reproducir el modelo en bases de cálculo como Excel, en caso de que la plataforma minitab no se encuentre al alcance de la organización y se requiera realizar estimaciones sobre el modelo a futuro.

5.10 Gráficos de capacidad de proceso

Las gráficas de capacidad de proceso son una herramienta muy útil para visualizar qué tan capaz es el proceso de cumplir con el objetivo especificado. Para lograr estimar la capacidad del proceso, se utilizará la transformación de Johnson.

Es importante recordar que uno de los requerimientos de la jefatura de logística como parte interesada es inspeccionar al menos 8 líneas de producto para no afectar el cumplimiento de los acuerdos comerciales establecidos por el área comercial de la compañía, el máximo de líneas establecido por el departamento de logística se mantiene en 11 líneas. A continuación, se procede con la determinación de la capacidad del proceso utilizando la transformación de Johnson.

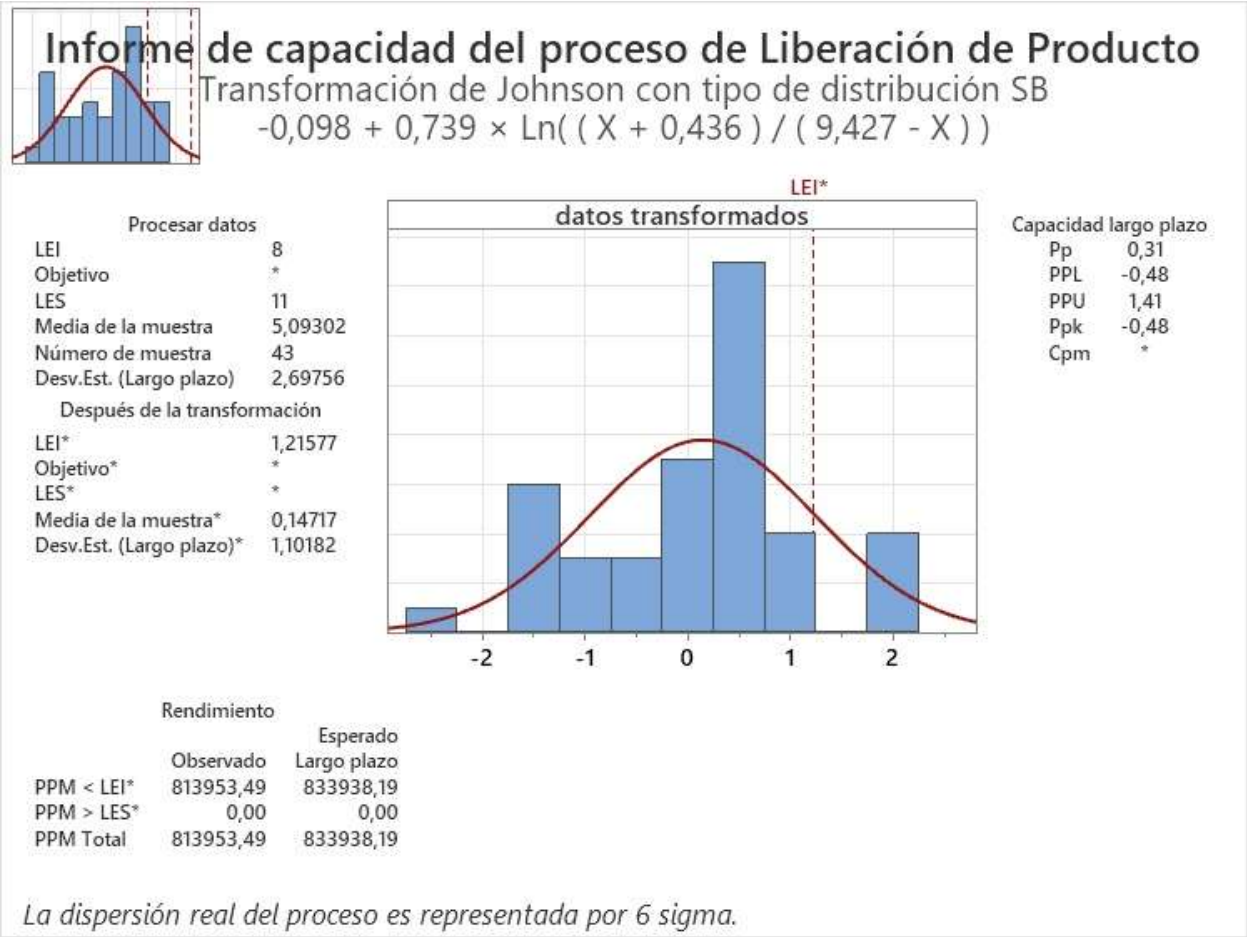

Figura 28. Informe de capacidad de proceso

Fuente: Elaboración propia.

La gráfica demuestra que el proceso no está logrando en el día a día generar los resultados esperados, la evidencia es que la media actual se encuentra fuera de especificación (Ppk =-0,48). Las alternativas son abordar el proceso mediante una reingeniería o bien un cambio en los valores límites definidos. Sin embargo, esta no es una opción, por lo que es necesario diseñar medidas de mejora que controlen la variabilidad de los resultados y permitan el logro de las metas mínimas definidas por la organización.

5.11 Análisis causa-efecto

El diagrama causa-efecto es un instrumento utilizado para facilitar la resolución de las potenciales causas de un problema. En este proyecto, se utiliza el diagrama de Ishikawa para identificar las posibles causas que provocan la variación en la cantidad de líneas de SKU que el Departamento de Calidad libera día con día.

El análisis se fundamenta en las principales variables de un proceso; a saber: máquina, método, mano de obra, materia prima, medición, medio de trabajo y administración de proceso. Las causas que potencialmente podrían impactar a cada una de dichas variables fueron establecidas tomando como referencia la información de la observación de campo realizada, así como el criterio experto del personal del Departamento de Aseguramiento de la Calidad.

Se procede a analizar individualmente algunas de las causas con mayor impacto y prioridad, con el fin de comprender de mejor forma la situación actual de cada una y cómo afectan el problema principal encontrado en el presente proyecto.

Figura 29. Diagrama causa-efecto

Fuente: Elaboración propia.

5.11.1 Presupuesto

El presupuesto y la definición correcta de este es fundamental para garantizar que el departamento tendrá durante el año el acceso a las fuentes necesarias para adquirir los insumos que garanticen la operación ininterrumpida del departamento. No existe evidencia de que exista un presupuesto departamental que considere los rubros o variables planteados en el Ishikawa, por lo que no se puede asegurar que la compañía esté considerando la disponibilidad en el momento justo de los recursos idóneos requeridos por el proceso.

5.11.2 Métricas o indicadores de proceso

Los indicadores del proceso que actualmente lleva el departamento no permiten identificar en qué medida el proceso está cumpliendo con los resultados esperados. Las métricas actuales consisten en controlar la asistencia del personal, la cantidad de unidades no conformes por cada proveedor, pero no existe ningún indicador establecido que esté relacionado con el nivel de cumplimiento del proceso, en relación con la meta de 10 líneas de SKU liberadas por día.

5.11.3 Nivel de clima organizacional

Actualmente, la compañía mide de forma anual el nivel de clima que existe en cada uno de los departamentos. Los factores que mide la encuesta se encuentran asociados con elementos físico-ambientales como orden y aseo de los espacios de trabajo y sensación térmica. Este indicador se ha venido implementado desde el año 2019. Desde entonces, la lectura del indicador viene disminuyendo. Esta situación puede ser una causa que impacte de forma directa la productividad, puesto que en temporadas de verano la temperatura sube hasta los 30C° y el uso de mascarillas en el personal, a razón de la pandemia, hace que el personal se fatigue aún más.

FACTOR	2019	2020	2021
CLIMA GENERAL	68,6	67,2	63,9
ESTABILIDAD LABORAL	76,5	84,2	81,2
SEGURIDAD OCUPACIONAL	N/A	71,2	76,9
SENTIDO DE PERTENENCIA	76,5	80,7	75,7
AMBIENTE FÍSICO DE TRABAJO	69,5	76,8	74,5
EFECTIVIDAD DEL DEPARTAMENTO	76,2	75,8	69,8
DESARROLLO PROFESIONAL	64,8	67,7	67,8
EQUIDAD	64,1	63,5	60,8
COMUNICACIÓN ASCENDENTE	74,1	70,2	60,4
MOTIVACIÓN	64,0	67,0	59,2
LIDERAZGO	71,3	63,9	57,6
TRABAJO EN EQUIPO	69,2	66,7	57,6
RECONOCIMIENTO	54,9	60,4	55,7
SATISFACCIÓN LABORAL	42,9	56,5	54,5
COMUNICACIÓN HORIZONTAL	73,3	64,6	54,1
COMUNICACIÓN DESCENDENTE	64,9	63,2	52,5

Figura 30. Resultados de clima organizacional Departamento de Calidad

Fuente: Elaboración propia.

A pesar de los resultados del indicador, el factor clima organizacional no será toma en consideración, ya que la compañía se encuentra evaluando un proyecto estratégico que involucra un reacomodo de áreas operativas. Este cambio impactará de forma positiva el ambiente organizacional del departamento.

5.11.4 Mano de obra

Aunque en el departamento y la organización en general han establecido perfiles para cada uno de los puestos de la compañía, no fue posible identificar que los perfiles contemplasen factores como habilidades y competencias requeridas, de acuerdo con las actividades clave que se ejecutan en el proceso. Los perfiles describen que es necesario al menos un año de experiencia para el puesto. No obstante, se ha identificado personal que no cuenta con esa experiencia previa y tampoco existen procedimientos establecidos que permitan acortar la posible brecha por el no cumplimiento del perfil de puesto.

La actividad de inspección es 100 % manual, depende del factor humano para el logro de los objetivos, por tanto, si una sola persona del equipo de inspección llegase a faltar un día a su puesto de trabajo, el volumen de unidades liberadas podría verse impactado negativamente. Tampoco existe un plan de acción que permita mantener las operaciones del departamento en caso de que uno o más de sus colaboradores se viesen afectados por el COVID19 o alguna de sus variantes.

5.11.5 Materia prima

El Departamento de Aseguramiento de la Calidad inspecciona los SKU que la compañía importa desde distintos países como China, México, Portugal etc. Cada uno de estos modelos pertenece a familias cuyas características entre sí son muy diferentes.

Existen familias como interruptores, tomacorrientes, enchufes y conectores. Esto implica que la gama de procedimientos de inspección sea amplia y, en consecuencia, también aumenta el número de procedimientos que debe conocer el personal (ningún procedimiento se encuentra documentado).

Hay proveedores oficiales de la compañía que presentan niveles de rechazo inferiores al 0,5 %. Esta condición obliga a cuestionar si resulta conveniente mantener las condiciones de inspección actuales para proveedores de cierto nivel de confiabilidad. Tal y como se muestra en la siguiente figura, donde se detalla el comportamiento a nivel de rechazos del proveedor P00041. Un posible cambio en el plan de inspección podría potencialmente provocar un ahorro de recursos que podrían ser reasignado al proceso

de verificación de la conformidad. Además, los artículos suministrados por estos proveedores poseen sellos de calidad internacionalmente reconocidos como UL, CE, NOM e IEC.

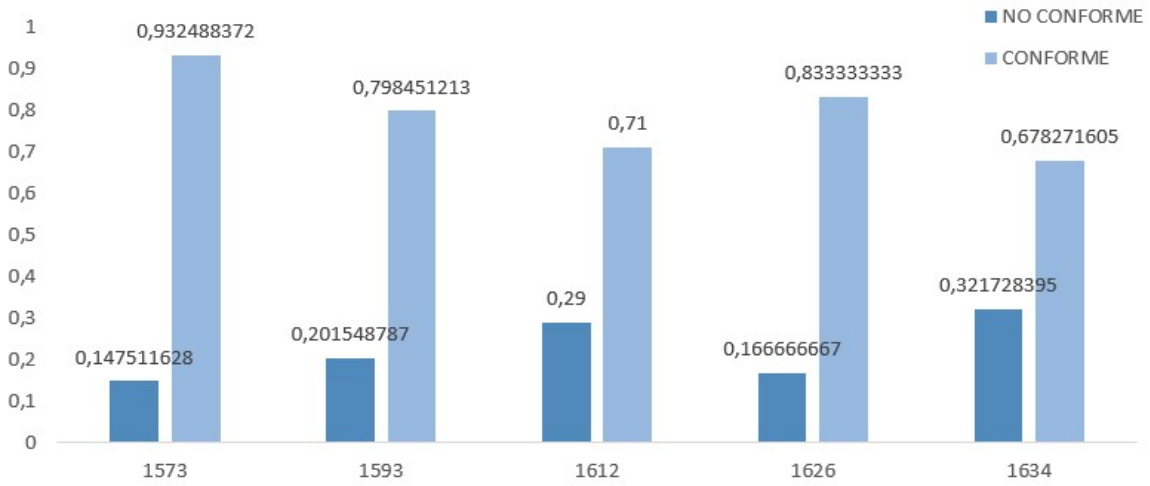

Figura 31. Comportamiento de PNC proveedor MTLC

Fuente: Elaboración propia.

