

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA Y SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA



**“CALIDAD DE EMPALME Y VULCANIZACIÓN DE
FAJA TRANSPORTADORA DE ST 6800 EN PROYECTO
MONTAJE DE FAJA CV 201 SOUTHERN COPPER
CUAJONE”**

TESIS

PRESENTADO POR:

ABIMAEEL CCORI CCOLQUE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PUNO – PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y SISTEMAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

“CALIDAD DE EMPALME Y VULCANIZACIÓN DE FAJA TRANSPORTADORA DE ST 6800 EN PROYECTO MONTAJE DE FAJA CV 201 SOUTHERN COPPER CUAJONE”

TESIS PRESENTADA POR:

ABIMAEEL CCORI CCOLQUE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 28 - 12 - 2017

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:



PRESIDENTE

:

Dr. NORMAN JESUS BELTRAN CASTAÑON

PRIMER MIEMBRO

:

M.Sc. MARIO MAMANI PAMPA

SEGUNDO MIEMBRO

:

Ing. LEONEL MARINO CASTILLO ENRIQUEZ

DIRECTOR ASESOR

:

M.Sc. JOSE MANUEL RAMOS CUTIPA

Área: mecánica

Tema: diseño y construcción de máquinas

DEDICATORIA

*A mis queridos padres Edgar Ccori y Rita
Ccolque por haberme apoyado en todo
momento, por sus consejos, valores por
su comprensión y confianza depositada, a
quienes tengo una profunda admiración.*

*A mi hijo Mijael Nicolas por la felicidad y
motivación que me da, a mi esposa Yuly Yuliana,
a mis hermanos y hermanas Pabel, Mirian, Yina y
Rai por brindarme su apoyo incondicional.*

AGRADECIMIENTOS

- A Dios, por llevarme a su lado a lo largo de esta vida siempre llenándome de gozo y alegría e iluminando mi camino.
- A la Universidad Nacional del Altiplano y a la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, donde aprendí en sus aulas y me formé profesionalmente.
- Mis sinceros agradecimientos a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la UNA PUNO, por sus valiosas enseñanzas, amistad y experiencias que contribuyeron a mi desarrollo personal.
- Agradezco a la empresa CONVEYORT BELT THEGNOLOGY LTDA. por haberme brindado su confianza en mi trabajo y todas las facilidades para hacer el presente trabajo de investigación.

ÍNDICE

RESUMEN	15
ABSTRACT	16
CAPÍTULO I	17
INTRODUCCIÓN	17
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	18
1.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	18
1.1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	19
1.1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
1.1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	20
1.1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
CAPÍTULO II	21
MARCO TEÓRICO	21
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	21
2.2. SUSTENTO TEÓRICO.....	22
2.2.1. SISTEMA	22
2.2.2. CALIDAD.....	22
2.2.3. SISTEMA DE CALIDAD	22
2.2.4. GESTIÓN DE CALIDAD	22
2.2.5. SISTEMA DE LA GESTIÓN DE LA CALIDAD	23
2.2.6. ESTRUCTURA DE LA ORGANIZACIÓN	23
2.2.6.1. PROCEDIMIENTOS.....	23
2.2.6.2. PROCESOS	23
2.2.6.3. RECURSOS.....	24
2.2.7. PRINCIPIOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	24
2.2.8. ISO	25
2.2.9. NORMAS	25
2.2.10. NORMAS DIN	27
2.2.10.1. NORMAS DIN EN ISO 9001.....	27
2.3. MARCO CONCEPTUAL.....	28
2.3.1. FAJA TRANSPORTADORA.....	28
2.3.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS CORREAS TRANSPORTADORAS DE CABLES DE ACERO	30
2.3.3. ESPECIFICACIONES DE CORREA CABLE DE ACERO	31
2.3.3.1. CORRELACIÓN ENTRE AMBAS NORMAS REMA Y DIN.....	31
2.3.3.2. COMO SELECCIONAR CORREA CABLE DE ACERO.....	33

2.3.3.3. CLASIFICACIÓN DE CORREAS CABLE DE ACERO.....	33
2.3.4. EMPALME.....	34
2.3.4.1. KITS DE EMPALME.....	36
2.3.5. CONSTRUCCIÓN Y DIMENSIONES DE EMPALMES DE CORREAS TRANSPORTADORAS CON CABLES DE ACERO	37
2.3.5.1. MÉTODOS PARA REALIZAR UN EMPALME.....	37
2.3.5.2. CONSTRUCCIÓN	37
2.3.5.3. DETERMINACIÓN DEL LARGO Y PASO Y EMPALME	39
2.3.6. TRATAMIENTOS TERMOQUÍMICOS.....	40
2.3.7. CEMENTACIÓN	41
2.3.8. POLÍMEROS.....	42
2.3.9. VULCANIZACIÓN	43
2.3.10. TRATAMIENTOS TÉRMICOS	45
2.3.11. VELOCIDAD DE ENFRIAMIENTO	46
2.3.12. RECOCIDO	47
2.4. GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	48
2.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	50
2.5.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	50
2.5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA	50
CAPÍTULO III.....	51
DISEÑO METODOLÓGICO DE INVESTIGACIÓN	51
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	51
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN	52
3.2.1. POBLACIÓN.....	52
3.2.2. MUESTRA	52
3.3. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN	53
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	54
3.5. PROCEDIMIENTO DEL EXPERIMENTO.....	57
3.5.1. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO DE LA CORREA CV 201.....	58
CAPÍTULO IV	60
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN.....	60
4.1. RESULTADOS.....	62
4.1.1. METODO KAIZEN DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS PARA PROCESOS DE MEJORA CONTÍNUA.....	62
4.1.1.1. PRIMER PASO DEFINIMOS EL PROBLEMA	62
4.1.1.2. SEGUNDO PASO RECOLECTAR DATOS	64
4.1.1.3. TERCER PASO IDENTIFICAR CAUSA RAIZ	69
4.1.1.3.1. ANÁLISIS DE FALLAS EN PROCESO DE VULCANIZACIÓN	69

4.1.1.3.2. ANÁLISIS DE FALLAS EN PROCESO DE EJECUCIÓN DEL EMPALME .	75
4.1.1.3.3. ANÁLISIS DE FALLAS EN PROCESO DE CEMENTACIÓN	81
4.1.1. 4. CUARTO PASO: DEFINIR ACTIVIDADES DE MEJORA	87
4.1.1.5. QUINTO PASO: EJECUTAR ACTIVIDADES DE MEJORA	90
4.1.1.6. SEXTO PASO: EVALUACIÓN DE RESULTADOS	94
4.1.1.7. SEPTIMO PASO: ESTANDARIZACIÓN	103
4.1.1.7.1. MARCO LEGAL APLICADO EN EL PROYECTO	103
4.1.1.7.2. OBJETIVOS DE LA CALIDAD DEL PROYECTO	103
4.1.1.7.3. CONTROL DE DOCUMENTOS	104
4.1.1.7.4. MEJORA CONTINUA	104
4.1.1.7.5. SEGUIMIENTO Y CONTROL DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	105
4.1.1.7.6. AUDITORIAS INTERNAS	105
4.1.1.7.7. PLAN DE INSPECCIÓN	106
CAPÍTULO V	107
CONCLUSIONES	107
CAPÍTULO VI	109
RECOMENDACIONES	109
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110
ANEXOS	112

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°1 : DATOS TÉCNICOS DE DIÁMETRO DE CABLES DE ACERO SEGÚN NORMA DIN 22101	31
TABLA N°2 : CLASIFICACIÓN DE CORREA SEGÚN CARGA DE RUPTURA Y PASOS DE LOS CABLES	32
TABLA N°3 : CORREAS TRANSPORTADORAS CON CABLE DE ACERO PHOENIX DE TRANSPORTE DE MATERIAL EN GENERAL TIPO X	34
TABLA N°4 : VALOR DE FACTOR DE SEGURIDAD S_o DEPENDIENDO LAS CONDICIONES DE FABRICACIÓN DE EMPALME	35
TABLA N°5 : DATOS TÉCNICOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL LARGO DEL EMPALME	40
TABLA N°6 : MATERIALES POLÍMEROS DE CORREAS TRANSPORTADORAS	43
TABLA N°7 : VARIABLES DE VULCANIZACIÓN	52
TABLA N°8: CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO VULCANIZADOR	55
TABLA N°9: DATOS DE LA CORREA CV 201 DE 308 M DE ROLLO DE FAJA TIPO STEEL CORD	58
TABLA N°10 : SERVICIOS QUE UTILIZA RECURSOS TÉCNICOS CRÍTICOS (PERIODO 2009 I – 2012 II) SMCV	63
TABLA N°11 : RESULTADO DE DATOS OBTENIDOS DE LOS 9 PLATOS CALEFACTORES INFERIORES	65
TABLA N°12 : RESULTADO DE DATOS OBTENIDOS DE LOS 9 PLATOS CALEFACTORES SUPERIORES	66
TABLA N°13 : RESULTADO DE DATOS OBTENIDOS DE AUMENTO DE PRESIÓN DE LOS 9 BOLSAS DE PRESIÓN	67
TABLA N°14 : RESULTADO DE DATOS OBTENIDOS DEL PROCESO DE ENFRIAMIENTO DE LOS 9 PLATOS INFERIORES	68
TABLA N°15 : RESULTADO DE DATOS OBTENIDOS DEL PROCESO DE ENFRIAMIENTO DE LOS 9 PLATOS SUPERIORES	68

TABLA N°16 : RESULTADO DE LOS DATOS OBTENIDOS DE MEDICION DE DUREZA CON DURÓMETRO SHOREA	69
TABLA N°17 : RESULTADO DE ACTIVIDADES DE MEJORA	87
TABLA N°18 : EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES DE MEJORA	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1 : Mapa de acarreo de mineral desde chancado primario a planta concentradora CUAJONE	19
Figura N°2 : Modelo de un Sistema de Gestión basado en proceso de mejora continua	26
Figura N°3 : Ciclo de mejora continua	27
Figura N°4 : Características de Correa Transportadora	29
Figura N°5 : Características Técnicas de Cable de Acero de una Correa Transportadora	30
Figura N°6 : Kits de Empalme	36
Figura N°7 : Tipos de empalme de forma Romboidal/Rectangular	37
Figura N°8 : Empalme en construcción de 3 pasos y sus dimensiones	38
Figura N°9 : Correa de lado perfil y ángulo del Empalme, bisel en zona de transición	39
Figura N°10 : Tratamiento Termoquímico Cementación	41
Figura N°11 : Cementación con alto/bajo contenido de Carbono	42
Figura N°12 : Agentes de Vulcanización	44
Figura N°13 : CHARLES GOODYEAR	44
Figura N°14 : Gráfico de Calentamiento Permanencia y Enfriamiento	45
Figura N°15 : Tratamientos Termoquímicos	47
Figura N°16 : Recocido	48
Figura N°17 : Bosquejo del Proceso de actividades generales SOUTHERN COPPER CUAJONE	53
Figura N°18 : Instrumentos de medición Durómetro	54
Figura N°19 : Caja de Control de Temperatura	54
Figura N°20 : Bomba Eléctrica	55

Figura N°21 : Equipo Vulcanizador	56
Figura N°22 : Barra Transversal de Equipo Vulcanizador (SHAW ALMEX)	56
Figura N°23 : Diagrama Funcional del Equipo Vulcanizador	57
Figura N°24 : Diagrama de Flujo de Bloque del Proceso de Empalme y Vulcanización	61
Figura N°25 : Procesos Críticos de Empalme Vulcanización	62
Figura N°26 : Criticidad de Empalmes y Vulcanización	64
Figura N°27 : Gráfico de Análisis Causa Raíz de falla en Proceso de Vulcanización	70
Figura N°28 : Diagrama Ishikawa para falla en Proceso de Vulcanización	74
Figura N°29 : Método Pareto para fallas en Proceso de Vulcanización	75
Figura N°30 : Gráfico de Análisis Causa Raíz de falla en Proceso de Ejecución de Empalme	76
Figura N°31 : Diagrama Ishikawa para falla en Proceso de Ejecución del Empalme	80
Figura N°32 : Gráfico Pareto para falla en Proceso de Ejecución de Empalme	81
Figura N°33 : Gráfico de Análisis Causa Raíz de falla en Proceso de Cementación	82
Figura N°34 : Diagrama Ishikawa para falla en Proceso de Cementación	86
Figura N°35 : Método Pareto para falla en Proceso de Cementación	87
Figura N°36 : Gráfico de solución de actividades de mejora	93
Figura N°37 : Resultado de gráfico de calentamiento de Platos Inferiores	94
Figura N°38 : Resultado de gráfico de calentamiento de Platos Superiores	94
Figura N°39 : Resultado de gráfico de aumento de Presión, de las Bolsas de Presión	95