5.11.6 Métodos de trabajo

No fue posible identificar métodos de trabajo debidamente documentados que indiquen qué, cómo, cuándo, quién y de qué forma se deben ejecutar las actividades de valor de la compañía, esto conduce a pensar que existe un gran riesgo asociado con que cada colaborador realice actividades utilizando métodos diferentes, lo cual contribuye a que se mantenga la variabilidad ya demostrada del proceso.

Asimismo, el plan de inspección de la compañía describe la existencia de 7 distintas pruebas de calidad que se aplican, de acuerdo con el tipo de producto. Sin embargo, se puede cuestionar la conveniencia de la aplicación de dichas pruebas, cuando se analiza la cantidad de ocasiones en las que se rechazó cada una de ellas durante todo el periodo 2021.

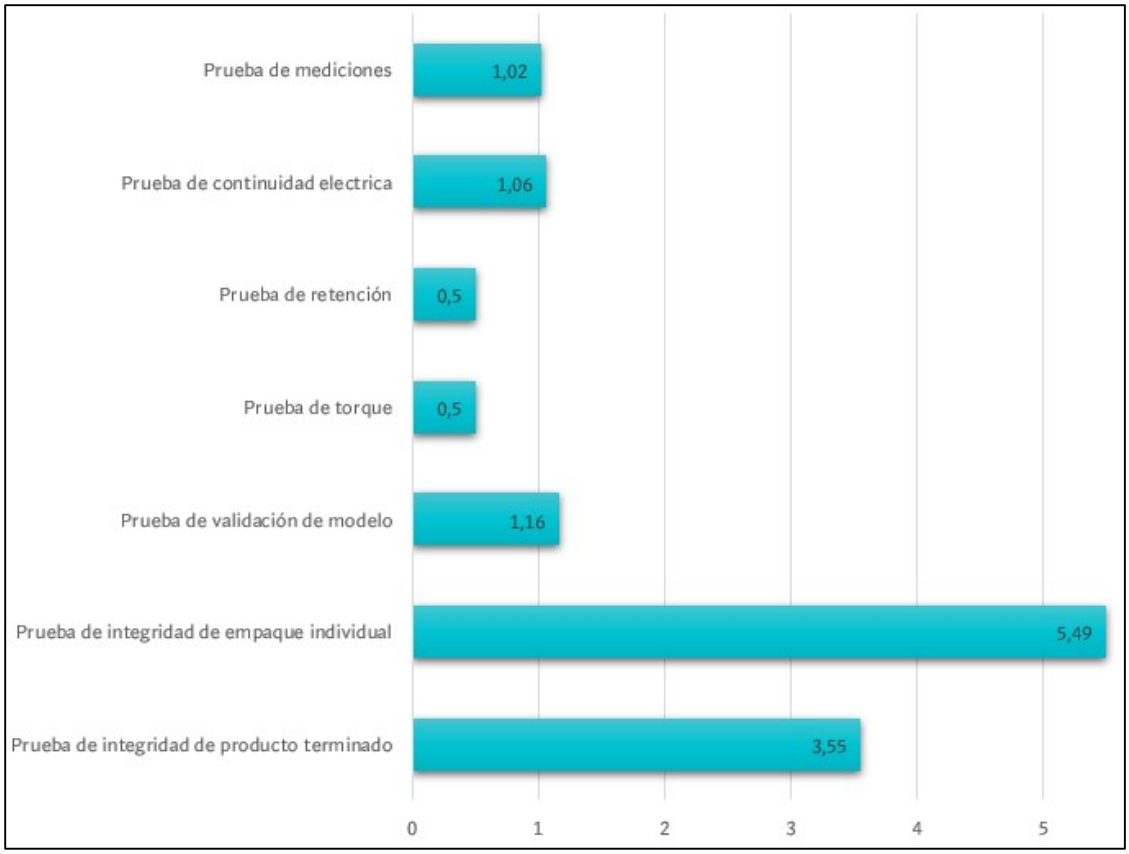

Figura 32. Índice de rechazos de pruebas de calidad periodo 2021

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico anterior es posible evidenciar que solamente dos de dichas pruebas tienen porcentaje de rechazo superior al 3 % durante todo el periodo 2021.

5.11.7 Maquinas – equipos

Los equipos que mantiene el departamento, en muchos casos, están obsoletos o dañados. También son insuficientes, pues no todos los puestos de trabajo cuentan con ellos a pesar de necesitarlos. El supervisor del área desconoce cuántos equipos tiene a su disposición para las actividades del área, no existe una fuente que permita conocer cuáles son los equipos mínimos con los que debe contar el departamento, para que el proceso fluya ágilmente.

5.12 Conclusiones de análisis de la situación actual

Con el estudio de la situación actual, se observan grandes oportunidades de mejora para la compañía Eagle Electric S.A. Esto se ve evidenciado en el indicador de clima departamental, así como en el índice de confiabilidad de proveedores oficiales de la organización. Una vez realizado el análisis completo, por medio de herramientas estadísticas, así como diagramas y gráficas, se pueden determinar las causas y problemáticas existentes y definir cuáles van a tener la priorización. Entre las causas identificadas se encuentran:

- Carencia de métodos de trabajo definidos.
- Carencia de estandarización de procesos.
- Carencia de documentación de manuales y procedimientos de trabajo para la inspección de líneas de SKU.
- Desactualización del diseño de puesto de trabajo (equipos y herramientas).
- Desactualización de indicadores y controles adecuados al proceso.
- Desactualización del modelo de inspección de producto.

Las causas mencionadas anteriormente serán en las que se enfocará las propuestas de mejora, con el fin de optimizar el proceso, estabilizarlo e impactar económicamente de manera positiva a la organización

6. Capítulo VI: Diseño de la propuesta

6.1. Definición de la propuesta de trabajo

A continuación, se presenta una tabla que resume las causas asociadas y la forma en la que se van a abordar a través de la aplicación de herramientas y dar la solución más apropiada:

Propuesta general	Actividades específicas	Causa asociada	Efecto
Rediseño y estandarización de proceso.	6.2 Definición del alcance de la propuesta de rediseño. 6.3 Definición de la propuesta de rediseño. 6.4 Validación del método.	Método de trabajo. Carencia de actualización de perfiles de puesto. Carencia de estandarización de proceso. Carencia de documentación de manuales y procedimientos de trabajo para la inspección de líneas de SKU. Desactualización del modelo de inspección de producto. Desactualización del diseño de puesto de trabajo (equipos y herramientas).	Optimización del proceso, control de la variabilidad

Tabla 9. Resumen de propuesta de trabajo

Fuente: Elaboración propia.

6.2. Definición del alcance de la propuesta de rediseño

Tal y como se ha establecido en el análisis causa raíz, no existen manuales documentados que defina las actividades que deben realizarse durante la inspección de una línea de SKU y mucho menos que detallen la forma en la que se deben ejecutar. A su vez, el plan de calidad establece un protocolo de inspección que involucra la puesta en práctica de 7 pruebas de calidad que, de acuerdo con los datos suministrados por la jefatura del Departamento de Calidad, el índice de rechazo en el periodo 2021 de dichas pruebas fue de aproximadamente del 1 % en el 72 % de las pruebas del plan. Por tanto, en este capítulo del proyecto se brinda una propuesta que involucra la actualización del plan de trabajo y la definición de manuales que especifiquen qué, cómo, quién y cuando deben de aplicarse las actividades de inspección.

Para lograr lo planteado en el párrafo de anterior, se realiza una lluvia de ideas con el personal operativo del Departamento de Calidad para responder a la pregunta: ¿Cómo debería ser el en nuevo método de verificación de la conformidad? ¿Qué tipo de recurso necesitamos para que el nuevo modelo sea exitoso?

Al involucrar al personal en el diseño del nuevo modelo, se desea aumentar la aceptación y facilitar su implementación.

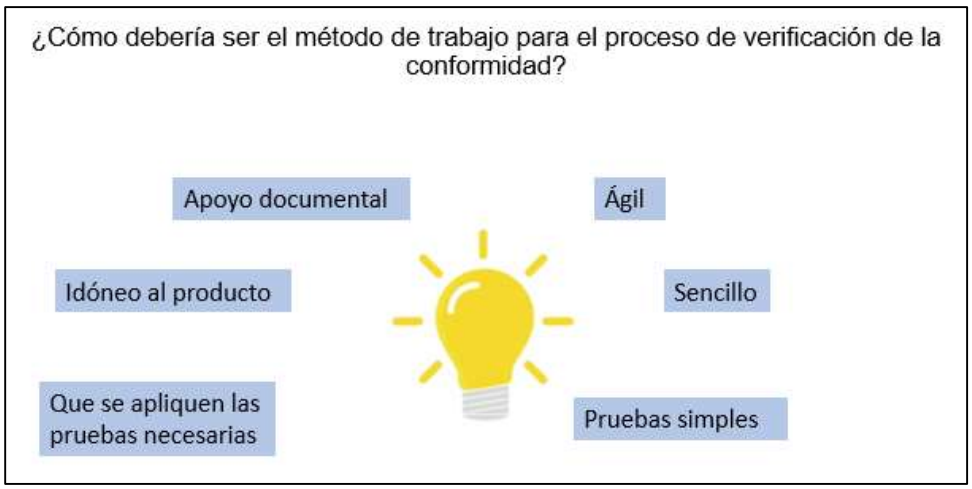

Figura 33. Lluvia de ideas - Método de trabajo

Fuente: Personal operativo del departamento de Calidad

Tal y como se logra evidenciar en la ilustración 10. La expectativa del personal operativo del departamento de Calidad consiste en contar con un modelo de inspección de producto que contemple el seguimiento al cumplimiento de aquellos atributos básicos del producto, pero que a su vez dicho seguimiento se encuentre respaldado documentalmente para que quede claro lo que se debe hacer y cómo debe hacerse, Además, estos manuales de trabajo se convertirían en una fuente de consulta y de entrenamiento para futuros nuevos recursos.

Las pruebas deben ser sencillas, agiles y convenientes al producto.

Ahora bien, tal y como se planteó en los alcances de este proyecto. Cualquier intento de rediseño del modelo de verificación de la conformidad, debe impactar aquellas líneas de SKU que constituyen al menos el 60 % de las ventas de la compañía. Por tanto, en el gráfico 11 se muestra la participación a nivel de mercado de cada una de las grandes familias de producto de la organización y de acuerdo con los datos, el rediseño del proceso de verificación de la conformidad debe impactar las líneas de SKU que pertenecen a la familia de productos ferreteros.

LINEA	MONTO	SHARE
Ferretera	$ 15.356.706	62 %
Habitacional	$ 9.143.241	37 %
Industrial	$ 184.750	1 %
TOTAL	$ 24.684.697	**100 %**

Tabla 10. Ingreso en dólares por familia de producto.

Fuente: Elaboración propia

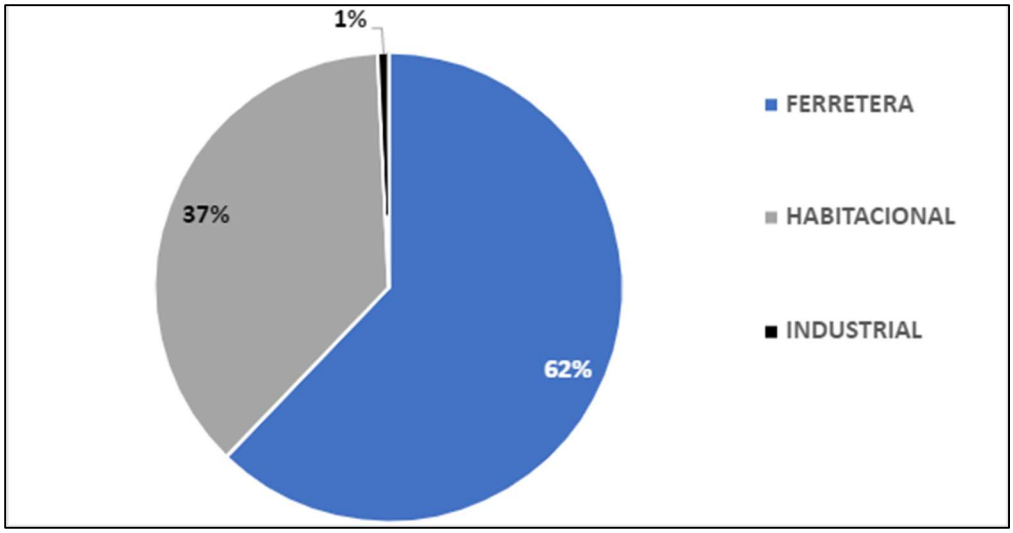

Figura 34. Gráfico de ventas por familia de producto.

Fuente: Elaboración propia.

La familia ferretera está constituida por tomacorrientes, enchufes, conectores e interruptores. A pesar de que se trata de SKU distintos y con aplicaciones muy diferentes, existen características básicas que si son comunes entre sí y es de gran importancia determinarlas para constituir un modelo de inspección que sea funcional para todos los tipos de SKU y así cumplir con las expectativas declaradas en la lluvia de ideas generada por el equipo operativo del Departamento de Calidad. En el siguiente listado se establece las características comunes.

- Composición a base de plástico.
- Terminales eléctricos de tipo tornillo
- Medios para el acople de otro tipo de productos
- Presencia de componentes metálicos
- Terminales eléctricas bajo normativa de configuración de color
- Partes móviles que no deben desprenderse con la manipulación
- Color homogéneo en toda la estructura plástica.

En resumen, de acuerdo con el análisis realizado en este apartado y tomando además como apoyo la evidencia declarada en la sección del análisis causa-raíz. Se concluye que la propuesta de rediseño del nuevo proceso de verificación de la conformidad debe aplicar únicamente a las líneas de SKU que componen la familia

ferretera, además existen grandes oportunidades de establecer un modelo de inspección que involucre menor cantidad de pruebas de calidad ya que los proveedores que suministran a la compañía estos artículos, tienen más de 15 años de mantener relaciones comerciales con Eagle Electric, lo cual se encuentra establecido en el FODA de la compañía como una fortaleza, inclusive el comportamiento en términos de unidades no conformes para estos proveedores es de aproximadamente 0.5 % de PNC, lo cual es sumamente bueno si se le compara con otros proveedores de la compañía. Este dato quedó establecido en el apartado de análisis causa raíz, así como también se declaró el índice porcentual de rechazo para cada una de las pruebas del actual plan de calidad, en donde el 72 % de estos procedimientos cuenta con un valor de rechazo igual o inferior al 1 %. El 28 % restante de las pruebas de calidad que sí mantienen un índice superior de rechazo será contemplado en el rediseño.

6.3. Definición de la propuesta de rediseño

Se realizaron cambios en la estructura del plan de calidad de la compañía, cabe mencionar que el plan de calidad es el documento madre que define las pruebas de calidad que se aplican a cada modelo de producto. Además, se definieron las metodologías necesarias que complementan el nuevo plan de calidad y que tienen como fin orientar al operario en la ejecución de las pruebas del plan de calidad. Una vez definido el plan de calidad y los manuales asociados, se establecen los equipos que son necesarios para la realización de las actividades de una forma segura y eficiente. A continuación, los detalles de cada uno de estos puntos mencionados.

6.3.1 Reestructuración de plan de calidad

Se establece un plan de calidad constituido por una única prueba llamada prueba de integridad. Esto quiere decir que se suspende la aplicación de las pruebas:

- Prueba de continuidad eléctrica.
- Prueba de mediciones.
- Prueba de torque.
- Prueba de empaque individual.
- Prueba de validación de modelo.

La justificación para eliminar del plan las pruebas citadas radica en el bajo índice de rechazo evidenciado durante todo el periodo 2021 en los proveedores oficiales PE00041 y PE00042. Además, en el FODA de la compañía se establece como una fortaleza el hecho de que la compañía cuenta con proveedores que ofertan productos respaldados por sellos de calidad internacionalmente aceptados como UL, NOM, CE e IEC. Cabe mencionar que las líneas de SKU de la familia ferretera cuentan con estos sellos de calidad.

La nueva prueba de calidad (prueba de integridad) implica la unificación de las dos pruebas que mantienen un índice de rechazo de 3,5 % y 5,5 %, respectivamente. Estas pruebas son:

- Prueba de integridad de producto terminado.
- Prueba de integridad de empaque individual.

El comportamiento histórico de ambas pruebas demuestra que existe una gran oportunidad de mejora que la compañía debe abordar y trabajar con el proveedor a través de planes de acción correctiva. Sin embargo, esta actividad no se contempla en el alcance de este proyecto.

La aplicación de una sola prueba de calidad impacta de forma positiva la variabilidad del proceso de verificación de la conformidad, ya que, como se muestra en la tabla 11, los tiempos consumidos por cada prueba varían entre sí por la naturaleza y la complejidad que les caracteriza. A menor cantidad de procedimientos, mayor ahorro de tiempo y menor oportunidad de incurrir en tiempos de inspección desproporcionados. Aplicar una sola prueba es el primer paso para la definición de un tiempo estándar de inspección.

Horas invertidas en horas	Prueba de integridad de producto	Integridad de empaque	Mediciones	Torque	Prueba eléctrica	Prueba de retención	Validación de modelo
	2387,7	30,2	879,6	450,0	181,2	256,8	400,4

Tabla 11. Horas invertidas por prueba - periodo 2021

Fuente: Eagle Electric S.A. (indicar año).

6.3.2 Nueva prueba de calidad

Tal y como se planteó en el punto anterior, la propuesta consiste en el diseño e implementación de una única prueba de calidad llamada: prueba de integridad. La prueba se estructura de la siguiente forma:

Prueba	Tamaño de muestra	Método asociado	Frecuencia
Prueba de Integridad	Nivel de Inspección General III - Plan de muestreo Simple para inspección estricta. AQL 2,5	Visual – Procedimientos definidos en el manual de trabajo.	Una vez por unidad de muestra.

Tabla 12. Estructura de prueba de calidad

Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, para determinar el alcance de la prueba de integridad, es necesario analizar los criterios que resultan relevantes para el cliente final. Esta información es bien conocida por el departamento comercial, es así como, por medio de sesiones de trabajo, se logra construir un árbol de CTQ que contempla los críticos para la calidad más relevantes. En la siguiente figura es posible ver el detalle.

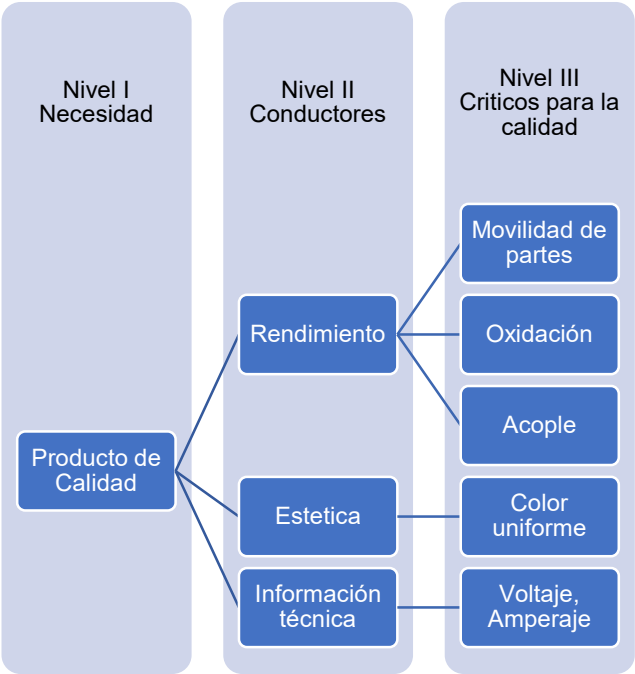

Figura 35. Árbol de críticos para la calidad

Fuente: Departamento comercial

Conociendo los criterios de interés del departamento comercial de Eagle Electric, es posible determinar los aspectos del producto que deben ser considerados y evaluados en la prueba de integridad, los cuales se plantean en la figura 34. En la tabla 13, se muestra la construcción del alcance de la prueba de acuerdo con los críticos de la calidad definidos por el Departamento Comercial.

¿Qué Hacer?	¿Cómo Hacerlo?	¿Quién lo hace?	¿Cuándo Hacerlo?	¿Dónde Hacerlo?	¿Por qué Hacerlo?
Validar que el producto posea todos los componentes esenciales para su operación	Visual	Operario de Control de Calidad	Una vez para cada unidad de la muestra	Instalaciones de SLV	Evitar el ingreso de producto con caracteristicas inadecuadas o no oficiales
Validar que no haya en el producto rayones, faltas de material, manchas, huellas, vetas, oxidación etc.	Visual	Operario de Control de Calidad	Una vez para cada unidad de la muestra	Instalaciones de SLV	Evitar el ingreso de producto con desgaste marcado que afecte la presentación estetica
Validar que exista movilidad en las partes en las qué debe existir movimiento; dichas partes son teclas, palancas , tornillos, etc.	Manipulación de elementos a través del uso de atornilladores y acción manual	Operario de Control de Calidad	Una vez para cada unidad de la muestra	Instalaciones de SLV	Evitar el ingreso de producto con desgaste marcado que afecte la presentación estetica
Validar que exista un adecuado montaje y acople entre el producto y otros artefactos que por configuración deba adecuarse	Realizar acople utilizando calibres y herramientas definidas según el modelo	Operario de Control de Calidad	Una vez para cada unidad de la muestra	Instalaciones de SLV	Validar que el producto se ajuste a los distintos aditamentos que le pueden complementar
Validar que el empaque individual esté debidamente sellado (caja o bolsa)	Visual	Operario de Control de Calidad	Una vez para cada unidad de la muestra	Instalaciones de SLV	Evitar que el producto se salga de su empaque
Validar la información técnica del empaque	Lectura de la información y eventual comparación con ficha tecnica y catalogo	Operario de Control de Calidad	Una vez para cada unidad de la muestra	Instalaciones de SLV	Asegurar que la información tecnica sea la correcta
Validar correspondencia de codigo de barras	Lectura de información y eventual comparación con el manual de codigo de barras	Operario de Control de Calidad	Una vez para cada unidad de la muestra	Instalaciones de SLV	Asegurar la impresión del codigo de barras correcto
Validar que el punch del empaque esté cortado almenos en un 95% de su circunsferencia	visual	Operario de Control de Calidad	Una vez para cada unidad de la muestra	Instalaciones de SLV	Asegurar el montaje de la unidad en el anaquel

Tabla 13. Contenido de la prueba de integridad

Fuente: Elaboración propia.

6.3.3 Recursos de nuevo procedimiento de trabajo

Los procedimientos de trabajo con instrucciones estandarizadas adquieren mucha relevancia para una organización, pues son necesarios para la mejor ejecución del trabajo, el cual contiene las políticas y, a detalle, todas las actividades a realizarse en una tarea específica, describiendo de manera sistemática los pasos a seguir, para ejecutar las actividades. Por lo que se procede al proceso de creación de manuales de

instrucciones estandarizadas para los operarios del Departamento de Calidad. Entre los objetivos y beneficios a esperar están:

- Ser una guía para las operaciones de la organización y que estas se desarrollen de una manera eficiente.
- Ser una guía para el entrenamiento del personal.
- Facilitar la comunicación e interpretación de los procedimientos
- Manuales de procedimiento y su vinculación con el control interno.

Para este puesto en particular, se llevó un proceso de observación, entrevistas, análisis de estudio, capacitaciones, para lograr la creación de los manuales de puesto, definiendo las tareas de forma fácil de entender, explicando para qué y por qué, agregando las observaciones importantes por tarea.

6.3.3.1 Operarios de calidad

Los operarios de calidad son los colaboradores del departamento que tienen contacto con el producto que se debe muestrear, ellos son quienes reciben los corrugados que contienen las líneas de SKU y aplican las pruebas definidas en el plan de calidad con ayuda de los equipos asociados con el proceso. Además, deben interpretan los resultados de las pruebas, una vez que estas finalizan y comunicar los resultados al supervisor de calidad.

De acuerdo con la definición del plan de calidad y el alcance de la prueba integridad, se procede a redactar los manuales de proceso que se detallan a continuación y que tienen como fin estandarizar las actividades de verificación de la conformidad.