Figura N°40 : Resultado de gráfico de recocido de Caucho Cover de Retorno	95
Figura N°41 : Resultado de gráfico de recocido de Caucho de Cover de Carga	96
Figura N°42 : Resultado de gráfico a Presión constante en Proceso de Recocido	96
Figura N°43 : Resultado de gráfico en Proceso de Enfriamiento de los Platos Inferiores	97
Figura N°44 : Resultado de gráfico del Proceso de Enfriamiento de los Platos Superiores	97
Figura N°45 : Resultado de gráfico de Vulcanización de Plato 1 Inferior, Plato 1 Superior, Bolsa de Presión 1	98
Figura N°46 : Resultado de gráfico de Vulcanización de Plato 2 Inferior, Plato 2 Superior, Bolsa de Presión 2	98
Figura N°47 : Resultado de gráfico de Vulcanización de Plato 3 Inferior, Plato 3 Superior, Bolsa de Presión 3	99
Figura N°48 : Resultado de gráfico de Vulcanización de Plato 4 Inferior, Plato 4 Superior, Bolsa de Presión 4	99
Figura N°49 : Resultado de gráfico de Vulcanización de Plato 5 Inferior, Plato 5 Superior, Bolsa de Presión 5	100
Figura N°50 : Resultado de gráfico de Vulcanización de Plato 6 Inferior, Plato 6 Superior, Bolsa de Presión 6	100
Figura N°51 : Resultado de gráfico de Vulcanización de Plato 7 Inferior, Plato 7 Superior, Bolsa de Presión 7	101
Figura N°52 : Resultado de gráfico de Vulcanización de Plato 8 Inferior, Plato 8 Superior, Bolsa de Presión 8	101
Figura N°53 : Resultado de gráfico de Vulcanización de Plato 9 Inferior, Plato 9 Superior, Bolsa de Presión 9	102
Figura N°54 : Empalme con Cables de Acero Radiografía de la Correa	102

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

DIN: Instituto Alemán de Normalización

SGC: Sistema de Gestión de Calidad

ISO: Organización Internacional para la Normalización

TMPH: Toneladas Métricas por Hora

TMPD: Toneladas Métricas por Día

STZ: Compuesto Cojín de Caucho

STB: Compuesto Cover de Caucho

SLT – RF: Compuesto Líquido de Cemento

NR: Caucho Natural

CR: Caucho Neopreno

SBR: Caucho Sintético

SHOREA: Unidad de Medida de Dureza de Caucho

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N°1 : CHEKLIST DE EJECUCIÓN DE EMPALME ANTES DURANTE Y DESPUES	113
ANEXO N°2 : CERTIFICACIÓN DE EMPALME DE CORREA CV 201	117
ANEXO N°3 : PROCESO DE EVOLUCIÓN DE LOS 40 ÚLTIMOS AÑOS DE EMPALMES REALIZADOS (FACTOR DE REDUCCIÓN DEL TIEMPO)	125
ANEXO N°4 : PORCENTAJE DE PARÁMETROS DE HUMEDAD Y TEMPERATURA DE FABRICANTES DE CORREAS PARA EMPALMES	126
ANEXO N°5 : LÍMITES DE EDAD PARA LOS MATERIALES DE EMPALME	127
ANEXO N°6 : PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	128
ANEXO N°7 : DESCRIPCIÓN DE PLANO DE ACARREO DE FAJA CV 201	145

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo mejorar la calidad de empalme y vulcanización de faja transportadora de ST 6800 desarrollado en el proyecto “Mejora Tecnológica Montaje de Faja Transportadora CV 201, SOUTHERN COPPER CUAJONE”, se ha mejorado el estudio técnico referencial actual y se estableció el método KAIZEN de mejora continua en procesos. Con la finalidad de optimizar el uso de todos los recursos intervinientes en cada proceso de ejecución de empalme y vulcanización en caliente de faja CV 201, con Sistema de Gestión de la Norma ISO 9001:2008 y el cumplimiento de las Normas DIN:22101 de especificaciones de correas transportadoras de transporte de material mineral, se establecieron las herramientas de calidad en cada una de las etapas del proceso, realizando un análisis para mejoras necesarias. En este proyecto se da un control y aseguramiento de calidad en actividades que son ejecutadas de forma ordenada, teniendo en cuenta el diagrama de empalme, procedimientos, Cheklist de empalme, certificación de empalme. Cumplir con las normas y estándares de calidad establecidas por la empresa CONVEYOR BELT TECHNOLOGY para brindar servicios que satisfaga los requerimientos funcionales del cliente, como producto final “EMPALME”, garantizar la aprobación y certificación de los 45 empalmes en total realizados en la faja CV 201. De carga y retorno unidos 308 m de cada rollo de faja se tiene una longitud de 6930 m, y llevará 120,000 TMPD desde chancado primario hasta planta concentradora. Cada empalme se realiza con variables de vulcanización de: presión de 170 psi, una temperatura de 145 °C, tiempo de vulcanizado de 125 min tiempo de curado de la faja.

Palabras Clave:

Calidad, empalmes con cables de acero, vulcanización en caliente, faja transportadora.

ABSTRACT

The present research work aims to improve the quality of splicing and vulcanization of conveyor belts of ST 6800 developed in the project "Technological Improvement Mounting Conveyor Belt CV 201, SOUTHERN COPPER CUAJONE", the current referential technical study has been improved and established the KAIZEN method of continuous improvement in processes. In order to optimize the use of all resources involved in each process of execution of splicing and hot vulcanization of belt CV 201, with Management System of ISO 9001: 2008 and compliance with DIN Standards: 22101 of specifications of transport conveyor belts of mineral material, quality tools were established in each of the stages of the process, performing an analysis for necessary improvements. In this project quality control and assurance is given in activities that are executed in an orderly manner, taking into account the splice diagrams, procedures, Checklist, splice certification. Comply with the standards and quality standards established by the company CONVEYOR BELT TECHNOLOGY to provide services that meet the functional requirements of the client, as a final product "EMPALME", guarantee the approval and certification of the 45 joints in total made in the CV 201 strip of load and return, joined 308 m of each roll of strip has a length of 6930 m, and will take 120,000 TMPD from primary crushing to concentrator plant. Each joint is made with vulcanization variables of: pressure of 170 psi, a temperature of 145 ° C, vulcanized time of 125 min time of curing of the belt.

Key Words:

Quality, joints with steel cables, hot vulcanization, conveyor belt.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Actualmente SOUTHERN CUAJONE posee una capacidad de procesamiento de mineral de 96,000 TMPD en planta concentradora, manteniendo su producción por más de 40 años tiene su transporte de mineral por ferrocarril desde trituradora primaria en el tajo de la mina hasta planta concentradora, se reemplazará el transporte de mineral por ferrocarril, por una innovadora faja transportadora de última generación CV 201 que llevará 5,000 TMPH, desde chancado primario hasta planta concentradora. Para ello se reducirán consecuentemente costos de operación y mantenimiento y el impacto ambiental en la mina CUAJONE.

Por la necesidad de la mina CUAJONE surge el proyecto “Mejora Tecnológica Montaje de Faja Transportadora CV 201, SOUTHERN COPPER CUAJONE”. Donde el desarrollo de la investigación parte desde este proyecto que nos permite mejorar la calidad en empalme y vulcanización en caliente de faja transportadora CV 201 “ST 6800 de tensión” para la aprobación y certificación de los 45 empalmes realizados, bajo las Normas ISO 9001:2008 y las Normas DIN 22101 de especificaciones de correas transportadoras de transporte de material mineral.

En el presente proyecto de investigación se han definido cuatro capítulos, los cuales se estructuran de la siguiente manera.

CAPÍTULO I: En este capítulo se muestra la introducción, descripción del problema, justificación del problema, objeto de estudio, los objetivos planteados para la resolución del mismo.

CAPÍTULO II: En este capítulo se muestra el marco teórico, Antecedentes de la investigación el cual conlleva temas del desarrollo de las actividades de empalme con cables de acero y vulcanización en caliente y las bases teóricas necesarias para el desarrollo del estudio, hipótesis de la investigación.

CAPÍTULO III: Se da a conocer la metodología y característica, como lugar de la investigación, tipo de investigación, población y muestra, los recursos que se emplearon para lograr el objetivo, materiales, equipos, instrumentos.

CAPÍTULO IV: Se desarrolla el análisis e interpretación de resultados de la variación de presión y temperatura en el transcurso del tiempo de vulcanización como las mediciones y discusiones realizadas.

CAPÍTULO V: Se presentan las conclusiones del presente trabajo de investigación.

CAPÍTULO VI: Se presentan las recomendaciones del presente trabajo de investigación.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad la compañía minera SOUTHERN COPPER – CUAJONE maneja un gran portafolio de proyectos, uno de ellos es el denominado “Mejora tecnológica Montaje de Faja Transportadora CV 201, SOUTHERN COPPER CUAJONE”, que tiene como objetivo Sustituir su sistema de acarreo de mineral tradicional mediante ferrocarril, por una innovadora faja transportadora de última generación CV 201, desde chancado primario hasta planta concentradora. La faja CV 201 tiene una longitud total de 6930 m, con 45 empalmes, unidos 308 m de rollo de faja en cada empalme. La problemática parte

de este proyecto, Para realizar actividades y brindar servicios de calidad y satisfacer los requerimientos del cliente.

Una vez concluida la ejecución del proyecto “Mejora Tecnológica Montaje de Faja Transportadora CV 201, SOUTHERN COPPER CUAJONE” se requiere registrar y garantizar las funcionalidades de los 45 empalmes, para ello se mejorará la calidad en proceso de ejecución de empalme y vulcanización en la faja CV 201.

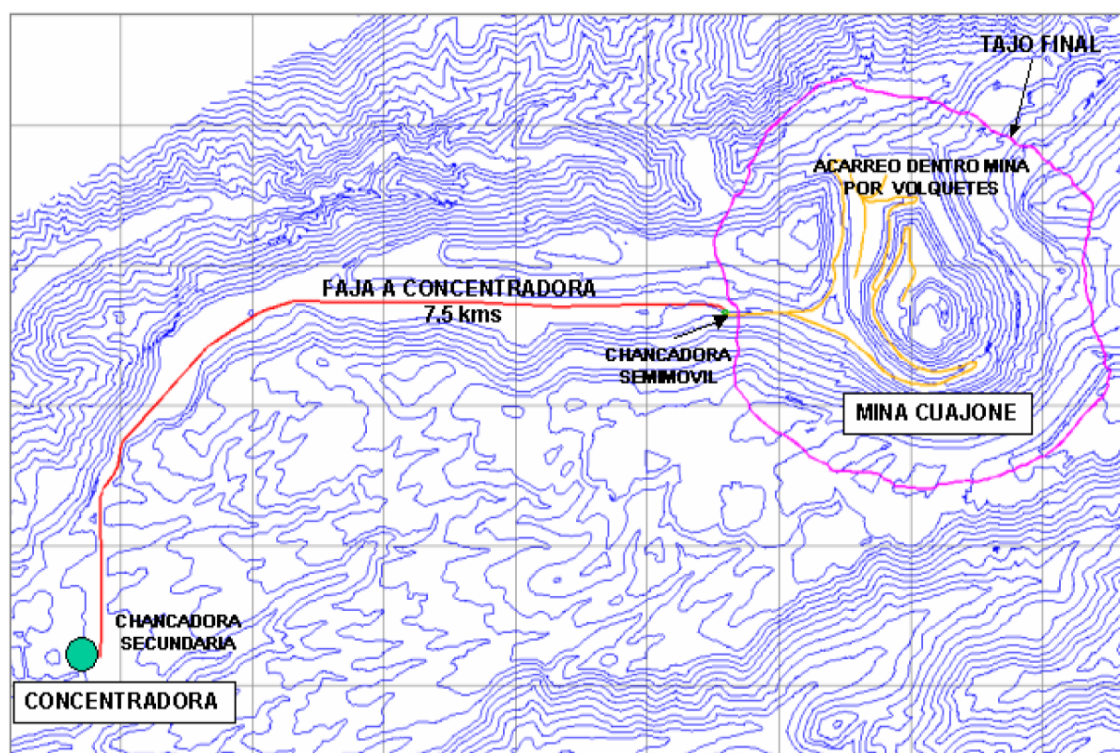


Figura N° 1: Mapa de acarreo de mineral desde Chancado primario a Planta Concentradora CUAJONE.

(SIPLAMIN, 2012)

1.1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La justificación básica del estudio se fundamenta que lo ideal es implementar procedimientos de trabajo, Checklist de ejecución de empalme, certificaciones de empalme, donde se identifiquen los procesos de las tareas involucradas para realizar y

ejecutar empalme con cables de acero y vulcanización en caliente en la faja CV 201. Con los materiales y servicios de manera organizada y cumpliendo adecuadamente, con los estándares, especificaciones técnicas y lo solicitado por el cliente final, bajo las Directrices de las normas ISO 9001:2008 y las normas DIN: 22101 para transporte de material mineral.

1.1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Mejorar la calidad en proceso de ejecución de empalme y vulcanización de faja transportadora de ST 6800 en proyecto “Mejora tecnológica Montaje de Faja Transportadora CV 201, SOUTHERN COPPER CUAJONE”.

1.1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Utilizar las variables de vulcanización: $P = 170$ psi, $T = 145$ °C, $t = 125$ min (tiempo de curado de la faja) en proceso de vulcanización.
- b) Identificar los factores de fallas que intervienen en proceso de ejecución de empalme y vulcanización de faja CV 201, analizar y priorizar los factores críticos que intervienen en el proceso.
- c) Verificación de la calidad en el proceso de empalme con cables de acero y vulcanización en caliente, el cumplimiento de la Norma DIN 22101 mediante certificaciones, aplicación de procedimientos, Checklist de empalme, diagramas de empalme para el control y aseguramiento de calidad.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Los antecedentes se relacionan con el Expediente Técnico de la Licitación WS1047816 relativo a “Servicio de Reparación y Cambio de Fajas Transportadoras y Revestimiento de Chutes, Poleas y Bastidores de Zarandas en Procesos Hidrometalurgicos” en Sociedad Minera Cerro Verde, el Contrato CV59851-CLC-257-2008, para el servicio de atención de fajas transportadoras y revestimientos en general, realizado por la empresa CONVEYOR BELT TECHNOLOGY por 3 años de 2009 (trimestre I) a 2012 (trimestre I). Se realizaron 294 servicios de mantenimiento en total, dentro de los cuales 68 fueron empalmes realizados con (equipo vulcanizador) como procesos críticos, 226 servicios de mantenimiento de equipos no críticos (revestimiento, reparación, ajustes).

Fuente (Cerro Verde gastos de mantención para el contrato CV-59851-CLC-257-2008, que ascienden a USD\$ 1,340,102.90 para el periodo 2009 – 2012 (Trimestre I)).

Ofrecer productos y servicios de buena calidad es una de las metas más planeadas por las empresas grandes en minería hoy en día, pues están en la búsqueda constante de la excelencia que realizan sus actividades diarias de manera eficiente, focalizándose en la satisfacción del cliente y la mejora continua de sus procesos lo que implica la elaboración de un producto mejor, ajustado a los requisitos y necesidades solicitadas.

(Belestreni, 2002)

2.2. SUSTENTO TEÓRICO

2.2.1. SISTEMA

Un sistema es un conjunto de elementos relacionados entre sí, de forma tal que un cambio en un elemento afecte al conjunto de todos ellos.

(Belestreni, 2002)

2.2.2. CALIDAD

es un conjunto de propiedades inherentes a un objeto que le confieren capacidad para satisfacer necesidades implícitas o explícitas. la calidad de un producto o servicio es la percepción que el cliente tiene del mismo, es una fijación mental del consumidor que asume conformidad de dicho producto o servicio y la capacidad del mismo para satisfacer sus necesidades.

(Norma ISO 9001:2000 Sistema de Gestión de Calidad)

2.2.3. SISTEMA DE CALIDAD

Es un instrumento de gestión que integra procesos, define responsabilidades procedimientos y recursos necesarios que deben ser desplegados de forma coherente y coordinada en la organización de una empresa. El sistema de calidad se debe establecer, documentar e implementar de forma efectiva.

(Norma ISO 9001:2008)

2.2.4. GESTIÓN DE CALIDAD

La gestión de la calidad consiste en actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización teniendo influencia sobre la eficiencia y la eficacia de la organización para lograr los objetivos antes planificados. La norma ISO 9001:2008 permite la estandarización de los procesos, homogeneizar los criterios, ordenar actividades, facilita la capacitación y entrenamiento, y no certifica la calidad del producto, sino más bien

certifica o acredita el cumplimiento de los requisitos de la norma con respecto al sistema de gestión de calidad (certifica al sistema de gestión).

(Manual de Calidad para desarrollo de Proyectos PI-PC-MGP-049-2009)

2.2.5. SISTEMA DE LA GESTIÓN DE LA CALIDAD

Es un conjunto de elementos interrelacionados de una empresa u organización, por los cuales se administra de forma ordenada la calidad de la misma, en la búsqueda de la satisfacción de sus clientes. Entre dichos elementos, los principales son.

(Norma ISO 9001:2000 Sistema de Gestión de Calidad)

2.2.6. ESTRUCTURA DE LA ORGANIZACIÓN

La estructura de la organización responde al organigrama de los sistemas de la empresa donde se jerarquizan los niveles directivos y de gestión. En ocasiones este organigrama de sistema no corresponde al organigrama tradicional de la empresa.

(Manual de Calidad para desarrollo de Proyectos PI-PC-MGP-049-2009)

2.2.6.1. PROCEDIMIENTOS

Los procedimientos responden al plan permanente de pautas detalladas para controlar las acciones de una organización.

2.2.6.2. PROCESOS

Los procesos responden a la sucesión completa de operaciones dirigidos a la consecución de un objetivo específico.

(Norma ISO 9004:2009 Gestión para el éxito sostenido de una organización Enfoque de Gestión de Calidad)

2.2.6.3. RECURSOS

Los recursos, no solamente económicos, sino humanos, técnicos y de otro tipo, deberán estar definidos de forma estable y además de estarlo de forma circunstancial. No siempre están claros y definidos en una empresa, la implementación del sistema necesita de la cooperación de todo el personal de la organización, desde el nivel gerencial hasta el operativo e involucrado a todas las áreas. El sistema se encuentra orientado hacia el producto, proceso, sistema, hombre, sociedad, costo y el cliente.

(Manual de Calidad para desarrollo de Proyectos PI-PC-MGP-049-2009)

2.2.7. PRINCIPIOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

La revisión de la norma ISO 9001:2000 se ha basado en 8 principios de gestión de calidad que reflejan las mejores prácticas de gestión que fueron preparados como directrices para los expertos internacionales en calidad que han participado en la preparación de nuevas normas.

Los 8 principios generales de la norma ISO 9001:2000 son:

- Enfoque al cliente.
- Liderazgo.
- La participación del personal.
- El enfoque basado en proceso.
- Enfoque de sistema para la gestión.
- La mejora continua.
- Enfoque basado en hechos para la toma de decisión.
- Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor.

(Norma ISO 9001:2008)

2.2.8. ISO

La organización internacional para la normalización o ISO (International Organization for Estandarización), nacida tras la segunda guerra mundial el 23 de febrero de 1947, es el organismo encargado de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación, comercio y comunicación para todas las ramas industriales a excepción de la eléctrica y la electrónica. Su función principal es buscar la estandarización de normas de productos y seguridad para las empresas u organizaciones a nivel internacional.

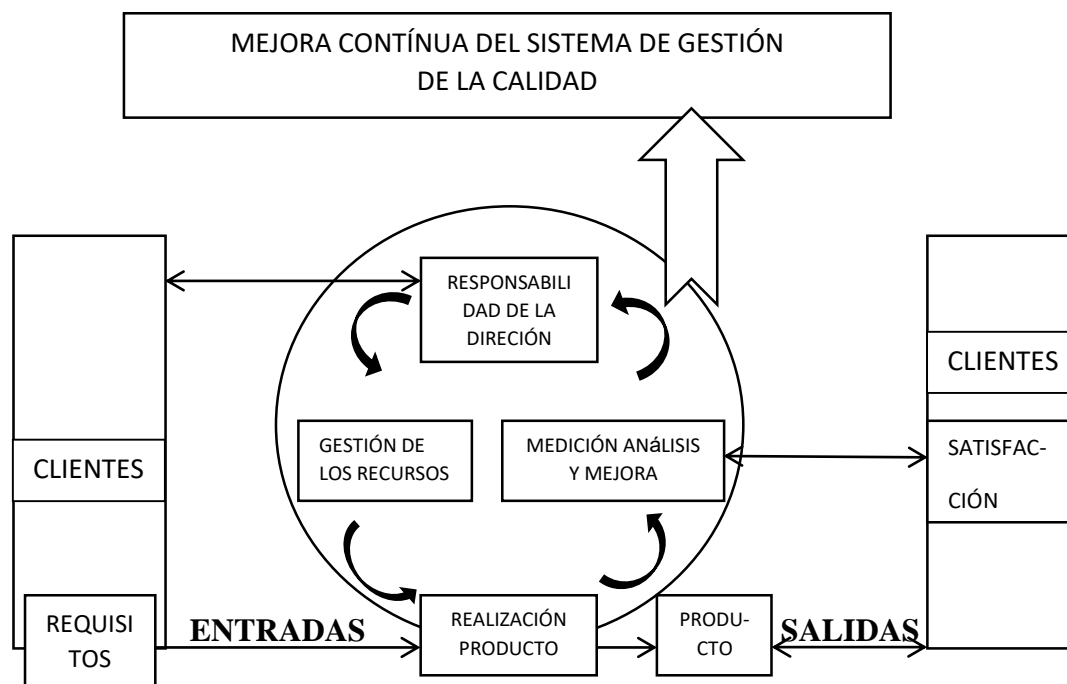
(Belestreni, 2002)

2.2.9. NORMAS

Las normas son documentos normativos que proporcionan requisitos, directrices o características para determinadas actividades o resultados. Una norma es un documento que es establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido, el consenso es un acuerdo general caracterizado por la ausencia de una oposición sostenida a las decisiones emitidas por una parte importantes de los involucrados y que, mediante un proceso de participación de estos, se logra reconciliar los argumentos conflictivos que se presenten. No es necesario unanimidad, las normas se pueden desarrollar en distintos niveles:

- Normas internacionales.
- Normas nacionales.
- Normas regionales.
- Normas territoriales.
- Normas de asociación.

(Norma ISO 9001:2000 Sistema de Gestión de Calidad)



LEYENDA

- > **actividades que aportan valor**
- > **flujos de información**

Figura N° 2: Modelo de un sistema de gestión basado en procesos para la mejora continua.

(ISO 9000:2005 Sistema de Gestión de Calidad – Fundamentos y Vocabulario)

De esta misma forma se utiliza con frecuencia la metodología llamada PHVA (planificar, hacer, verificar, actuar), que deben ser cumplidas por el sistema de gestión de la calidad al establecer una secuencia lógica interactiva para lograr la mejora continua, en su aplicación en las organizaciones que desean mejorar la calidad de sus productos mediante la determinación e implementación de sus sistemas de gestión de calidad.

(ISO 9000:2005 Sistema de Gestión de Calidad – Fundamentos y Vocabulario)

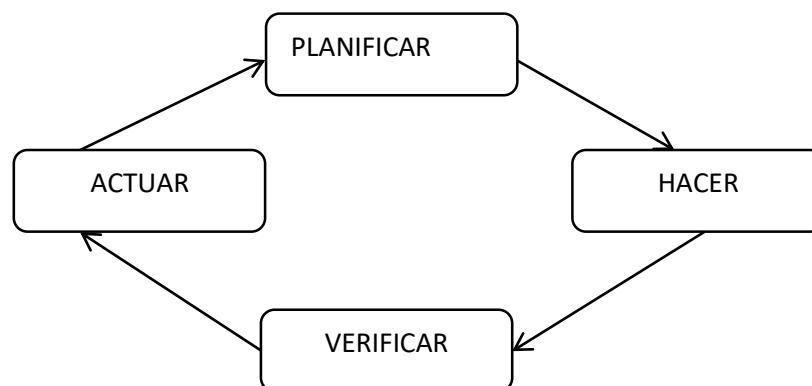


Figura N° 3: Ciclo de Mejora Continua.

(Fuente de elaboración propia)

2.2.10. NORMAS DIN

Las normas DIN representan regulaciones que operan sobre el comercio, la industria, la ciencia e instrucciones públicas respecto del desarrollo de productos alemanes. Las normas DIN “Instituto Alemán de Normalización” o “Deutsches Institut für Normung” con sede en Berlín y establecida en 1917 que se ocupa de la normalización alemana el DIN realiza las mismas funciones y recomendaciones de la norma ISO. Son los estándares técnicos para el aseguramiento de la calidad en productos industriales y científicos en Alemania.

(Normas DIN:22101 Fundamentos de Diseño de Correas Transportadoras)

2.2.10.1. NORMAS DIN EN ISO 9001

La norma DIN en ISO 9001 establece los requerimientos que se plantean a un sistema de gestión de la calidad, para el caso de que una organización tenga que demostrar su capacidad para suministrar productos que satisfagan las exigencias de los clientes y los requisitos de las autoridades y a la vez que persiga aumentar la satisfacción de los clientes.

Esta norma describe el sistema de gestión de la calidad en su conjunto y constituye la base para el desarrollo de un amplio sistema de gestión de la calidad.

- Principios de gestión Calidad.
- Orientación al cliente.
- Responsabilidad de la dirección.
- Participación de los trabajadores.
- Enfoque orientado hacia los procesos.
- Interacción de los procesos.
- Mejora continua.
- Relaciones con los proveedores en beneficio mutuo.

La implementación de un sistema de gestión de la calidad es una decisión estratégica de una organización pretende mejorar su orientación hacia sus clientes, para obtener ventajas competitivas. Dispone con esta norma de una sólida base para lograr los objetivos definidos.

(<https://www.hirschmann-laborgeraete.de/es-ES/Unternehmen/Zertifizierungen/DIN9001.aspx>)

2.3. MARCO CONCEPTUAL

2.3.1. FAJA TRANSPORTADORA

Una faja transportadora es parte de un sistema de transporte continuo formado por distintos materiales vulcanizados con presión y temperatura, básicamente las correas transportadoras con cable de acero emplean los estándares internacionales como las Normas DIN 22101 o las Normas Rema para su diseño y construcción. Las fajas transportadoras han logrado una posición dominante transportando los materiales, debido a ventajas inherentes tales como su economía y seguridad de funcionamiento, fiabilidad,

versatilidad y el rango prácticamente ilimitado de capacidades. Además, son convenientes para realizar numerosas funciones del proceso en relación a su propósito de proporcionar el flujo continuo de material mientras funciona.

Los fabricantes de fajas transportadoras se han anticipado a las necesidades de la industria de forma consistente con mejoras en los diseños y componentes que han excedido todos los requerimientos conocidos, son disponibles son más resistentes y durables, así como las partes mecánicas.