6.3.3.2 Manual de criterios de componentes básicos de operación

El manual se compone de una serie de fotografías para cada una de las líneas de SKU que componen la familia ferretera. Cada una de las imágenes detalla los componentes que son esenciales para la operación de los modelos y que, por tanto,

deben estar presente. Además, describe el método mediante el cual el operario debe validar la presencia y el buen funcionamiento.

EAGLE	MANUAL OPERATIVO - PRUEBA DE INTEGRIDAD	Codigo: MO-PRGE01-01
		Versión: 1
	COMPONENTES BASICOS PARA LA OPERACIÓN	Liberación: enero 2022
		Paginas 40

Sección	Pagina
Proceso	1
Sub Proceso	1
Objetivo	1
Alcance	1
Tomacorrientes	2
Enchufes	10
Conectores	27
Interruptores	33

Figura 36. Manual de criterios básicos de operación

Fuente: Elaboración propia.

6.3.3.3 Manual de criterios de estética

El manual de criterios de estética está conformado por imágenes de todas las líneas de SKU que componen la línea ferretera. Las imágenes consisten en tomas de los principales defectos estéticos que no son tolerados por la organización y que, por tanto, son motivo de rechazo. Estos defectos son: degradación de color, degradación de resinas y *flush* de color. Con este manual, los operarios podrán identificar con facilidad las no conformidades y el método correcto para ejecutar la verificación.

EAGLE	MANUAL OPERATIVO - PRUEBA DE INTEGRIDAD	Codigo: MO-PRGE01-02
		Versión: 1
	CRITERIOS DE ESTETICA	Liberación: enero 2022
		Paginas 25

Sección	Pagina
Proceso	1
Sub Proceso	1
Objetivo	1
Alcance	1
Tomacorrientes	2
Enchufes	8
Conectores	16
Interruptores	21

Figura 37. Manual de criterios de estética

Fuente: Elaboración propia.

6.3.3.4 Manual de criterios de movilidad

El manual de criterios de movilidad detalla cuáles son las partes móviles de cada una de las líneas de SKU. También describe el método correcto para comprobar el funcionamiento de cada una de las partes móviles.

EAGLE	MANUAL OPERATIVO - PRUEBA DE INTEGRIDAD	Codigo: MO-PRGE01-03
		Versión: 1
	CRITERIOS DE OPERACIÓN DE PARTES MOVILES	Liberación: enero 2022
		Paginas 20

Sección	Pagina
Proceso	1
Sub Proceso	1
Objetivo	1
Alcance	1
Tomacorrientes	2
Enchufes	8
Conectores	15
Interruptores	17

Figura 38. Manual de criterios de movilidad

Fuente: Elaboración propia.

6.3.3.5 Manual de criterios de acople

Para abordar esta parte de la prueba, se ha redactado el manual de criterios de acople, el cual permite identificar las herramientas y el método correcto para comprobar la capacidad de acople de cada uno de los modelos de la familia ferretera.

EAGLE	MANUAL OPERATIVO - PRUEBA DE INTEGRIDAD	Codigo: MO-PRGE01-04
		Versión: 1
	ACOPLE	Liberación: enero 2022
		Paginas 15

Sección	Pagina
Proceso	1
Sub Proceso	1
Objetivo	1
Alcance	1
Tomacorrientes	2
Enchufes	5
Conectores	9
Interruptores	13

Figura 39. Manual de criterios de acople

Fuente: Elaboración propia.

6.3.3.6 Manual de criterios de empaque

El manual de criterios de empaque es un documento que se elaboró con imágenes de la información técnica de cada una de las líneas. Esta información consiste en la especificación del código de barras, la tensión y la corriente eléctrica que corresponde.

EAGLE	MANUAL OPERATIVO - PRUEBA DE INTEGRIDAD	Codigo: MO-PRGE01-05
		Versión: 1
	CRITERIOS DE EMPAQUE	Liberación: enero 2022
		Paginas 45

Sección	Pagina
Proceso	1
Sub Proceso	1
Objetivo	1
Alcance	1
Tomacorrientes	2
Enchufes	18
Conectores	27
Interruptores	36

Figura 40. Manual de criterios de empaque

Fuente: Elaboración propia.

6.3.3.7 Plan de capacitación

Directamente relacionado con el proceso de implementación de manuales, como parte del proceso de capacitación, se implementa un programa de entrenamiento, donde los operarios deberán seguir un plan de capacitación para lograr ejecutar cada una de las actividades del plan de calidad y la prueba de integridad. Estas sesiones de entrenamiento son claves para estandarizar los métodos y atacar la variabilidad en la cantidad de líneas de SKU que se libera de forma diaria. Los manuales se elaboraron utilizando imágenes de los productos, procurando que sean a prueba de fallos y entendibles para cualquier persona. Durante la capacitación, se explicarán detalladamente las priorizaciones, el qué se hace, cómo y por qué.

Para el desarrollo de la capacitación inicial, hablando de contrataciones nuevas, tiene una duración de tres días. Dentro de este espacio, se contempla un periodo de 215 minutos, en las cuales se pretende realizar una inducción a los procesos, manuales; seguida de la cuantificación de los beneficios y el valor agregado en el proceso. Una vez

expuesto esto, se procedería con los operarios del departamento, donde se hará una explicación en el área.

Punto	Tema	Detalle	Duración (min)
1	Proceso de verificación de la conformidad.	Explicación resumida de cómo funciona el proceso de verificación de la conformidad.	30
2	Explicación importancia de manuales.	Señalar los puntos más representativos en los manuales.	20
3	Beneficios de la herramienta.	Estandarizar los procesos y unificar los procedimientos.	20
4	Nuevo proceso de verificación de la conformidad.	Explicación paso a paso de cómo se desarrolla el nuevo proceso de verificación de la conformidad.	30
5	Nuevos manuales.	Explicación del contenido de los nuevos manuales.	100
6	Preguntas.	Dinámica de las posibles preguntas que podrían realizar los operarios.	15
		Total:	215min

Tabla 14. Programación de capacitaciones

Fuente: Elaboración propia.

6.3.4 Nuevo modelo de trabajo

La forma en la que el departamento de control de calidad ha puesto en práctica las actividades de su plan de calidad ha consistido siempre en la asignación de una línea de SKU para todo el equipo de trabajo operativo que está conformado por cuatro operarios. Estos operarios se encargan de aplicar cada uno las pruebas que corresponda a dicha línea. De tal forma que el supervisor indica a cada operario cuál prueba debe ejecutar hasta completar el plan de inspección para el modelo que está siendo muestreado. Como ya ha sido expuesto en otro apartado de este proyecto, los tiempos

que tarda cada operario en culminar cada una de las pruebas puede variar y la cantidad de pruebas que corresponde aplicar a cada modelo varía dependiendo de su naturaleza. Por tanto, puede que el plan de muestreo de una línea de SKU esté conformado por cuatro o hasta siete pruebas, contribuyendo así a la variación de la cantidad de líneas de SKU que el Departamento de Calidad libera día a día.

En la figura 41, se ejemplifica el modelo de trabajo que implementaba el Departamento de Calidad antes del desarrollo de la propuesta de este trabajo final de graduación. En ella se detalla la asignación de cada una de las pruebas de un modelo en particular al equipo de trabajo.

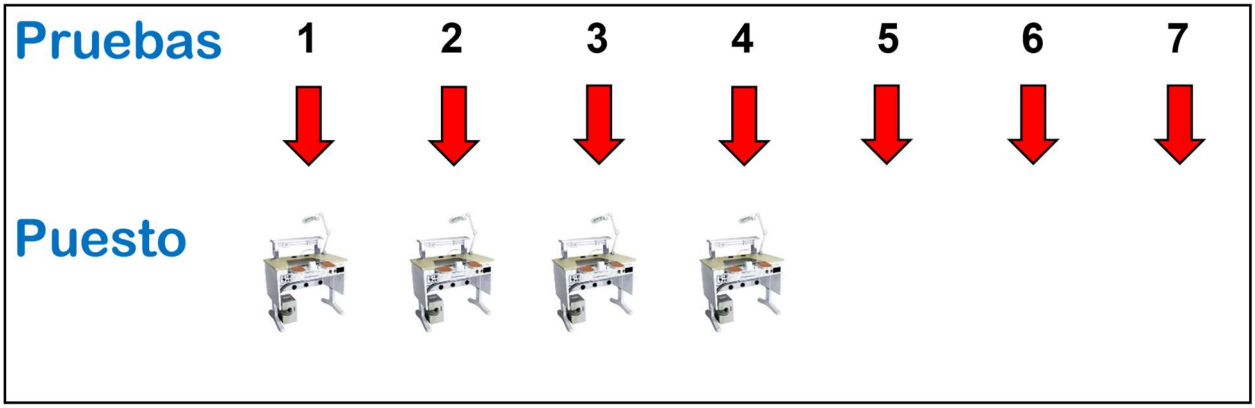

Figura 41. Modelo de trabajo sin la mejora del proceso

Fuente: Elaboración propia.

Una vez aplicados la propuesta de mejora al plan de calidad, donde solo se tiene una única prueba, se cambia el modelo de trabajo actual por uno mejorado que consiste en asignar la muestra al equipo de trabajo.

Este cambio en la forma en la que se aborda la inspección genera ahorros de tiempo a causa de la disminución en la cantidad de pruebas y, además, permite disminuir el tiempo de inspección, ya que la muestra se divide entre todo el equipo, lo cual crea la oportunidad de que se logren procesar más líneas de SKU por día.

La figura 42 permite ejemplificar la propuesta de trabajo, allí es posible ver la existencia de una única prueba que es atendida por todo el equipo de trabajo a la vez.

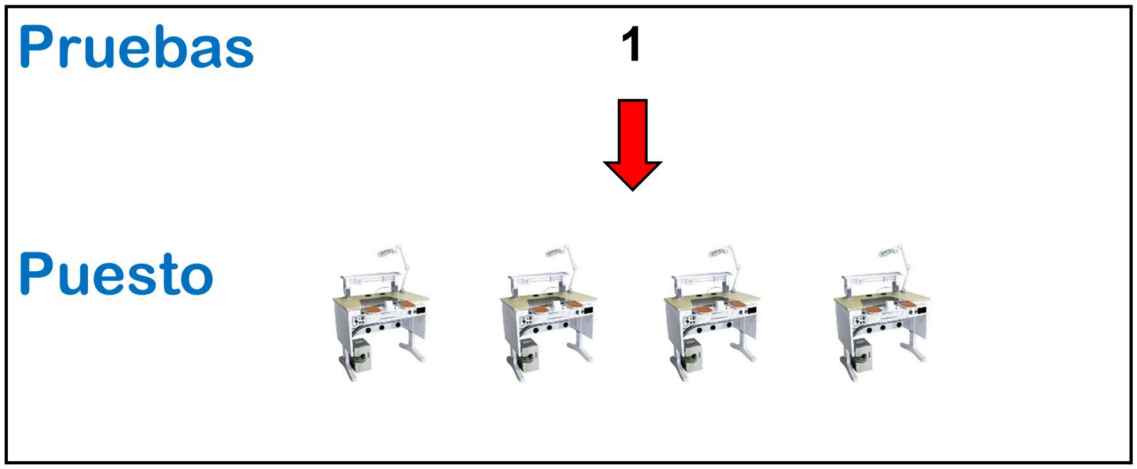

Figura 42. Modelo de trabajo mejorado

Fuente: Elaboración propia.

6.3.5 Equipos y herramientas

A raíz de la actualización del plan de calidad y la definición de una única prueba llamada prueba de integridad, se procede a analizar, junto con los operarios y el supervisor a cargo, las características de los modelos de producto que conforman la línea ferretera. El ejercicio se realiza con el fin de determinar los equipos y herramientas que son necesarios para la puesta en marcha de la prueba de calidad. Tras este proceso de análisis, se obtiene la tabla 16 que se muestra a continuación. En ella, se detallan los equipos y la cantidad requeridas y la justificación.