(CEMA, 2002)

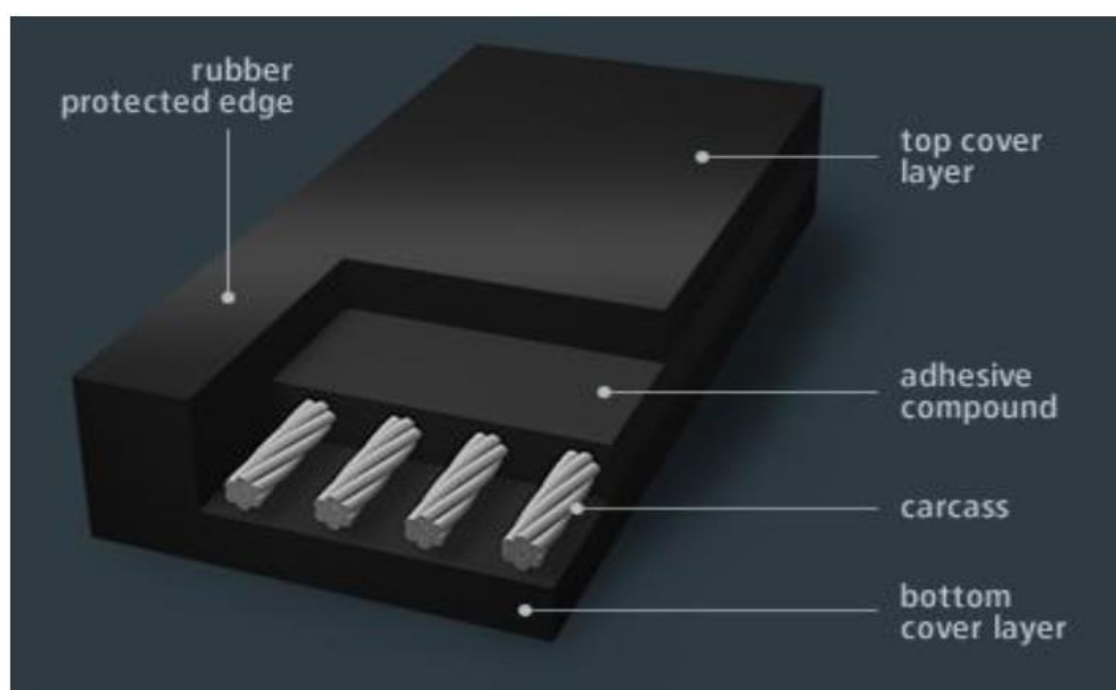


Figura N° 4: Características de Correa Transportadora.
(normas DIN 22101 fundamentos de diseño de correas transportadoras)

Las correas transportadoras con cable de acero emplean los estándares internacionales el tema sobre las cubiertas de caucho con las propiedades mecánicas y elásticas (según normas DIN) que en las cubiertas se mencionan. Además de ello las cubiertas están diseñadas de manera idónea para casos de empleos específicos.

(CEMA, 2002)

2.3.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS CORREAS TRANSPORTADORAS DE CABLES DE ACERO

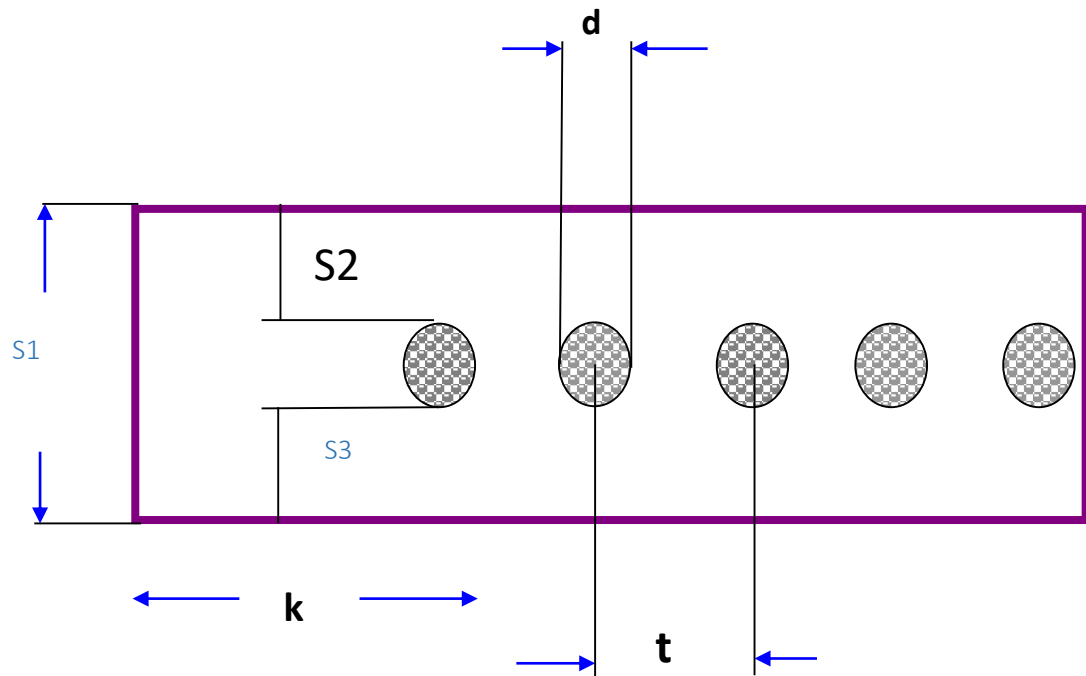


Figura N° 5: Características técnicas de cables de acero de una Correa Transportadora.
(Manual técnicas de ejecución de Empalmes TTM Chile)

S1 = Espesor total de la correa en mm

S2 = Espesor de la cubierta superior en mm

S3 = Espesor de la cubierta inferior en mm

d = Diámetros de los cables en mm

t = Paso de los cables en mm

k = Borde lateral de la goma en mm

TABLA N° 1: DATOS TÉCNICOS DE DIÁMETRO DE CABLES DE ACERO SEGÚN NORMA DIN 22101

Comparison of RMA and DIN Conveyor Belt Cover Grades	RMA I	RMA II	DIN Y	DIN X	Unit
Abrasion	-	-	max. 150	max. 120	mm ³
Tensile strength	min. 17	min. 14	min. 20	min. 25	MPa
Elongation at break	min. 400	min. 400	min. 400	min. 450	%
Separation strength cover/core	-	-	min. 12	min. 12	MPa
Geometrical tolerances	-	-	Yes	Yes	

(normas DIN 22101 fundamentos de diseño de correas transportadoras)

2.3.3. ESPECIFICACIONES DE CORREA TRANSPORTADORA DE CABLE DE ACERO

Las correas transportadoras pueden especificarse bajo las siguientes normas:

- Norma RMA (americana).
- Norma DIN (alemana).

2.3.3.1. CORRELACIÓN ENTRE AMBAS NORMAS RMA Y DIN

RMA:

Tensión de operación

DIN:

Tensión de ruptura

Factor de Seguridad=6,67

Factor de Seguridad=6,67

Tensión de operación=6,67

Tensión de ruptura

Tensión de operación

Tensión de ruptura/6,67

Fuente (Manual técnicas de ejecución de Empalmes TTM Chile)

TABLA N° 2: CLASIFICACIÓN DE CORREA SEGÚN CARGA DE RUPTURA Y PASOS DE LOS CABLES

Estilo de la cinta	Carga de ruptura Kg. / cm	Carga de trabajo Kg. /cm	Paso de los cables (t = mm)	Diámetro del cable (d = max. mm)
ST 500	500	62.5	12	3.0
ST 630	630	78.7	10	3.0
ST 800	800	100	15	4.3
ST 1000	1000	125	12	4.3
ST 1250	1250	156	10	4.3
ST 1400	1400	175	18	6.0
ST 1600	1600	200	15	6.0
ST 2000	2000	250	12	6.0
ST 2500	2500	312	15	7.5
ST 3150	3150	394	15	8.5
ST 4000	4000	500	15	9.5
ST 5000	5000	625	18	10.8
ST 5500	5500	687	16	10.8
ST 6300	6300	787	18	12.3
ST 6800	6800	849	18	12.7

(Manual REMA TIP TOP Empalmes de Cable de Acero)

2.3.3.2. COMO SELECCIONAR CORREA CABLE DE ACERO

Para seleccionar una correa cable de acero, es necesario considerar los siguientes parámetros:

- Ancho.
- Tensión máxima solicitada.
- Módulo de la correa.
- Caracterización del mineral.
- Granulometría.
- Índice de impacto.
- Operación en que es requerida.

(Manual REMA TIP TOP Empalmes de Cable de Acero)

2.3.3.3. CLASIFICACIÓN DE CORREAS CABLE DE ACERO

Las correas transportadoras pueden clasificarse según su solicitud de tensión de operación y ruptura en:

- 1.- Servicio liviano (ST 650 a ST 1000).
- 2.- Servicio mediano (ST 1250 a ST 2800).
- 3.- Servicio pesado (ST 3000 a +).

TABLA N° 3: CORREAS TRANSPORTADORAS CON CABLES DE ACERO PHOENIX DE TRANSPORTE DE MATERIAL EN GENERAL CON CUBIERTA TIPO X

Correa	Espesor d_{pp} de cubierta en mm		Espesor d_G de correa en mm	Área relacionada con la masa m''_G de correa en kg/m^2 con cubierta tipo
	Parte superior	Parte inferior		X
St 400	4	4	10.5	13.5
St 500	4	4	10.5	14.0
St 630	6	4	13.5	17.5
St 800	6	4	13.5	18.0
St 1000	6	4	14.0	19.5
St 1250	6	4	14.0	21.5
St 1600	8	6	19.5	28.0
St 1800	8	6	19.5	28.5
St 2000	8	6	19.5	29.0
St 2500	10	8	25.0	38.5
St 3150	10	8	26.0	41.0
St 3500	10	8	26.5	42.5
St 4000	12	8	29.0	48.0
St 4500	12	8	29.5	50.5
St 5000	12	10	32.0	55.0
St 5400	12	10	32.5	56.0
St 6300	12	10	34.0	66.0
St 7500	12	10	36.5	69.0
St 8500	14	10	37.5	73.0

(Normas DIN 22101 fundamentos de diseño de Correas Transportadoras)

2.3.4. EMPALME

Las uniones de las correas son vulcanizadas en caliente. Para correas largas la unión se hace normalmente vulcanizando mediante equipo vulcanizador. El empalme

vulcanizado en caliente determina la tensión máxima permisible de la correa, los empalmes vulcanizados son más eficientes y durables, los cambios de los empalmes son menos frecuentes pero críticos, se traslapa las puntas de las correas a empalmar para luego unir las por vulcanización en caliente.

Las condiciones que debe cumplir un empalme:

- Garantizar igual resistencia en el empalme que en la propia banda.
- Facilitar la adaptación de las poleas.
- Posibilitar la adaptación en los dos sentidos.
- Poseer flexibilidad transversal.
- No deteriorar las telas de las bandas.
- Posibilidad de penetración de la humedad y el polvo en la carcasa, con posibilidad de ataque de productos químicos al quedar las telas al descubierto.

Fuente (https://www.tecnisa.cl/sistema_union.html)

TABLA N° 4: VALOR DE FACTOR DE SEGURIDAD S_0 DEPENDIENDO DE LAS CONDICIONES DE FABRICACIÓN DEL EMPALME

Condición	Descripción de la condición		
Atmósfera	normal	libre de polvo	con polvo
Protección contra la luz solar	normal	muy bueno	pobre
Temperatura ambiente	normal	$\geq 18^{\circ}\text{C}$ y $\leq 22^{\circ}\text{C}$	$< 10^{\circ}\text{C}$ o $> 30^{\circ}\text{C}$
Condiciones de trabajo	normal	espacioso	estrecho
Calificación de los maestros empalmadores	normal	muy bueno	pobre
Calidad del material del empalme	normal	fresco	próximo a la fecha de vencimiento
Calidad de la prensa del empalme	normal	muy bueno	pobre
Factor de seguridad S_0	1.1	causas	
		disminución	aumento
		del factor de seguridad para	
		≥ 1.0	≤ 1.2

(normas DIN 22101 fundamentos de diseño de correas transportadoras)

2.3.4.1. KITS DE EMPALME

Los kits de empalme son los recursos necesarios que brinda el fabricante de la correa para ejecutar el empalme y vulcanización.

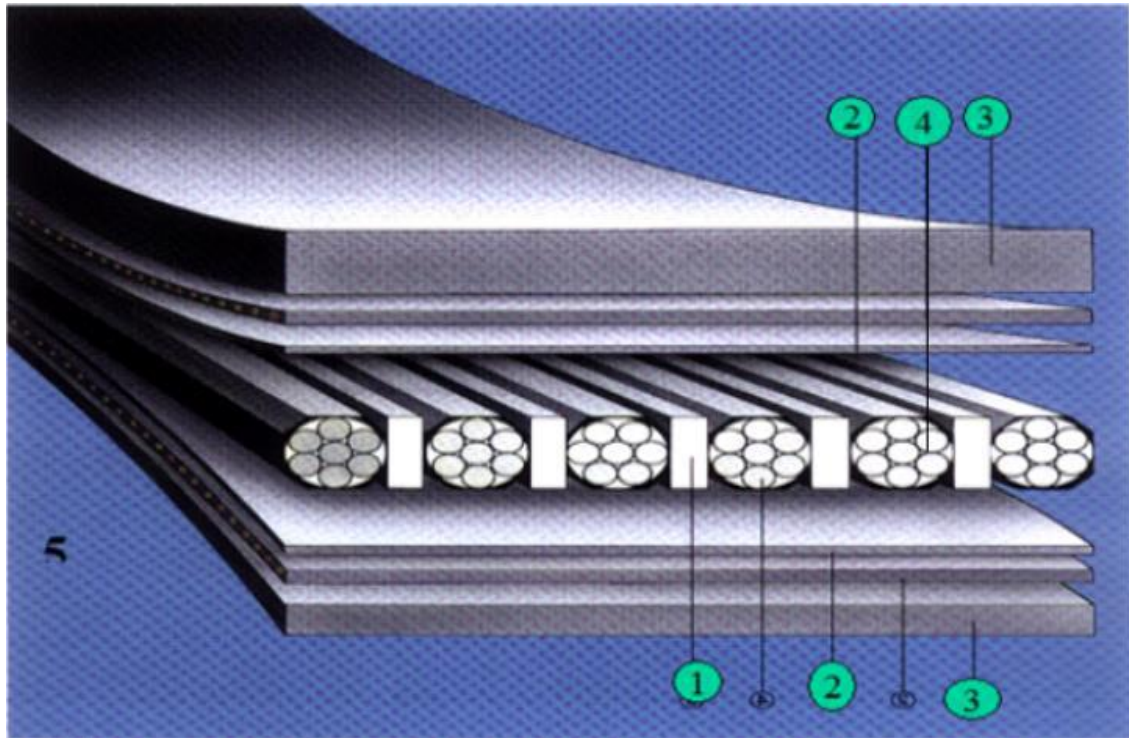


Figura N° 6: Kits de empalme.