Equipo o herramienta	Cantidad	Justificación
Atornillador tipo punta plana #2	6	Se utilizan para abrir las terminales eléctricas
Atornillador tipo punta plana #3	6	Se utilizan para abrir las terminales eléctricas de productos que utilizan cable tipo THHN
Atornillador tipo punta Phillips #2	6	Se utiliza para abrir retirar cubiertas plásticas
Atornillador tipo punta Phillips #3	6	Se utiliza para abrir y retirar cubiertas plásticas de productos que utilizan cable tipo THHN
Atornillador eléctrico torque ajustable y puntas intercambiables	4	Los atornilladores eléctricos son necesarios para toda la actividad de inspección

Equipo o herramienta	Cantidad	Justificación
Cúter de plástico	6	Son requeridos para abrir las cajas que contienen el producto
Cintero recargable	7	Es necesario para sellar las cajas de producto una vez que finalice la inspección.
Puntas Phillips #2	6	Puntas para manipular terminales y cubiertas eléctricas
Puntas Phillips #3	6	Puntas para manipular terminales y cubiertas eléctricas
Puntas planas #2	6	Puntas para manipular terminales y cubiertas eléctricas
Puntas planas #3	6	Puntas para manipular terminales y cubiertas eléctricas

Tabla 15. Equipos y herramientas

Fuente: Elaboración propia.

Los equipos y herramientas se asignan a cada operario de tal forma que cada uno de ellos posea en su puesto de trabajo lo siguiente:

1 atornillador de torque ajustable

1 cintero

1 cúter

1 atornillador tipo Phillips #2

1 atornillador tipo Phillips #3

1 atornillador tipo punta plana #2

1 punta Philips #2

1 punta Phillips #3

1 punta plana #2

1 punta plana #3

Los equipos que sobran se mantendrán a manera de respaldo y estarán a cargo del supervisor de calidad.

Los atornilladores eléctricos se usan en el proceso de inspección de forma cotidiana, mientras que los atornilladores Phillips y de punta plana serán utilizados únicamente cuando falle el fluido eléctrico.

Las herramientas asignadas a cada colaborador se dispondrán en las mesas de trabajo y el supervisor de forma diaria revisará que cada puesto conserve los equipos aptos para operar y en la cantidad correcta. Tras el análisis de los equipos y herramientas, se concluye que, para poner en práctica la prueba de calidad, no es necesario comprar en el corto plazo ningún equipo.

6.3.6 Nuevo diagrama de flujo

El proceso habitual de verificación de la conformidad se sometió a análisis para determinar, con ayuda del supervisor y operarios del departamento, la existencia de actividades de poco valor que pudiesen ser eliminadas del proceso, con el único fin de optimizar el uso de los recursos y agilizar la obtención de los resultados esperados.

El diagrama acostumbrado del proceso de verificación de la conformidad está conformado por un total de 15 actividades, las cuales son necesarias para obtener una línea de producto inspeccionada. Una vez evaluado el diagrama y sometido a la mejora, fue posible reducir en un 20 % las actividades del diagrama. Para lograrlo, se debió implementar una serie de controles, los cuales se explicarán con mayor detalle en el apartado de controles de proceso.

La siguiente figura corresponde al diagrama de flujo del proceso de verificación de la conformidad posterior a la mejora.

N° Actividad	Actividad	Áreas Responsables	Supervisor Control de Calidad	Operario	Bodeguero
			Inicio		
1	Asignar líneas a cada colaborador	Calidad			
2	Colocar los productos en la mesa de trabajo	Calidad			
3	Procesar material	Calidad			
4	Concluir si la prueba fue aceptada o rechazada	Calidad			
5	Documentar los tiempos invertidos y el resultado de las pruebas realizadas	Calidad			
6	Separar PNC	Calidad			
7	Etiquetar PNC	Calidad			
8	Colocar sticker de producto aprobado	Calidad			
9	Comunicar los resultados de la prueba al supervisor	Calidad			
10	¿La prueba fue aceptada?	Calidad		No Sí Fin	
11	Asignar el reproceso del material	Calidad			

Figura 43. Diagrama de proceso mejorado

Fuente: Elaboración propia.

6.3.7 Controles de proceso

Para efectos de este proyecto, los controles consisten en herramientas visuales o actividades muy puntuales que permiten asegurar la continuidad del proceso con la menor interrupción o alteración posible. A continuación, se detallan los controles que se diseñaron para eliminar actividades de poco valor que se encuentran en el diagrama de flujo habitual de la compañía.

6.3.7.1 Pizarras

El proceso de verificación de la conformidad, en la actividad número 3, menciona que los operarios deben solicitar que el bodeguero les vierta material sobre la mesa. Esta actividad por sí misma representa una ineficiencia en el proceso, ya que, de acuerdo con lo observado, los operarios, en reiteradas ocasiones, se detienen porque el bodeguero encargado de suministrar material no cumple con su función en el momento requerido, pues desconoce cuál modelo es el que se encuentra siendo procesado, o bien no sabe cuál es el modelo que sigue en la lista de prioridades.

Esta actividad ya no forma parte de la propuesta de proceso, ya que se implementa el uso de pizarras que se encuentran a la vista de los operarios y bodegueros. Estas pizarras indican la secuencia de modelos que deben ser inspeccionados, por tanto, el bodeguero tiene un elemento visual a su favor que le permite colocar de forma anticipada el modelo de producto que debe ser procesado, de acuerdo con el orden previamente establecido por el supervisor a cargo.

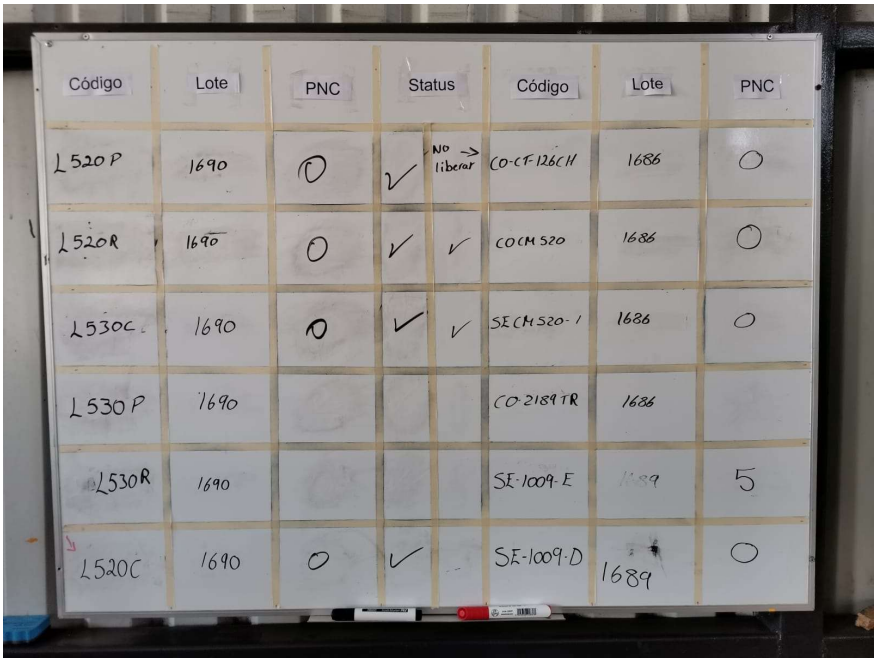

Figura 44. Pizarra con programación de artículos.

Fuente: Departamento de Control de Calidad (2022).

6.3.7.2 Preparación de mesas de trabajo

La actividad número 2 del diagrama de flujo indica que el operario debe solicitar las herramientas de trabajo que son requeridas para iniciar las labores de inspección. Esta actividad se elimina de la propuesta de mejora, ya que, con la modificación del plan de calidad y la implementación de una única prueba, los equipos necesarios para procesar los productos ya se encuentran sobre las mesas de trabajo dispuestos en la esquina inferior derecha de la mesa. En esta zona se van a encontrar siempre las herramientas básicas que son requeridas. Es obligación del supervisor auditar de forma diaria los puestos para validar que efectivamente cada puesto mantiene los equipos al día y en buen estado. Cabe mencionar que los espacios para cada herramienta se mantendrán rotulados con el código de herramienta que corresponde de acuerdo con la nomenclatura definida por la organización. Se mantendrá la codificación con el único fin de procurar el orden de los equipos y facilitar el control de las herramientas.

Figura 45. Preparación de mesas de trabajo

Fuente: Departamento de Control de Calidad (2022).

6.3.7.3 Bases de datos compartidas

En la actualidad, el Departamento de Calidad mantiene una base de datos diseñada en Excel, que se ubica en el OneDrive de la compañía. Esta matriz de datos mantiene la lista de productos que van ingresando y que deben ser inspeccionados por el departamento. A su vez, en esta lista también se detalla el estatus de cada una de las líneas de producto.

La propuesta de mejora de este proyecto incluye compartir dicha base de datos a todas las partes interesadas de la compañía para que puedan ver en tiempo real el estatus de cada una de las líneas y así puedan tomar decisiones en el momento justo. Al compartir esta matriz de información, se elimina la actividad número 11 y número 12 del actual diagrama de flujo, ya que no será necesario comunicar vía correo el estatus de las líneas y la eventual liberación, pues dicha información estará disponible para quien lo requiera en las bases de información.

6.3.7 Indicadores de proceso

Es importante implementar un sistema de indicadores o KPI para dar seguimiento al cumplimiento del proceso y determinar si realmente las mejorar están generando los resultados que Eagle requiere. Los indicadores se han establecido en conjunto con la Gerencia General y con el apoyo, además, del supervisor del departamento para controlar exclusivamente la variabilidad del proceso y el índice de productividad del departamento.

6.3.7.1 Porcentaje de cumplimiento de meta teórica de inspección

Con la implementación de este indicador, se pretende evidenciar el porcentaje de cumplimiento de la meta diaria de líneas inspeccionadas expresada en términos de promedio mensual (mínimo 8 líneas). Para su determinación, solo es necesario determinar el promedio mensual de líneas de producto que el departamento inspeccionó. La fuente de la información es la base de datos que el Departamento de Calidad administra en el One Drive de la compañía. Este valor se divide entre la meta mínima, que, en este caso, son 8 líneas y el producto se multiplica por 100.

De acuerdo con la tabla, lograr un 100 % es catalogado como bueno, es la meta por alcanzar; obtener de 80 % a 90 % equivale a un estatus de regular; menos de 80 % es catalogado como deficiente.

Fórmula	Responsable	Frecuencia	Meta		
			Bueno	Regular	Deficiente
$\left(\frac{Prom.Mensual}{Minimo\ (8)}\right)X100$	Supervisor de Calidad	Mensual	100 %	80 % 90 %	Menos de 80 %

Tabla 16. Porcentaje de cumplimiento de meta teórica de inspección

Fuente: Elaboración propia.

6.3.7.2 Índice de productividad de la línea de inspección de producto

El índice de productividad se expresa a manera de porcentaje y es la relación entre las unidades inspeccionadas entre el total de tiempo invertido. Esta información actualmente no se cuantifica. Sin embargo, se considera de mucho valor para conocer y eventualmente mejorar el aprovechamiento del recurso tiempo de la compañía.

La siguiente tabla muestra a detalle el indicador propuesto para medir la productividad. Para lograr un resultado bueno, el departamento debe ser capaz de generar un mínimo de una línea inspeccionada por cada hora de trabajo. Un resultado menor a una línea por hora es catalogado como deficiente.

Fórmula	Responsable	Frecuencia	Meta	
			Bueno	Deficiente
$\left(\frac{Volumen\ de\ lineas\ de\ SKU}{Total\ de\ horas\ laboradas}\right)$	Supervisor de Calidad	Mensual	1linea/h o más	Menos de 1 línea/h

Tabla 17. Índice de productividad del Departamento de Calidad

Fuente: Elaboración propia.

6.3.7.3 Índice de variabilidad del proceso

El índice de variabilidad se establece como una de las métricas recomendadas para conocer el nivel de dispersión que existe entre los datos que corresponden a la cantidad de líneas inspeccionadas de forma diaria.

Se recomienda cuantificar la diferencia que exista entre el dato que corresponda a la mayor cantidad de líneas inspeccionadas en el mes y el dato que corresponda a la menor cantidad de líneas inspeccionadas, este resultado lo llamaremos rango. Cuanto más cercano a cero sea el rango, menor variabilidad habrá sobre el proceso.

Fórmula	Responsable	Frecuencia	Meta		
			Bueno	Regular	Deficiente
Dato mayor – Dato menor	Supervisor de Calidad	Mensual	3 o menos	3 a 4	Mayor a 4

6.4 Validación del método

En este apartado se demostrará la efectividad de las medidas de mejora definidas e implementadas al proceso de verificación de la conformidad de la empresa Eagle Electric. Es importante recordar que los cambios y mejoras son:

- Mejora del plan para la calidad, se pasa de siete pruebas a solo una.
- Mejora del flujo de proceso, eliminación de actividades que no generan valor
- Mejora del proceso a través de la implementación de controles visuales y de puesto de trabajo.