(Manual técnicas de ejecución de Empalmes TTM Chile)

- 1.- Compuesto STZ (cojín en tiras – tallarín).
- 2.- Compuesto STZ (cojín en rollo).
- 3.- Compuesto para cubierta STB (cover de carga y cover de retorno).
- 4.- Cable de acero ASTM.
- 5.- Solución STL – RF (cemento).

2.3.5. CONSTRUCCIÓN Y DIMENSIONES DE EMPALMES DE CORREAS TRANSPORTADORAS CON CABLES DE ACERO

2.3.5.1. MÉTODOS PARA REALIZAR UN EMPALME

Los empalmes en correas transportadoras con cables de acero se pueden realizar en uno o varios pasos, en forma de rombo (ancho de la correa x 4) o rectángulo. La capacidad de carga es similar en ambas formas de empalme la rectangular y la romboidal. Generalmente se prefiere la rectangular, porque es más fácil de realizar. La capacidad de carga es similar en ambas formas de empalme la rectangular y la romboidal. Generalmente se prefiere la rectangular, porque es más fácil de realizar.

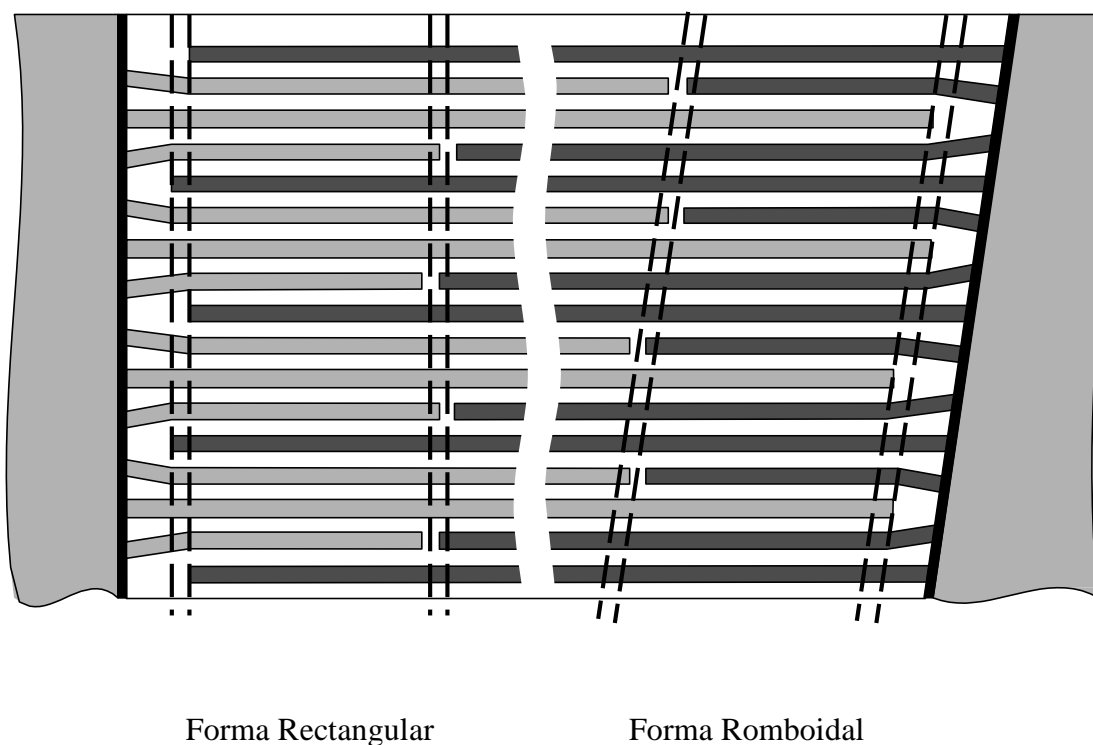


Figura N° 7: Tipos de empalme de forma romboidal/rectangular.
(Manual técnicas de ejecución de Empalmes TTM Chile)

2.3.5.2. CONSTRUCCIÓN

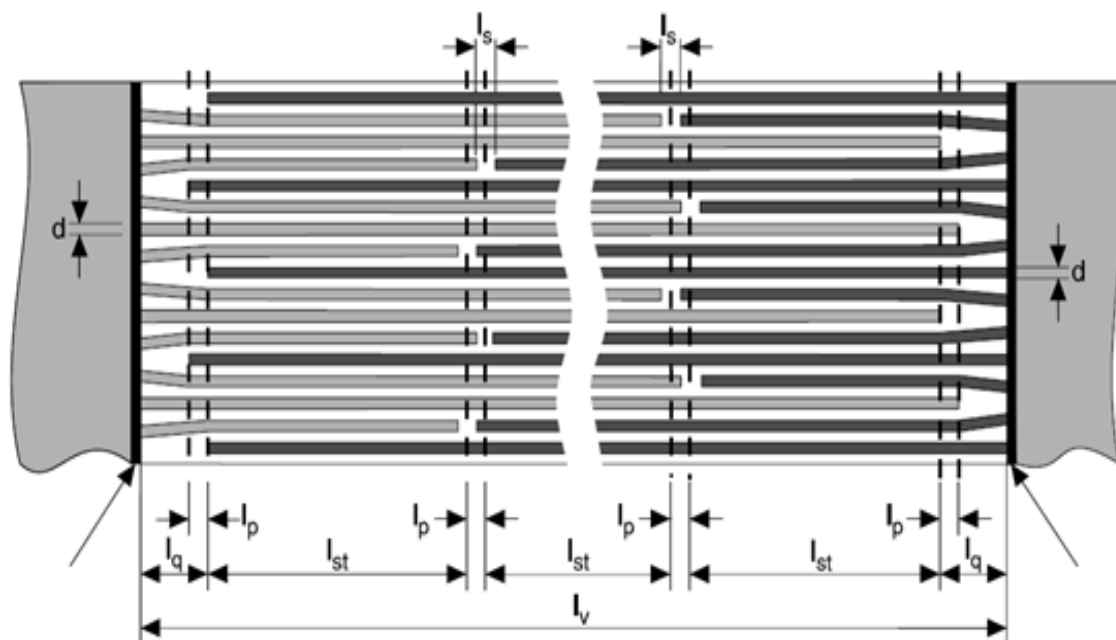


Figura N° 8: Empalme en construcción de 3 pasos y sus dimensiones.

Fuente (Manual REMA TIP TOP Empalmes de Cable de Acero)

l_v = Longitud del empalme.

l_q = Áreas deflectantes de los cables.

l_p = Escalonado de los extremos de los cables.

l_{st} = Longitud mínima del paso.

l_s = Distancia entre los cables empalmados (3 a $4 \times d$).

d = Diámetro del cable de acero.

Si una correa con cables de acero está equipada con un breaker, se debería aplicar un breaker en el área del empalme correspondiente a la construcción de la correa. Entre el breaker y las zonas de transición, donde las cubiertas superiores están biseladas, debería haber una separación de aprox. 50 mm.

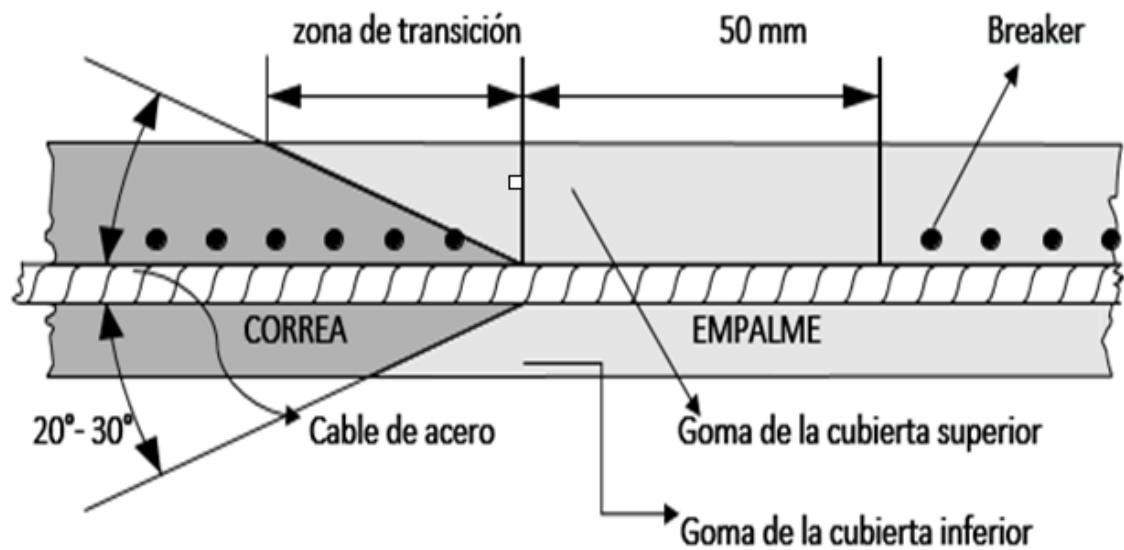


Figura N° 9: Correa de lado perfil ángulo del empalme y bisel en zona de transición.
(Manual REMA TIP TOP Empalmes de Cable de Acero)

2.3.5.3. DETERMINACIÓN DEL LARGO Y PASO Y EMPALME

La cantidad de pasos de un empalme de cable de acero varían según la norma DIN 22129 así tenemos para:

- ST 1000 a ST 2000, un Paso.
- ST 2000 a ST 3150, dos pasos.
- ST 3500 a ST 4500, tres pasos.
- ST 5000 a ST 7500, cuatro pasos.

TABLA N° 5: DATOS TÉCNICOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL LARGO DEL EMPALME

Longitud del paso y del empalme				Compuesto Cojín STZ
Tipo de correa (DIN)	Número de pasos unid.	Longitud mínima del paso l_{st} (mm)	Longitud del empalme mm	Espesor x Ancho mm
ST 1000	1	600	800	2 x 6
ST 1250	1	600	800	2 x 7
ST 1600	1	600	800	2 x 7
ST 2200	2	400	1150	2,5 x 7
ST 2500	2	500	1350	2,5 x 10
ST 3150	2	650	1650	2 x 7
ST 3500	3	650	2450	2,5 x 11
ST 4000	3	750	2750	2,5 x 11
ST 4500	3	800	2900	2 x 12
ST 5000	4	900	4250	2,5 x 13
ST 5400	4	1000	4650	2,5 x 13
ST 6800	4	1270	5960	2,5 X 13

(Manual Empalmes Vulcanización GOODYEAR)

2.3.6. TRATAMIENTOS TERMOQUÍMICOS

Son tratamientos térmicos en los que, además de los cambios en la estructura del acero, también se producen cambios en la composición química de la capa superficial, añadiendo diferentes productos químicos hasta una profundidad determinada. Estos

tratamientos requieren el uso de calentamiento y enfriamiento controlados en atmósferas especiales. Consiste en enriquecer las capas superficiales de la pieza de acero con elementos: Carbono (cementación), Nitrógeno (nitruración), Carbono y Nitrógeno (Carbonitruración o Cianuración), aluminio (Calorización), cromo (cromado) y otros, para elevar la resistencia al desgaste, la resistencia a la corrosión y otras propiedades.

- Aumentar la dureza superficial de las piezas dejando el núcleo más blando y tenaz.
- Disminuir el rozamiento aumentando el poder lubricante.
- Aumentar la resistencia al desgaste.
- Aumentar la resistencia a fatiga.
- Aumentar la resistencia a la corrosión.

(CEMA, 2002). (Fajas Transportadoras para material en general).

2.3.7. CEMENTACIÓN

La cementación es un tratamiento termoquímico en el que se aporta carbono a la superficie de una pieza de acero mediante difusión, modificando su composición. La cementación se utiliza en aceros con bajo contenido en carbono (0.15-0.20 %C).

El acero es calentado por encima de su temperatura crítica superior, hasta la región austenítica, en un medio con alto contenido de carbono, generándose una capa de alto carbono en la superficie.

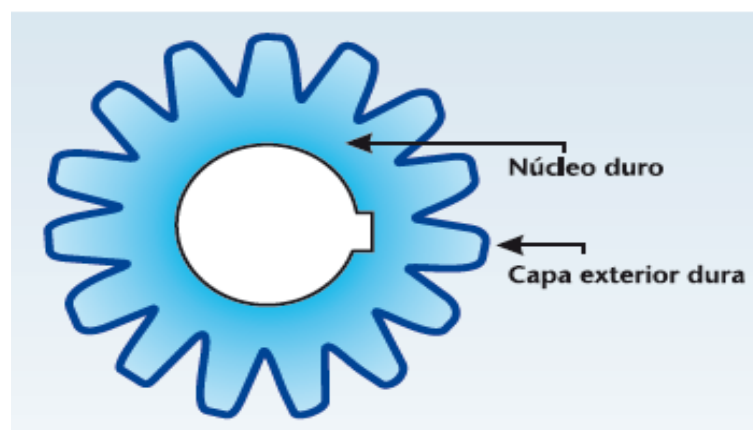
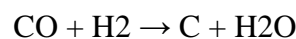


Figura N° 10: Tratamiento termoquímico Cementación.