- Mejora del proceso de comunicación de los resultados de inspección
- Mejora del proceso a través de definición e implementación de manuales de actividades
- Mejora del proceso a través de actividades de capacitación al personal
- Mejora del proceso a través de cambios en la forma de asignar y distribuir las pruebas del plan de inspección.
- Mejora del proceso a través de la definición de los equipos de inspección necesarios.
- Mejora del proceso a través de la definición y cuantificación de indicadores.

Con las medidas citadas se impacta:

- Carencia de métodos de trabajo definidos.
- Carencia de estandarización de procesos.
- Carencia de documentación de manuales y procedimientos de trabajo para la inspección de líneas de SKU.
- Desactualización del diseño de puesto de trabajo (equipos y herramientas).
- Desactualización de indicadores y controles adecuados al proceso.
- Desactualización del modelo de inspección de producto.

Para lograr determinar la efectividad, se parte de los resultados logrados por el Departamento de Calidad en el mes de febrero del 2022 en 19 días de prueba del nuevo modelo de trabajo.

6.4.1. Productividad

La productividad se establece como una relación de la cantidad de líneas inspeccionadas por el departamento entre la cantidad de horas laboradas en el mes. En el siguiente gráfico, se presenta la productividad lograda por el departamento para los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre del 2021; así como enero y febrero del 2022.

Como se puede apreciar, la cantidad de líneas de producto inspeccionadas por hora se incrementó durante los días de prueba del mes de febrero en 1.0 puntos

porcentuales, en relación con el mes de noviembre del 2021, que casualmente, de acuerdo con los datos suministrados por el Departamento de Calidad, es el mes con la productividad más alta.

De acuerdo con el indicador establecido y según los resultados logrados en los 19 días de prueba, el indicador cambia de un histórico estatus de deficiente a un estatus de bueno.

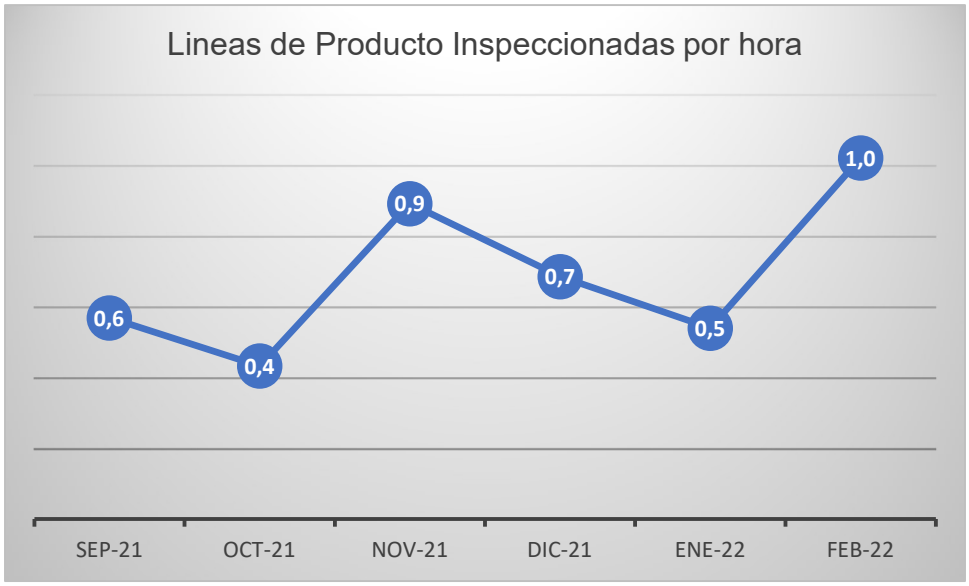

Figura 46. Gráfico de líneas inspeccionadas por hora

Fuente: Departamento de Calidad (2022).

6.4.2. Normalidad de los datos

Lograr determinar que los datos resultantes del proceso, en los días de prueba, se comportan bajo el modelo de una distribución del tipo normal permite establecer el tratamiento estadístico que es posible aplicar a la data. Se considera como un logro del proyecto que el proceso haya generado resultados cuya distribución corresponda al modelo normal. Esto lo ha definido así la Gerencia General, pues permite calcular probabilidades de aparición de datos de esa distribución, lo que tiene como consecuencia la posibilidad de inferir sobre la población a partir de los datos obtenidos de una muestra de esta. En la siguiente figura es posible identificar la normalidad de la data generada

por las mejoras aplicadas al proceso durante el mes de febrero. Lo mencionado se evidencia por el P-Value mayor a 0,5.

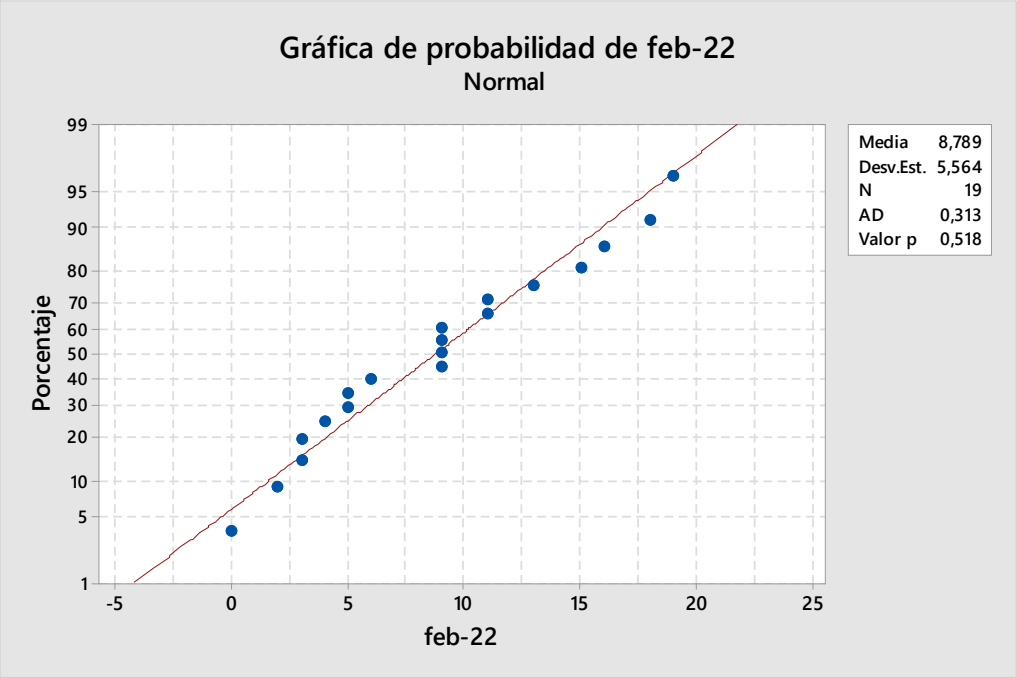

Figura 47. Prueba de normalidad

Fuente: Elaboración propia.

6.4.3 Nueva capacidad de proceso

Una vez que se han implementado en una primera etapa las soluciones para la mejora de proceso, se procede a verificar la nueva capacidad para determinar el impacto inicial en el rendimiento del proceso. En la siguiente figura se puede ver el detalle de la mejora.

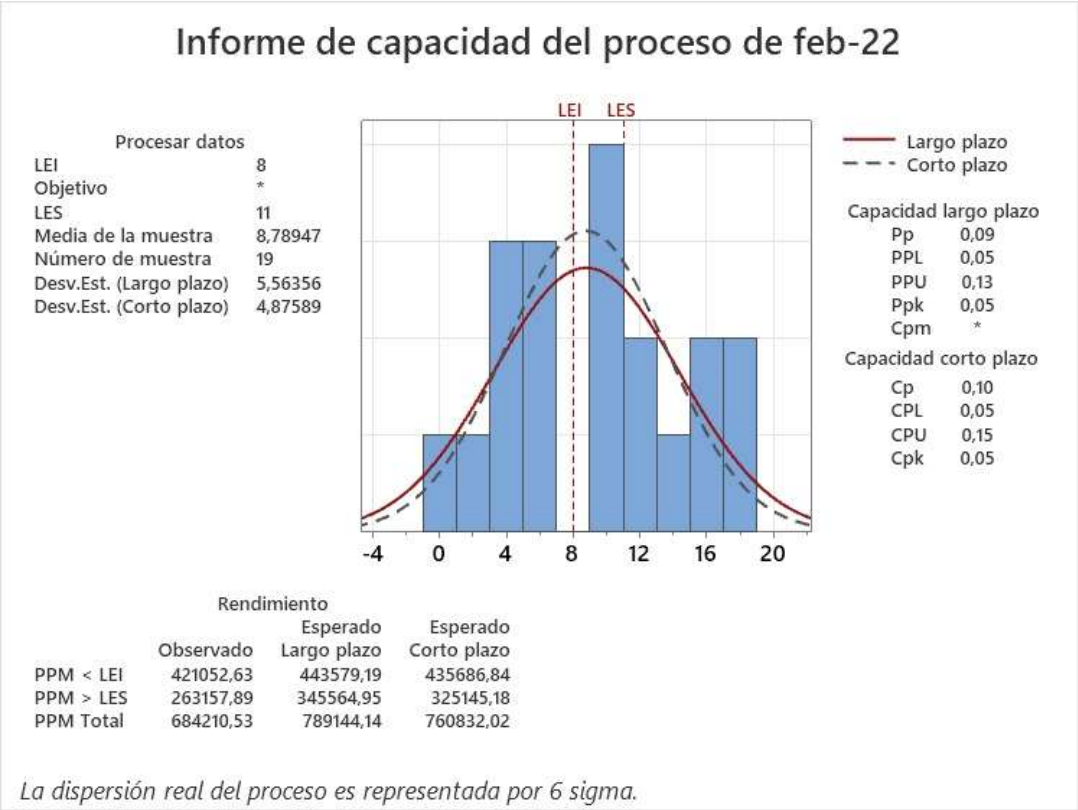

Figura 48. Nueva capacidad de proceso

Fuente: Elaboración propia.

En este informe de capacidad de proceso, se logra identificar que efectivamente existe una mejora en el desempeño, pues el índice Ppk pasó de -0.48 a 0,05. La media actualmente se encuentra entre los límites especificados.

El proceso inicialmente era capaz, en promedio, de generar 5,4 líneas inspeccionadas por día y, actualmente, es posible obtener 8,7 líneas de producto. La teoría consultada indica que un proceso óptimo tiende a poseer un valor de Ppk igual o superior a 1,5. Esta referencia permite conocer que aún existe una oportunidad de mejora importante; sin embargo, ha permitido lograr un cambio significativo en el rendimiento del proceso.

6.4.3 Gráficos para el control de meta teórica de inspección

Los resultados generados para el mes de febrero evidencian que la meta establecida por la Gerencia General de Eagle Electric fue lograda en estos primeros 19 días de implementación. Fue posible lograr una media de 8,7 líneas inspeccionadas, cuando el mínimo aceptable es 8 líneas, por tanto, se alcanzó la meta en más del 100 %. Además, la media de líneas inspeccionadas por día se incrementó alcanzando el mínimo establecido de 8 líneas de producto, el siguiente gráfico así lo demuestra.

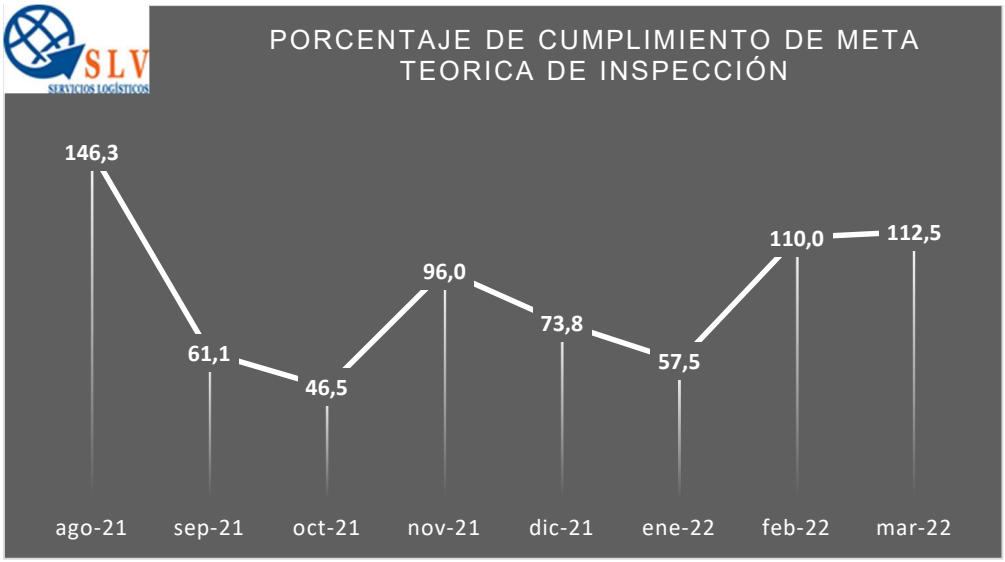

Figura 49. Porcentaje de cumplimiento de meta teórica de inspección

Fuente: Elaboración propia.