(<https://ignavic.cl.tripod.com/terreno.htm>)

La cementación tiene por objeto endurecer la superficie de una pieza sin modificación del núcleo, dando lugar así a una pieza formada por dos materiales, la del núcleo de acero con bajo índice de carbono, tenaz y resistente a la fatiga, y la parte de la superficie, de acero con mayor concentración de carbono, más dura, resistente al desgaste y a las deformaciones, siendo todo ello una única pieza compacta.

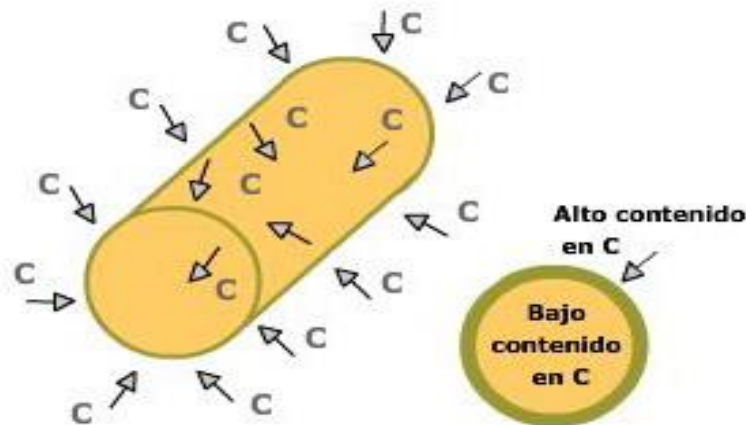


Figura N° 11: Cementación con alto/bajo contenido de carbono

(Manual Empalmes Vulcanización GOODYEAR)

2.3.8. POLÍMEROS

Los polímeros son estructuras químicas idénticas que se repiten en una unión tipo cadena (moléculas llamadas meros), los tipos de polímeros de caucho más comunes son:

- Caucho natural, NR.
- Caucho sintético, SBR.
- Caucho polibutadieno, BR.
- Caucho neopreno, CR.

- Caucho acrílo-nitrilo, ACN.
- Caucho etileno-propileno, EPDM.

TABLA N° 6: MATERIALES POLÍMEROS DE CORREAS TRANSPORTADORAS

PROPERTIES OF COMMON RUBBER TYPES AND PVC								
(1 = excellent; 6 = inadequate)	NR	SBR	BR	NBR	CR	IIR	EPDM	PVC
	Natural	Styr. But.	Butadien	Nitrile	Chloroprene	Butyl	Ethyl. Prop.	(Plastomer)
Breaking strength	1	2	4	2	2	3	3	5
Elongation at break	1	2	3	2	2	2	3	5
Abrasion resistance	4	2	1	2	3	4	3	4
Tear resistance	2	3	5	3	3	3	3	5
Cold flexibility	2	3	2	3	4	2	2	6
Heat resistance	4	4	3	3	2	1	1	5
Weather/ozone resistance	4	4	3	4	2	3	1	2
Oil resistance	6	5	6	1	2	6	6	2
Acid/base resistance	3	3	3	4	2	2	1	2
Flame resistance	6	6	6	6	2	6	6	2

(Normas DIN 22102 o Normas DIN 22131)

2.3.9. VULCANIZACIÓN

La vulcanización es el proceso mediante el cual los polímeros son tratados a fin de fijar sus características físicas, químicas, mecánicas y eléctricas, además de dar la estabilidad dimensional de los mismos. Para la vulcanización se utilizan los agentes de vulcanizado los cuales tienen la función de consolidar la estructura polimérica.

Los agentes de vulcanización comúnmente usados son:

- Azufre.
- Peróxidos.
- Óxidos metálicos.

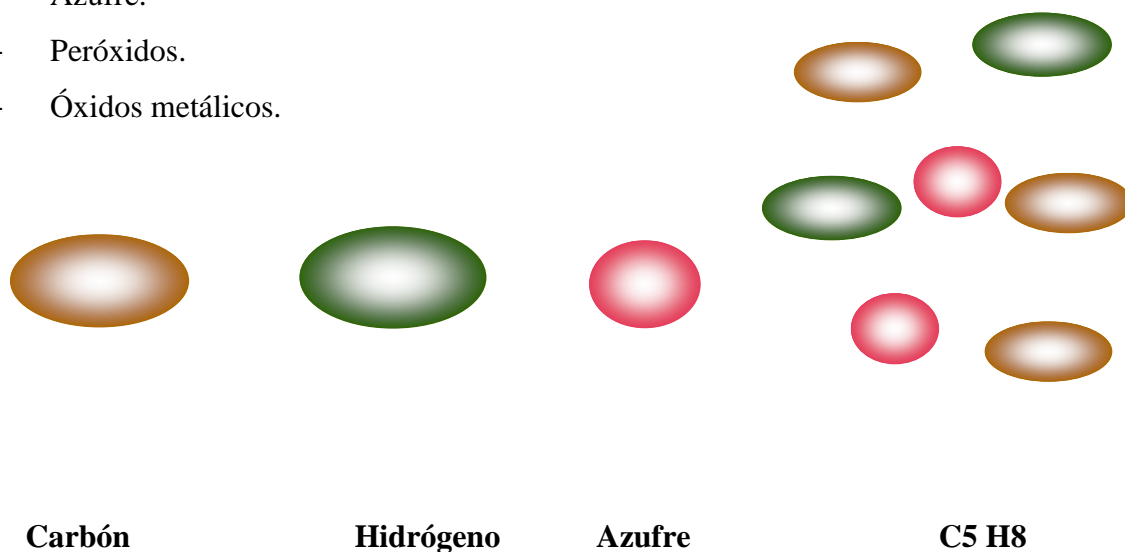


Figura N° 12: Agentes de vulcanización.

(William Neely:1993). TIRE WARS RACING WITH GOODYEAR.



Figura N° 13: Imagen de CHARLES GOODYEAR.

(William Neely:1993). TIRE WARS RACING WITH GOODYEAR.

mediado del siglo 19 un inventor llamado CHARLES GOODYEAR, descubrió accidentalmente el proceso de vulcanización, al dejar un compuesto de caucho con azufre cerca de la chimenea.

2.3.10. TRATAMIENTOS TÉRMICOS

Operaciones o conjuntos de operaciones en estado sólido que comprenden calentamientos, permanencias a temperaturas específicas y enfriamientos variables. Realizados con la finalidad de conferir a los materiales determinadas características.

Alterar las micro estructuras y como resultado mejorar las propiedades mecánicas de las aleaciones.

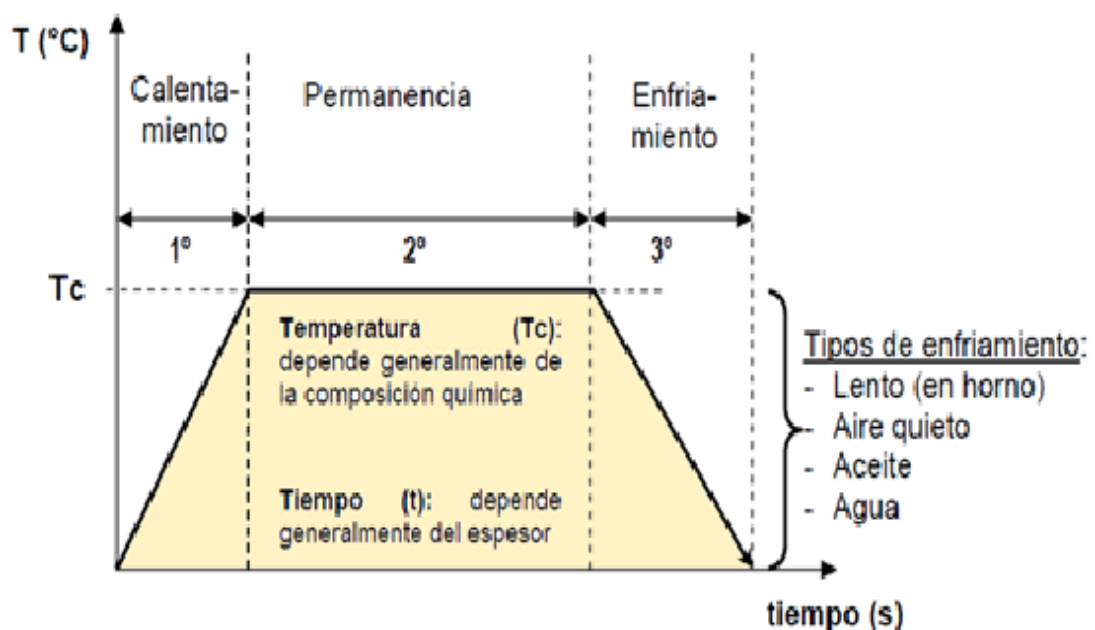


Figura N° 14: Grafico calentamiento permanencia y enfriamiento
fuente (Capacitación Universidad Antonio Ruiz de Montoya) cambio de fase.

TEMPERATURA:

Depende del tipo de material y de su porcentaje de carbono, además de la transformación de faso o micro estructura deseada Generalmente las temperaturas de

calentamiento son realizadas por arriba de las temperaturas críticas. (A1 en el diagrama Fe-Fe₃C).

Yunus A. Cengel, (2004). Termodinámica (Quinta Edición).

TIEMPO:

El tiempo de tratamiento térmico depende mucho de las dimensiones de la pieza y de la microestructura deseada. Cuanto mayor tiempo: Mayor la seguridad de una completa disolución de las fases para una posterior transformación. Mayor será el tamaño de grano (Perjudicial).

Yunus A. Cengel, (2004). Termodinámica (Quinta Edición).

2.3.11. VELOCIDAD DE ENFRIAMIENTO

Depende del tipo de material y de la transformación de fase o microestructura deseada. Es la más importante porque en esta etapa se determinará la microestructura, además de la composición del acero (% Carbono).

- Ambiente del Horno (+ blando).
- Aire.
- Baños de sales o metales fundidos (+ común es el Pb).
- Aceite.
- Agua.
- Soluciones Acuosas de NaOH, Na₂CO₃ o NaCl (+ severos).

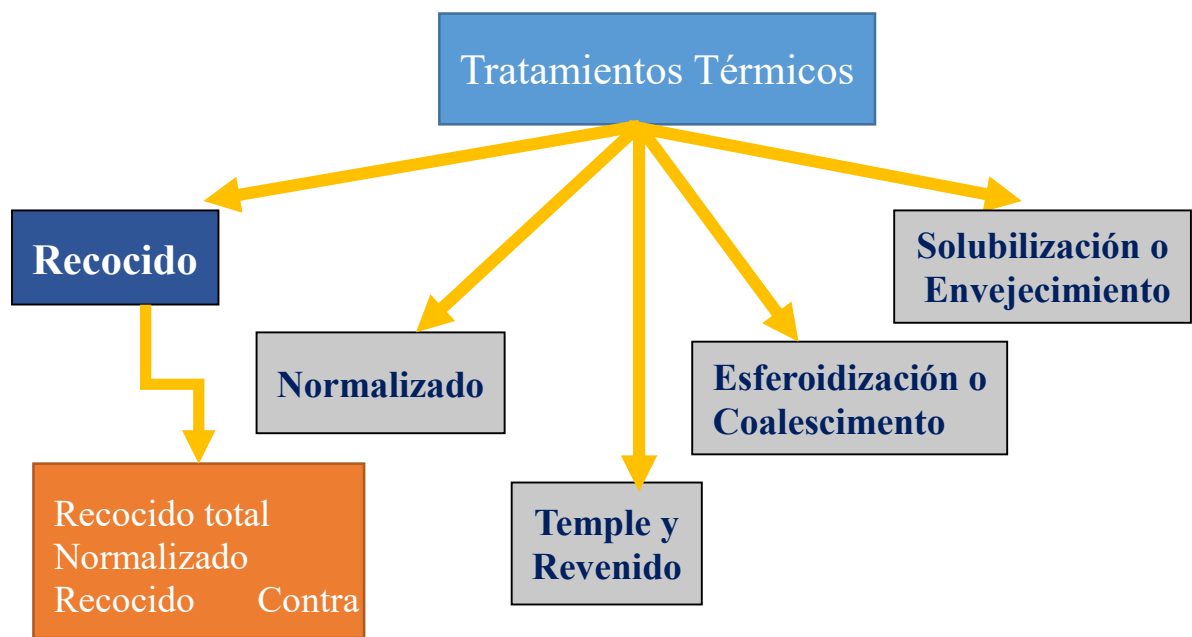


Figura N° 15: Tratamientos térmicos.

(<https://sites.google.com/site/conocerlosmateriales/home/tratamientos-termicos-y-termoquimicos>)

2.3.12. RECOCIDO

Es el tratamiento térmico que, en general, tiene como finalidad principal el ablandar el acero, disminuir la dureza, regenerar la estructura de aceros sobrecalentados o simplemente eliminar las tensiones internas que siguen a un trabajo en frío.

El tratamiento térmico de recocido de regeneración o total se caracteriza por su calentamiento, especialmente el enfriamiento, es sumamente lento (dentro del horno), de manera que las microestructuras resultantes son deducibles del diagrama de equilibrio. En el recocido de alivio de tensiones se alivian las tensiones internas y el enfriamiento es en aire.

Fuente (William Neely:1993). TIRE WARS RACING WITH GOODYEAR.

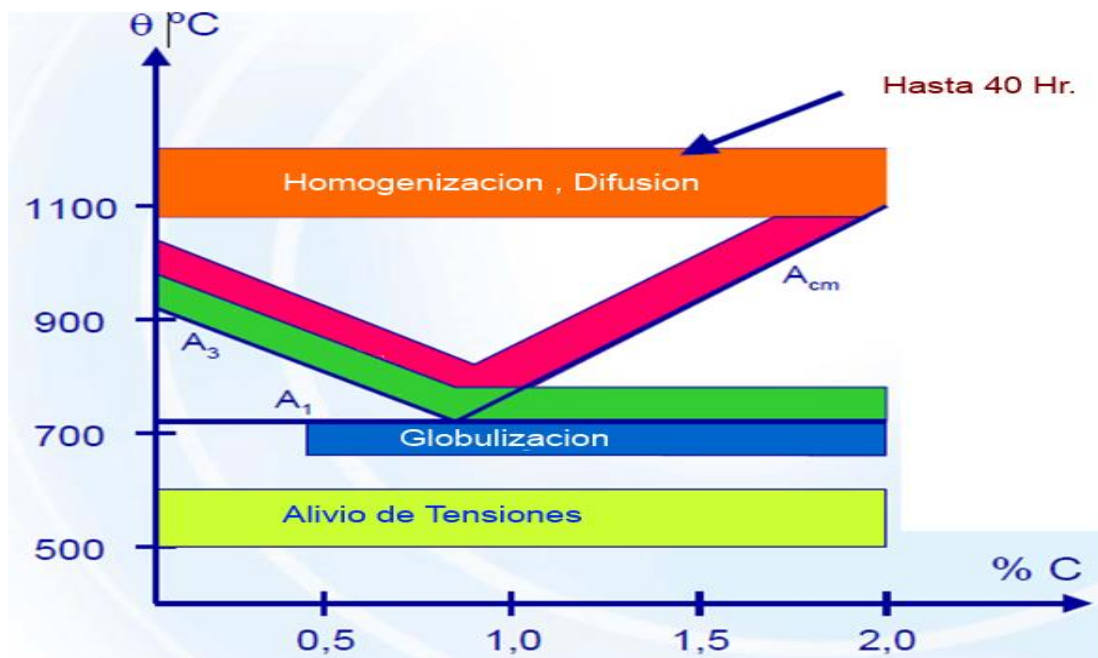


Figura N° 16: Recocido.

Fuente (William Neely:1993). TIRE WARS RACING WITH GOODYEAR.

2.4. GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS

En la ejecución de empalmes con cables de acero y vulcanización en caliente de faja transportadora, mantenimiento y reparaciones es usada cierta terminología como se definirá a continuación los términos básicos:

ELASTICIDAD: Propiedad que tienen los materiales a deformarse, recuperando su forma original una vez eliminado el esfuerzo.

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN: Es la fuerza aplicada a una determinada área del material, que trata de producir alargamiento, es el esfuerzo al que se ve sometido un material cuando se le aplican dos fuerzas en la misma dirección y sentido contrario, provocando su alargamiento.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN: Un cuerpo se encuentra sometido a compresión si las fuerzas aplicadas tienden a aplastarlo o comprimirlo. Los pilares y columnas son ejemplo de elementos diseñados para resistir esfuerzos de compresión. Cuando se somete

a compresión una pieza de gran longitud en relación a su sección, se arquea recibiendo este fenómeno el nombre de pandeo.

RESISTENCIA A LA CORTADURA: Es la fuerza que trata de desplazar dos secciones inmediatas una respecto a otra la resistencia ofrecida por el material se denomina resistencia al Corte, llamada también, resistencia al cizallamiento, es producido en el material al aplicar dos fuerzas en la misma dirección y sentido contrario desplazados una pequeña distancia. Se produce un corte del material.

DUREZA: Es el grado de oposición de un material a ser rayado o penetrado de cualquier forma, por otro material, resistencia a la deformación plástica permanente.

TEMPLE: El tratamiento térmico del temple y revenido (bonificado) le confiere al acero las más elevadas propiedades mecánicas, sea esta una alta dureza para mejorar la resistencia al desgaste de una herramienta de corte o una elevada resistencia mecánica para la fabricación de elementos de máquinas de alta resistencia.

RESISTENCIA AL MOVIMIENTO: Con la correa avanzando en un estado de funcionamiento continuo, las resistencias al movimiento surgen de fuerzas de masa, peso y fricción.

TENSIÓN DE LA CORREA: La tensión de la correa de un sistema transportador es un valor que varía a lo largo de la trayectoria de la correa y si rige por los siguientes factores influyentes: longitud de la correa, número de poleas, número de polines, características del equipo de transmisión, tipo de carga, impacto.

CUBIERTAS: Las cubiertas de una correa transportadora tienen el propósito de proteger su componente tensor y deberán ser apropiadas para la utilización y ubicación específica con el propósito de tener una calidad y espesores mínimos.

ZONA DE TRANSICIÓN: Normalmente la zona de transición es en correas en movimiento en funcionamiento con todas sus características.

GRANULOMETRIA: Es el tamaño de material transportado entre finos, gruesos, medianos de los sulfuros de mineral.

CARGAS REFORZANTES: Permiten mejorar las propiedades mecánicas del caucho, existen dos tipos de reforzante el negro de humo, y de sílice.

CARGAS NO REFORZANTES: Son aquellos productos que no aportan mejoras en las propiedades mecánicas del caucho, existen varios tipos de cargas no reforzantes el talco, tiza y el caolín.

ADHESIVO: Una sustancia capaz de mantener los materiales en conjunto.

ANTIOXIDANTE: Reduce la velocidad de degradación oxidativa.

(ANTISTATIC AGENT): ayudan a disipar la acumulación de cargas de electrones, eliminando así el riesgo de una descarga o la generación de una chispa.

2.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.5.1. HIPÓTESIS GENERAL

Se mejorará la calidad en proceso de ejecución de empalme y vulcanización de faja transportadora de ST 6800, en las actividades para aprobar y certificar el empalme.

2.5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA

- a) La utilización de las variables de vulcanización de $P = 170$ psi, $T = 145$ °C, $t = 125$ min, se comprueba correctamente en el proceso de vulcanización.
- b) Se logrará identificar los factores de fallas que intervienen en el proceso de ejecución de empalme y vulcanización de faja CV 201, los factores críticos son analizados y controlados en el proceso de ejecución de empalme y vulcanización en caliente.
- c) La verificación de la calidad en los procesos de empalme con cables de acero y vulcanización en caliente se dará el cumplimiento de la norma DIN 22101 en la aplicación de procedimientos, certificaciones, Checklist de empalme, diagramas de empalme. Para el control de calidad de las actividades del trabajo.

CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLÓGICO DE INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Es una investigación de campo ya que la recolección de datos es realizada directamente en el área de trabajo, específicamente en la zona de ejecución del proyecto: Mejora Tecnológica Montaje de Faja Transportadora CV 201 SOUTHERN COPPER CUAJONE. La investigación a desarrollar es Descriptiva, se recolecta toda la información para hacer una descripción de la situación actual del área del proyecto, luego de esto se utiliza el método KAIZEN de análisis 7 pasos de mejora continua, que nos permita conocer las características más importantes de los procesos de ejecución de empalme y vulcanización y en base a ese análisis realizar una propuesta.

El proceso de vulcanización se realiza con el calentamiento de los 9 platos inferiores, y los 9 platos superiores calefactores, hasta una temperatura de 145 °C, con una presión constante de 170 psi en las 9 bolsas de presión colocadas en la parte superior de los platos calefactores superiores. Se realiza el proceso de recocido de la correa CV 201, durante 120 min y se pasa al proceso de enfriamiento de los platos superiores e inferiores hasta 20 °C y se procede al desmontaje de prensa superior y prensa inferior, se analiza a detalle el proceso de vulcanización para garantizar las funcionalidades de los 45 empalmes.

TABLA N° 7: VARIABLES DE VULCANIZACIÓN

VARIABLES DE VULCANIZACIÓN	
TEMPERATURA	145 +/- 5 °C
PRESION DE ETAPA DE VULCANIZADO	170 psi
TIEMPO DE ETAPA DE VULCANIZADO	125 minutos

Fuente (de elaboración propia).

Los resultados serán extraídos desde el proceso de ejecución de empalme y vulcanización, para ello se incluirán gráficos y datos según la metodología de solución de problemas (KAIZEN).

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. POBLACIÓN

Población o universo puede estar referido a cualquier conjunto de elementos de los cuales pretendemos indagar y conocer sus características, o una de ellas, y para el cual serán válidas las conclusiones obtenidas en la investigación”.

Tamaño de la Población:

Alcance	Empalme con cables de acero y vulcanización de faja CV 201
Elementos	Proceso de ejecución de empalme y vulcanización
Unidades de Muestra	Proceso de ejecución de empalme y vulcanización

Fuente (de elaboración propia).

3.2.2. MUESTRA

Muestra es un subgrupo de la población, es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población.

Marco Muestral	Datos recolectados del proceso de ejecución de empalme y vulcanización de faja CV 201
Tamaño de muestra	Empalme Realizado
Procedimiento de Muestreo	Muestrear por Estratos (Herramientas de Calidad)
Selección de Muestra	Por intervalos de Tiempo, Presión y Temperatura

Fuente (de elaboración propia).

3.3. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN

La ubicación de la población a estudiar está ubicada en el asiento minero SOUTHERN COPPER CUAJONE. Ubicado en el Distrito de Torata, Provincia de Mariscal Nieto, Departamento de Moquegua.

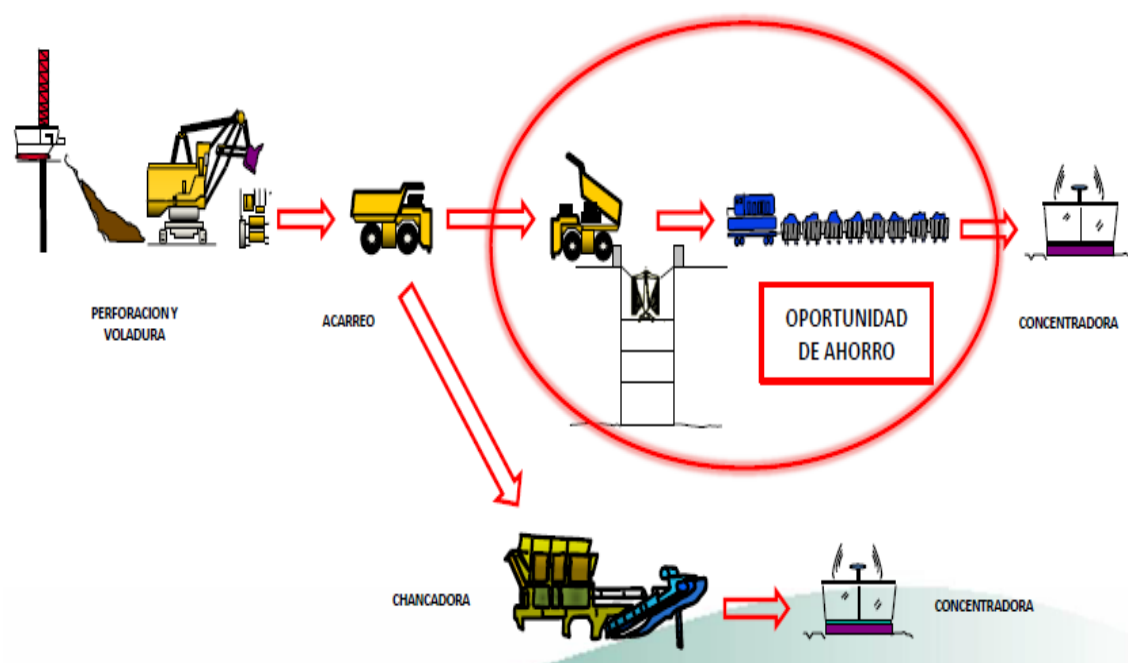


Figura N° 17: Bosquejo del proceso de actividades generales de SOUTHERN COPPER CUAJONE.

(SIPLAMIN, 2012)

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los instrumentos que se emplearon para recoger y almacenar la información son los recursos materiales de los que puede valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información. En esta investigación los instrumentos de recolección de datos utilizados son:

- Durómetro Shore: código (25958528 - 7)



Figura N° 18: Instrumento de Medición Durómetro.
(Manual técnicas de ejecución de Empalmes TTM Chile)

- Caja de control de temperatura: código (60820013 – 1)



Figura N° 19: Caja de control de temperatura.
(Manual técnicas de ejecución de Empalmes TTM Chile)

- Bomba eléctrica: código (90820013 – 3)



Figura N° 20: Bomba eléctrica.

Fuente. (Manual técnicas de ejecución de Empalmes TTM Chile)

TABLA N° 8: CARACTERÍSTICAS DE EQUIPO VULCANIZADOR

CARACTERÍSTICAS DE EQUIPO VULCANIZADOR	
FABRICANTE	SHAW ALMEX
DUEÑO	CBT
SISTEMA DE PRESION	9 BOLSA DE PRESION
LARGO DE EQUIPO	270 cm
ANCHO DE EQUIPO	84cm
ANGULO DE PLATOS CALEFACTORES	22°
NUMERO DE VIGAS/NÚMERO DE PERNOS DE PRESIÓN	36 PARES EAX/72 UNIDADES
CANTIDAD DE PLATOS CALEFACTORES	9 PARES

Fuente (Elaboración Propia)

- Equipo vulcanizador SHAW ALMEX armado



Figura N° 21: Equipo Vulcanizador.