Es necesario mencionar que, de acuerdo con el indicador establecido, se ha pasado de un histórico estatus deficiente a un estatus de bueno, esto nos permite constatar la efectividad de las mejoras implementadas.

Adicionalmente, a través de gráficos de control de la figura 50, se puede visualizar que los resultados obtenidos en los días de prueba no cumplen del todo con las expectativas de las partes interesadas, pues en el cálculo de los límites no se obtiene los valores previamente establecidos por la organización (mínimo 8 líneas, máximo 11 líneas). No obstante, únicamente 7 observaciones se encuentran fuera del mínimo esperado. La estabilidad del proceso y la mejora de este es aún más perceptible si se

compara con el gráfico de control de la figura 51, que corresponde al proceso previo a la mejora.

En el gráfico de control de la figura 51 es posible visualizar los resultados del proceso para los meses de muestra (diciembre y enero). En él es posible identificar que la media está por debajo del mínimo establecido y que, además, los límites calculados no corresponden a los especificados. Inclusive, el límite inferior es negativo lo que implica que el valor de la desviación es superior al promedio de las mediciones. Esto es solo una evidencia más de la variabilidad que existe en la data.

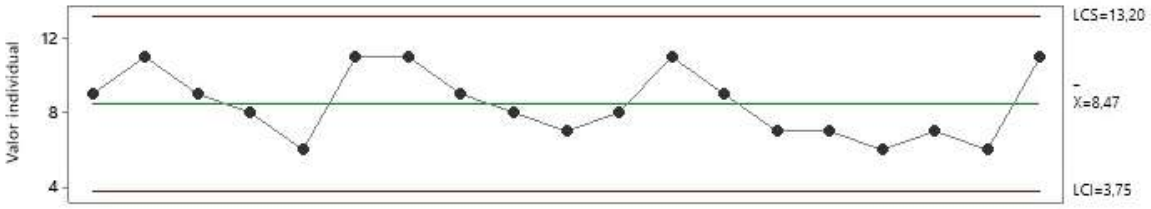

Figura 50. Gráfico de Control para el mes de febrero.

Fuente: Elaboración propia.

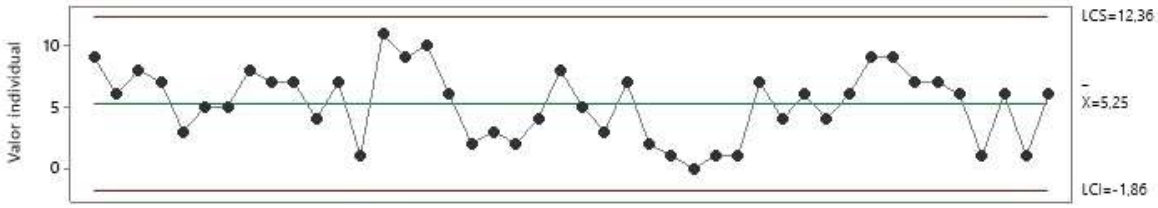

Figura 51. Gráfico de control para los meses de diciembre y enero

Fuente: Elaboración propia.

6.4.4 Estabilidad del proceso

Tal y como se ha mencionado en reiteradas ocasiones, la expectativa de la Gerencia General como parte interesada de la organización es contar un proceso de inspección de producto que pueda al menos atender 8 líneas de producto por día. A través del gráfico de cajas, se presentan los resultados logrados en la prueba piloto de los meses de febrero y marzo y, además, se compara con los resultados que registra el Departamento de Calidad para los meses de diciembre y enero.

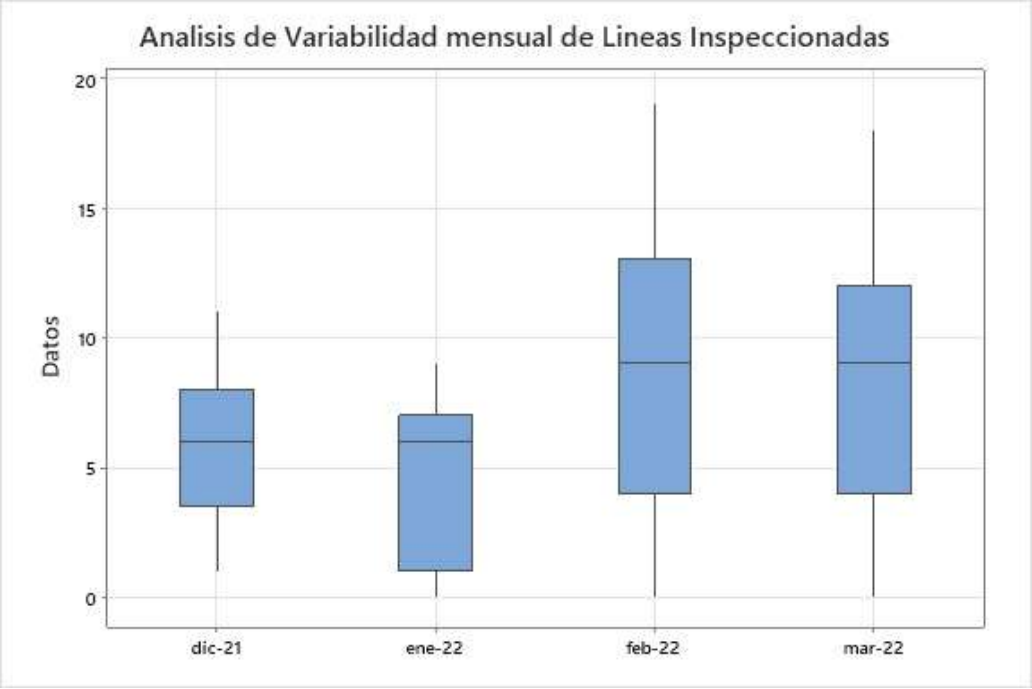

Figura 52. Análisis comparativo de variabilidad del proceso

Fuente: Elaboración propia.

En los meses de febrero y marzo se implementó el modelo de mejora y es posible identificar que la mediana tiende a un valor de 10 líneas inspeccionadas en ambos meses. La variabilidad se contuvo y tiende a disminuir para el segundo mes de prueba (marzo) si se compara con los meses de diciembre y enero.

Existe aún un área de mejora importante, pues la altura de las cajas demuestra que aún existe dispersión en los datos, la cual se espera que disminuya, una vez que el equipo de trabajo logre asimilar e implementar todos los cambios propuestos y se supere la curva de aprendizaje para los nuevos métodos. La disciplina y la constancia son cruciales para que los procedimientos de mejora se interioricen y formen parte de la cultura de calidad departamental.

En resumen, la intención de este proyecto de graduación de demostrar que, a partir de un rediseño del proceso de verificación de la conformidad, es posible lograr aumentar el volumen de líneas de producto inspeccionadas, se ha demostrado. El índice de líneas por hora aumentó logrando alcanzar la meta mínima propuesta.

Con solo 2 meses de prueba, las metas del Departamento de Calidad se alcanzaron en un 100 %. Los indicadores establecidos pasaron de un estatus deficiente a un nivel bueno y, en otros casos, el cambio se da de un estatus deficiente a un estatus regular. Aún queda una importante oportunidad de mejora que consiste en disminuir aún más la variabilidad del proceso y esto solo se logrará con la intensificación de las medidas de mejora definidas y desarrolladas en este proyecto final de graduación.

6.4.5 Plan de control

El plan de acción es una hoja de ruta que define las actividades clave para sostener la mejora. Su ejecución permite obtener resultados, los cuales se convierten, posteriormente, en un insumo para incentivar la mejora de un proceso.

En el caso de este proyecto, se ha definido un plan de acción con las actividades que se han considerado de suma importancia para promover el nivel de cumplimiento de las metas definidas, el conocimiento de las causas que pueden estar afectando el nivel de cumplimiento y la definición e implementación de actividades de mejora para atender las desviaciones. Este plan de acción se ha elaborado en colaboración con el supervisor de calidad, el fin es conseguir un mayor involucramiento del personal en el proceso.

El plan de acción definido para mantener y optimizar el rediseño del proceso de verificación de la conformidad se detalla en la tabla siguiente.

Actividad	Responsable	Frecuencia	Justificación
Cuantificación de indicadores	Supervisor de calidad	Mensual	Cumplir con la determinación de los indicadores
Análisis de cumplimiento	Equipo de calidad (jefe de gestión de calidad, supervisor y operarios de calidad)	Mensual	Determinar en qué nivel se han cumplido las metas mensuales
Análisis causa-raíz de cumplimiento	Jefe de gestión de calidad y supervisor de calidad	Mensual	En caso de no cumplir con las metas,

			determinar las posibles causas asignables
Diseño e implementación de nuevas mejoras	Equipo de calidad (jefe de gestión de calidad, supervisor y operarios de calidad)	Mensual	Intervenir el proceso y buscar la optimización.

Tabla 18. Plan de control

Fuente: Elaboración propia

7. Capítulo VII: Evaluación financiera

7.1. Requerimiento de partida presupuestaria adicional

Este apartado se enfocará en resolver el quinto objetivo de este proyecto, el cual consiste determinar si es necesario o no, una partida presupuestaria adicional para implementar medidas de mejora que permita incrementar el volumen de líneas de producto inspeccionadas de forma diaria a través del rediseño del proceso de verificación de la conformidad. A continuación, se desarrollan los rubros en los cuales existe demanda de recurso económico.

7.1.1 Tiempo invertido en análisis de información y mejora de proceso

El primer monto para la empresa es el tiempo por pagar al ingeniero, por el análisis de información y la elaboración de propuestas de mejora. Por el trabajo total, todas las horas de estudio y propuestas, se pagó un total de 2 100 000,00 colones por un total de 2 meses de trabajo. Cabe mencionar que las cargas sociales ya se encuentran incluidas en el monto. El presupuesto actual del departamento ya incluye este salario para todo el periodo 2022.

7.1.2 Controles visuales

Los controles visuales definidos e implementados en el rediseño del proceso son las pizarras, las cuales son requeridas para controlar el proceso de inspección y las líneas de producto, de acuerdo con el orden definido por las partes interesadas.

Estas pizarras fueron adquiridas en Librería Universal y tienen un costo de 26 000 colones cada una. Estas pizarras son acrílicas de color blanco y tienen una dimensión de 1m x 0,7m. Se compran dos pizarras por un monto total de 52 000 colones libres de impuesto, ya que se adquieren para una empresa en régimen de zona franca. Estas herramientas se cargan al presupuesto departamental actual llamado Útiles y equipos menores, no se afecta la disponibilidad de ninguna otra compra proyectada por el departamento para el periodo 2022

7.1.3 Pago de horas extra para capacitación

Adicionalmente, se pagan servicios de horas extra durante el día para los operarios del equipo de trabajo y el supervisor del departamento. En total son 5

colaboradores que consumen un total 90 horas. Cabe mencionar que la capacitación se realiza en tiempo extra para no afectar el disponible de horas dedicadas a la inspección de líneas de producto.

El monto por cancelar para el caso de los cuatro operarios que conforman el equipo de trabajo es de ₡183 937,00 y para el supervisor el monto es de ₡70 312,00 colones. En total, el monto a cancelar es ₡ 254 249,50 colones. Esta cantidad de dinero se obtiene del disponible que se mantiene en el presupuesto departamental para el periodo 2022 y que está asignado a la contratación de una plaza de operario de calidad, la contratación se postergó para utilizar el dinero para el pago de estas horas extra. Cabe mencionar que no existe afectación para el departamento y para la compañía por atrasar el proceso de contratación. El monto asignado a esta plaza es de ₡ 327 000,00 colones. Por tanto, solo se utilizó el 77,7 % del disponible.

Para efectos de análisis, se entenderá como jornada laboral regular lo siguiente: turno 1: de 7 a.m. a 4 p.m. Después o antes de este horario, se tomará como horas extra.

En la tabla 20, se resumen y muestran los costos aproximados en los que incurre Eagle Electric.

Tabla de costos por inversión			
Rubro	Cantidad	Costo	Costo total
Tiempo invertido en análisis de información y mejora de proceso	2 meses	₡ 2 100 000,00	₡2 406 249,00
Pizarras	2 unidades	₡ 52 000,00	
Horas extra	90 horas	₡ 254 249,00	

Tabla 19. Costos asociados a la inversión de propuestas de mejora

Fuente: Elaboración propia.

Según lo expuesto anteriormente, Eagle Electric incurre en un gasto aproximado de ₡ 2 406 249,00 por pago de horas extra, elementos visuales y tiempo de ingeniero a cargo del proyecto.

Se incurrirá en estos gastos solo durante el proceso de implementación de las mejoras. Una vez implementadas las soluciones, no debe invertirse más dinero

7.2 Evaluación financiera respecto al incremento en líneas inspeccionadas

Es importante recordar que lo que se busca incrementar con el rediseño del modelo de inspección es la cantidad de líneas de producto inspeccionadas. Si se analiza el volumen promedio de líneas de producto inspeccionadas durante el mes de prueba de febrero, se concluye que, con los mismos recursos, el Departamento de Calidad fue capaz de inspeccionar un 92 % más de líneas, en relación con el mes de enero, también logró inspeccionar un 49 % más de líneas, en cuanto al mes de diciembre del 2021. Por tanto, la respuesta a la pregunta ¿es necesario solicitar una partida presupuestaria para incrementar la cantidad de líneas de producto inspeccionadas?, es que, en esencia, con los mismos recursos el Departamento de Calidad, es capaz de aumentar su productividad sin requerir montos de dinero exorbitantes, inclusive la tasa de salida de una línea de producto, durante el mes de prueba fue de 1 una línea por hora, lo cual, de acuerdo con lo expuesto por le Dirección Comercial, es suficiente para sostener los acuerdos comerciales de despacho que se mantienen con los clientes de la compañía.

Es importante tomar en consideración que el monto de inversión se encuentra incluido en el presupuesto actual del departamento, en la partida que corresponde a planilla y pagos de salario. Por tanto, no fue necesario solicitar montos adicionales, ya que lo que se hizo fue aprovechar los recursos actuales. El proyecto ha logrado aumentar el aprovechamiento de estas partidas, a través del incremento de líneas inspeccionadas de forma diaria.

8. Capítulo VIII: Conclusiones y recomendaciones

8.1. Conclusiones

Una vez culminado el presente proyecto realizado en Eagle Electric, el cual buscaba solucionar la problemática que la empresa aquejaba por la variabilidad en los resultados obtenidos y capacidad de proceso, se fijan objetivos específicos, así como uno general, con el fin de solucionar la problemática. Después de analizar los resultados obtenidos mediante las propuestas, se pueden extraer las siguientes conclusiones.

Se logra identificar el proceso de verificación de la conformidad y es posible, además, determinar actividades asociadas que no generan ningún valor agregado y que, por el contrario, encarecen la productividad de la línea. El proceso se somete a reestructuración y se requiere que se cuestione en la posteridad el valor que podría generar cualquier actividad adicional que se desee incluir.

Existen diversos factores asociados con el proceso de inspección que impactan negativamente ocasionando variabilidad en los resultados logrados. Para lograr una mejora en el proceso, se decide trabajar en los métodos de trabajo, equipos y herramientas, estandarización de los procesos, programas de entrenamiento, indicadores y modelos de inspección. Se sugiere atender y cuestionar el cumplimiento de los KPI mensuales para cuestionar de forma constante si el proceso debe ser o no sometido a un nuevo plan de mejora.

Se logran establecer cambios en el proceso para impactar de forma positiva el volumen de líneas de producto inspeccionadas, de forma diaria por el departamento. El volumen de líneas atendidas logradas coincide con la definición mencionada por la gerencia general.

Una vez atendidas las medidas de mejora definidas en este proyecto final de graduación, se logra determinar que no es necesario definir una partida presupuestaria adicional para aumentar el volumen de líneas inspeccionadas por el Departamento de Calidad. Los logros alcanzados en el primer mes de prueba permiten identificar que es posible alcanzar las metas definidas previamente por las partes interesadas del proceso.

8.2. Recomendaciones

En relación con el análisis y las conclusiones obtenidas con base en los objetivos, se recomienda llevar una valoración anual del plan de calidad y el índice de quejas y reclamos para precisar, si se requiere una modificación de las pruebas de calidad, con el único fin de mantener la eficiencia del proceso y el grado de satisfacción de los clientes de Eagle Electric. Dentro de las recomendaciones, también se sugiere analizar la idoneidad del proceso de reclutamiento y selección de personal para garantizar que las nuevas contrataciones cumplan con un plan de inducción y formación previo a la participación operativa de los equipos de trabajo.

Los manuales de proceso deben formar parte de los documentos oficiales de la organización para que se sometan a los procesos de mejora documental y se garantice la vigencia de los manuales.

Las métricas, controles y plan general de control deben ser sometido a revisión para garantizar que el proceso esté generando los mejores resultados posibles, esta revisión debe llevarse a cabo con la participación de los miembros del equipo de trabajo del Departamento de Calidad y las principales partes interesadas del proceso.

Se sugiere el desarrollo e implementación de una encuesta de servicio que evalúe el nivel de servicio suministrado por el Departamento de Calidad y cuyos resultados se conviertan en un insumo para buscar la mejora constante del proceso de verificación de la conformidad.

9. Bibliografía

Acuña Acuña, J. (2012). *Control de calidad*. Cartago, Costa Rica: Tecnológico de Costa Rica.

Berenson, M., y Levine, D. (1996). *Estadística básica en administración: conceptos y aplicaciones*. México: Pearson Education.

Cervera Martínez, J. (2002). *La transición a las nueva ISO 9000:2000 y su implantación*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

Cevallos Aymacaña, F. P. (2012). *Aplicacion de herramientas LEAN manufacturing en la empresa Plastimec CIA LTDA* [Universidad Tecnológica Equinoccial].

Cruz Acuña, E. F. (2006). *Manual de Procedimientos para el Departamento de Recepción y Manual de Puestos para Hotel Arenal Manoa, La Fortuna de San Carlos* [Tesis para bachiller]. Tecnológico de Costa Rica.

Daphne, K. (2009). *Entrevista, Guía Practica para estudiantes y profesionales*. México DF: The McGraw-Hill Companies.

De la Fuente, D., y Fernández, I. (2005). *Distribución en planta*. España: Universidad de Oviedo.

Gallegos, C. B. (26 de noviembre de 2016). *Calidad para PYMES*. https://calidadparapymes.com/definiendo-las-partes-interesadas-en-iso-90012015/

Gallo Poma, J. N. (2013). *Propuesta de un modelo de estandarización de procesos productivos.* Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

Garro, E. (2017). *Siete herramientas de la Calidad*. San José: PXS.

Gómez, A. (7 de noviembre de 2017). *Asesor de calidad.* http://asesordecalidad.blogspot.com/2017/11/lluvia-de-ideas-brainstorming.html#.XoKhk4hKjIV

Heizer, J., y Render, B. (2004). *Administración de operaciones*. México: Pearson Education.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación.* México: Mc Graw Hill.

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. d. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill.

Jimenez Boulanger, F., y Espinoza Gutiérrez, C. L. (2007). *Costos industriales*. Costa Rica: Tecnológico de Costa Rica.

Keats, D. (2009). *Entrevista, guía práctica para estudiantes y profesionales*. México D.F.: The McGraw-Hill Companies.

López Saldarriaga, J. (2010). *Kaizen: Filosofia de Mejora Continua El Caso FACUSA*. Ingenieria Industrial, 41-57.

López, P. L. (2016). *Herramientas para la mejora de la calidad*. Madrid: Fundacion CONFEMETAL.

Maranto Rivera, M., y González Fernández, M. (2015). *Fuentes de Información*. https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/16700/LECT132.pdf

Minitab. (13 de 2 de 2017). *Support minitab*. https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/Asistente_An%C3%A1lisis_de_capacidad.pdf

Miquel, S., Parra, F., Lhermie, C., y Miquel, M. (2008). *Distribución comercial*. Madrid: ESIC.

Miranda, N. (2006). *Seis Sigma: Guía para principiantes*. México: Panorama.

Pino, C. M. (2015). *Elaboración de Planes de Trabajo*. España: Ediciones Nobel, S.A.

Pulido, H. G. (2013). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma*. México DF: McGRAW-HILL.

Roldán, L. (2006). *10 pasos para aumentar su rentabilidad*. Barcelona: Ediciones Díaz de Santos.

Socconini, L. (2017). *Lean Manufacturing: Paso a Paso*. México: Pandora Impresores.

Ulate Soto, I., y Vargas Morúa, E. (2019). *Metodología para elaborar una tesis*. San José: UNED .

Vilar, F. (2005). *Control estadístico de los procesos*. Madrid: CONFEMETAL.

Wortman, B. (2014). *Green Belt Primer.* Indiana: Quality Council of Indiana.

10. Glosario

SKU: Acrónimo de Stock keeping unit lo que es equivalente en el español a unidad inventariable.

11. Apéndice

Apéndice A: Manual de Criterios de componentes básicos de Operación

Archivo digital adjunto en carpeta Manuales de instrucciones estandarizadas

EAGLE	MANUAL OPERATIVO - PRUEBA DE INTEGRIDAD	Codigo: MO-PRGE01-01
		Versión: 1
	COMPONENTES BASICOS PARA LA OPERACIÓN	Liberación: enero 2022
		Paginas 40

Sección	Pagina
Proceso	1
Sub Proceso	1
Objetivo	1
Alcance	1
Tomacorrientes	2
Enchufes	10
Conectores	27
Interruptores	33

Apéndice B: Manual de Criterios de Estética

Archivo digital adjunto en carpeta Manuales de instrucciones estandarizadas

EAGLE	MANUAL OPERATIVO - PRUEBA DE INTEGRIDAD	Codigo: MO-PRGE01-02
		Versión: 1
	CRITERIOS DE ESTETICA	Liberación: enero 2022
		Paginas 25

Sección	Pagina
Proceso	1
Sub Proceso	1
Objetivo	1
Alcance	1
Tomacorrientes	2
Enchufes	8
Conectores	16
Interruptores	21

Apéndice C: Manual de Criterios de Movilidad

Archivo digital adjunto en carpeta Manuales de instrucciones estandarizadas

EAGLE	MANUAL OPERATIVO - PRUEBA DE INTEGRIDAD	Codigo: MO-PRGE01-03
		Versión: 1
	CRITERIOS DE OPERACIÓN DE PARTES MOVILES	Liberación: enero 2022
		Paginas 20

Sección	Pagina
Proceso	1
Sub Proceso	1
Objetivo	1
Alcance	1
Tomacorrientes	2
Enchufes	8
Conectores	15
Interruptores	17

Apéndice D: Manual de Criterios de Acople

Archivo digital adjunto en carpeta Manuales de instrucciones estandarizadas

EAGLE	MANUAL OPERATIVO - PRUEBA DE INTEGRIDAD	Codigo: MO-PRGE01-04
		Versión: 1
	ACOPLE	Liberación: enero 2022
		Paginas 15

Sección	Pagina
Proceso	1
Sub Proceso	1
Objetivo	1
Alcance	1
Tomacorrientes	2
Enchufes	5
Conectores	9
Interruptores	13

Apéndice E: Manual de Criterios de Empaque

Archivo digital adjunto en carpeta Manuales de instrucciones estandarizadas

EAGLE	MANUAL OPERATIVO - PRUEBA DE INTEGRIDAD	Codigo: MO-PRGE01-05
		Versión: 1
	CRITERIOS DE EMPAQUE	Liberación: enero 2022
		Paginas 45

Sección	Pagina
Proceso	1
Sub Proceso	1
Objetivo	1
Alcance	1
Tomacorrientes	2
Enchufes	18
Conectores	27
Interruptores	36

12. Anexo

Anexo A: Plantilla para instrucciones de trabajo

Archivo digital adjunto en carpeta Manuales de instrucciones estandarizadas

EAGLE	TIPO DE DOCUMENTO	Codigo:
		Versión:
	NOMBRE DEL DOCUMENTO	Liberación:
		Paginas

Sección	Pagina
Proceso	X
Sub Proceso	X
Objetivo	X
Alcance	X
Contenido 1	X
Contenido 2	X
Contenido 3	X
Contenido 4	X