Fuente (SHAW ALMEX Industries, 2005)

- Dimensiones de Barra Transversal del equipo vulcanizador SHAW ALMEX

Tipo de Barra Transversal

	EA		EAX		EB		EC		E380	
	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm
W	22	559	27.5	699	32.5	826	32.5	826	36.5	927
X	9.75	248	12.5	318	15	381	15	381	17	432
Y	7.75	197	10.5	267	13	330	13	330	15	381
Z	7	178	7	178	6	152	6.5	165	6.5	165

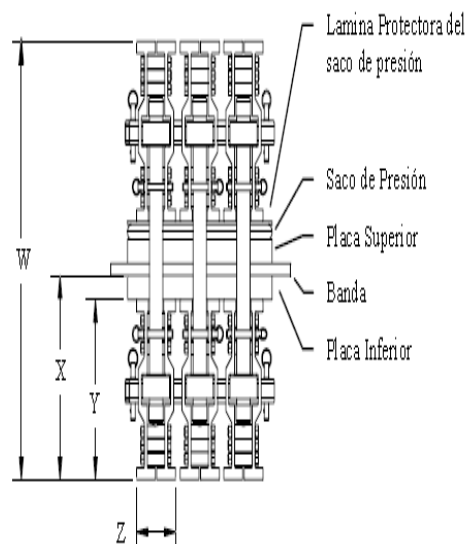


Figura N° 22: Barra Transversal de equipo vulcanizador (SHAW ALMEX).

Fuente (Shaw Almex Industries (2005). Manual de Operación y Mantenimiento de SVP, para Vulcanizadora Tipo Seccional)

3.5. PROCEDIMIENTO DEL EXPERIMENTO

Para empezar la recolección de datos primero empezamos a armar el diagrama funcional de equipo vulcanizador (SHAW ALMEX), como se muestra en la siguiente figura con todos los equipos armados, y obtener datos de Presión en las 9 Bolsas de presión, Temperatura en los 9 platos calefactores superiores y 9 platos calefactores inferiores.

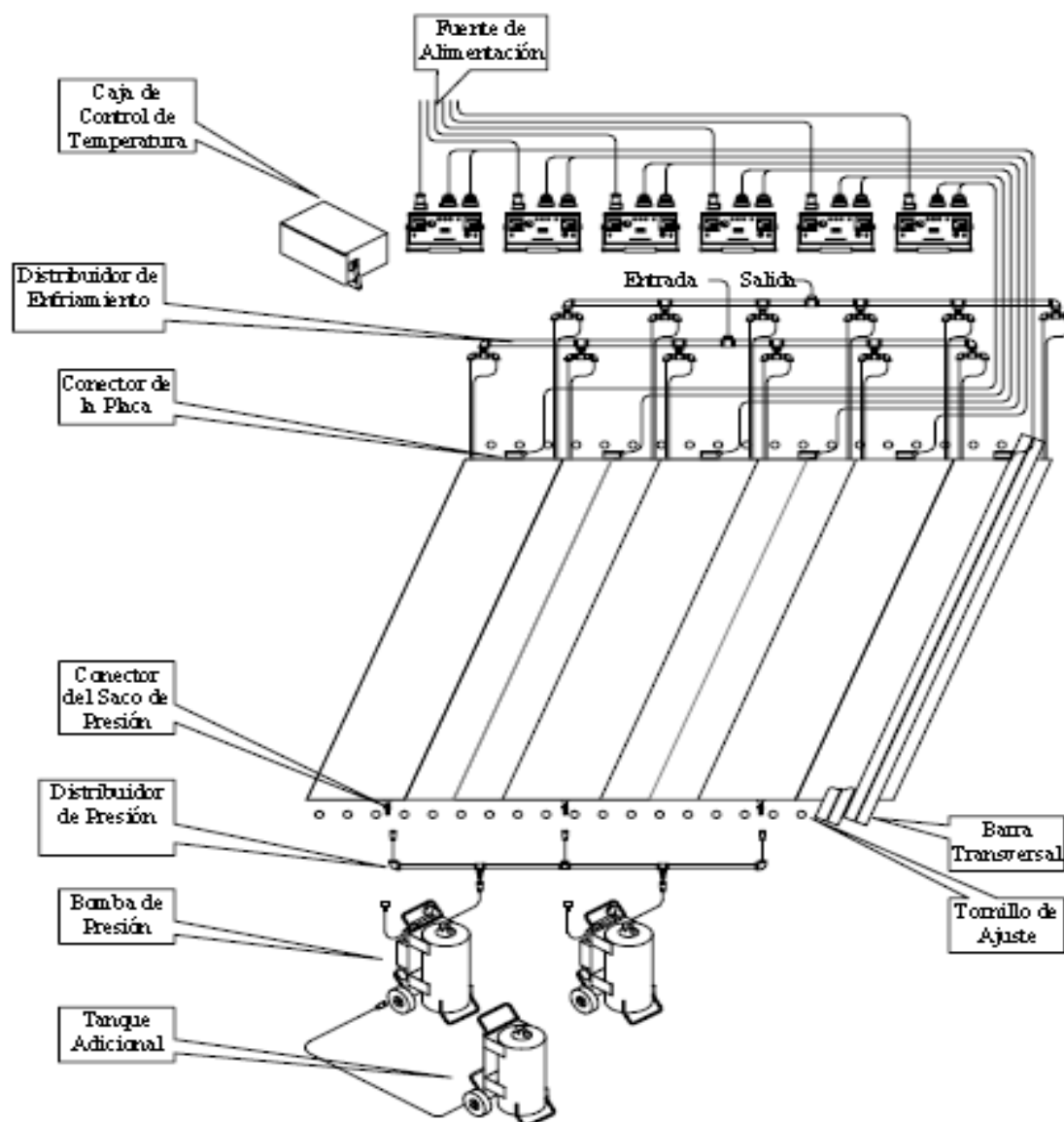


Figura N° 23: Diagrama funcional de equipo vulcanizador

Fuente (Shaw Almex Industries (2005). Manual de Operación y Mantenimiento de SVP, para Vulcanizadora Tipo Seccional)

3.5.1. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO DE LA CORREA CV 201 DE 308 m DE ROLLO A EMPALMAR

A continuación, se da a conocer datos de especificaciones de correas transportadoras según DIN 22101 de la correa CV 201: Utilizados en el proyecto “Mejora Tecnológica Montaje de faja Transportadora SOUTHERN COPPER CUAJONE”.

Especificaciones técnicas de correa CV 201:

Correa Transportadora CV 201 = 1829 ST 6800 19.0 + 10.0 L100X

Ancho: 1829 mm

ST (TENSION DE LA CORREA): 6800 N

Cover de carga: 19.0 m

Cover de retorno: 10.0 mm

LX(IMPACTO): 100

Longitud de Empalme: 5960 mm

TABLA N° 9: DATOS DE LA CORREA DE 308 M DE ROLLO TIPO (STEEL CORD)

CORREA CV 201 DE 308 m N° 1		CORREA CV 201 DE 308 m N° 2	
FABRICANTE DE CORREA	SEMPERTRASN	FABRICANTE DE CORREA	SEMPERTRANS
TIPO DE CORREA	STEEL CORD	TIPO DE CORREA	STEEL CORD

ANCHO DE CORREA	1829 mm	ANCHO DE CORREA	1829 mm
ESPELOR CUBIERTA SUPERIOR	19 mm	ESPELOR CUBIERTA SUPERIOR	19 mm
ESPELOR CUBIERTA INFERIOR	10 mm	ESPELOR CUBIERTA INFERIOR	10 mm
N° DE TELAS	0	N° DE TELAS	0
N° DE CABLES	89	N° CABLES	89
ESPELOR TOTAL	41.7 mm	ESPELOR TOTAL	41.7 mm
REFUERZO BREAKER	No	REFUERZO BREAKER	No
N° DE ROLLO	1	N° DE ROLLO	1
LONGITUD DE ROLLO	308 metros	LONGITUD DE ROLLO	308 metros
CUBIERTA RETIRADA	Carga	CUBIERTA RETIRADA	Retorno
DIAMETRO DE CABLES	12.7 mm	DIAMETRO DE CABLES	12.7 mm
NUMERO DE PASOS	4	NUMERO DE PASOS	4

Fuente de (Elaboración Propia).

CAPÍTULO IV

IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN

Utilizaremos la metodología KAIZEN de solución de problemas de mejora continua en procesos que consta de 7 pasos que nos sirven para desarrollar proyectos de mejora continua, de forma eficaz y eficiente. En cada paso de la metodología de solución de problemas utilizamos herramientas de calidad, estas herramientas nos ayudan a expresar de manera simple la información y la de toma de decisiones para realizar empalme y vulcanización de la faja CV 201.

A continuación, se presenta el diagrama de flujo de bloque del proceso de empalme y vulcanización de faja CV 201, para un mejor entendimiento de los procesos a seguir pasaremos a analizar cada uno de los procesos de ejecución de empalme con cables de acero y vulcanización en caliente mediante la metodología de mejora continua (KAIZEN)

-Diagrama de flujo de bloque del proceso de empalme y vulcanización de faja cv 201

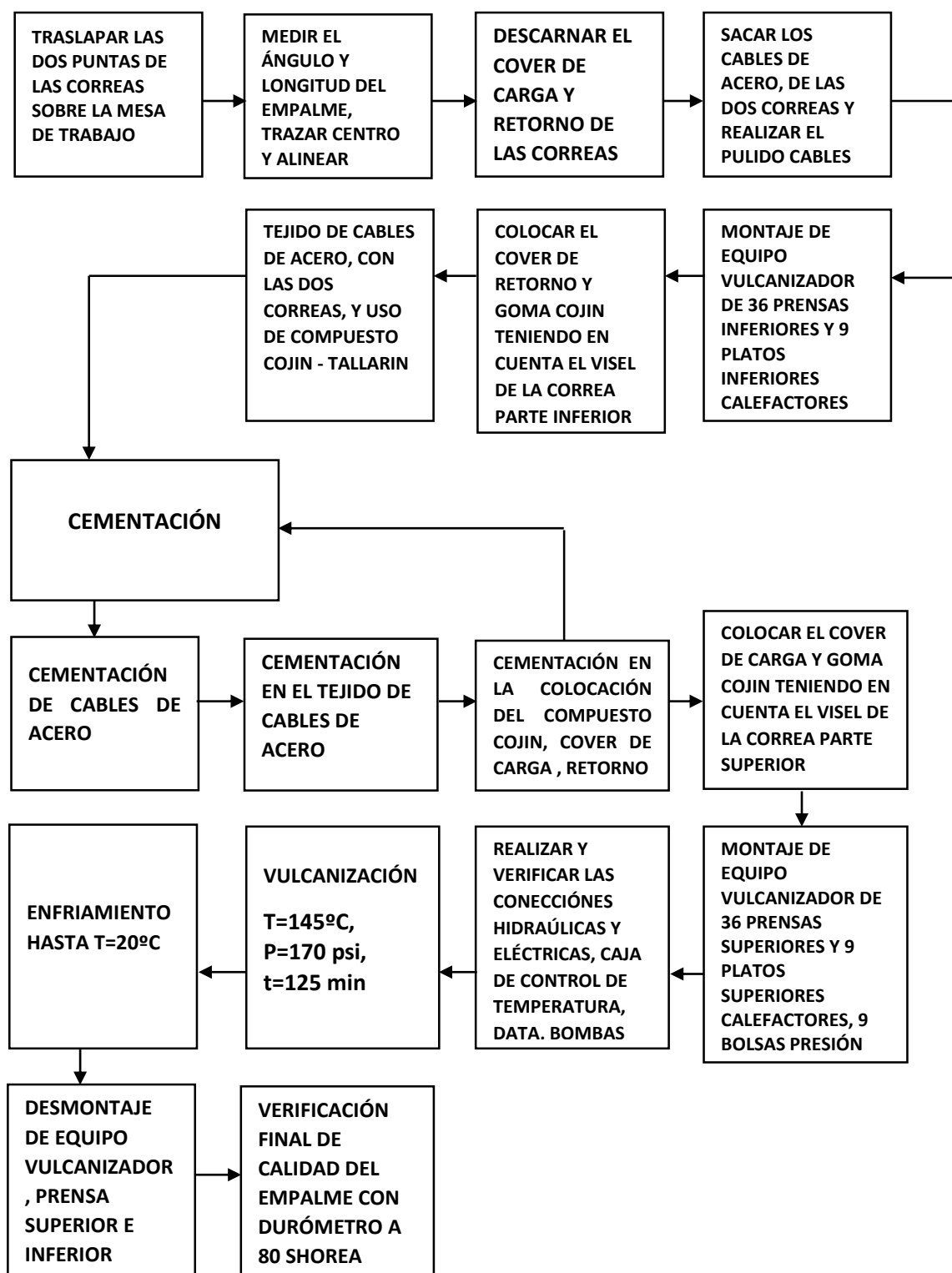


Figura N° 24: Diagrama de flujo de Bloque del Proceso de Empalme y Vulcanización.

Fuente (Elaboración propia)

4.1. RESULTADOS

4.1.1. METODO KAIZEN DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS PARA PROCESOS DE MEJORA CONTÍNUA

4.1.1.1. PRIMER PASO DEFINIMOS EL PROBLEMA

En este paso definimos el problema basándonos en el “diagrama de flujo de bloque del proceso de empalme y vulcanización de faja CV 201” de la figura anterior. El objetivo es realizar empalme y vulcanización correctamente para la aprobación y certificación de los 45 empalmes realizados en la faja CV 201.

-Diagrama de Pareto para la ubicación del proceso más crítico de empalme y vulcanización de faja cv 201.

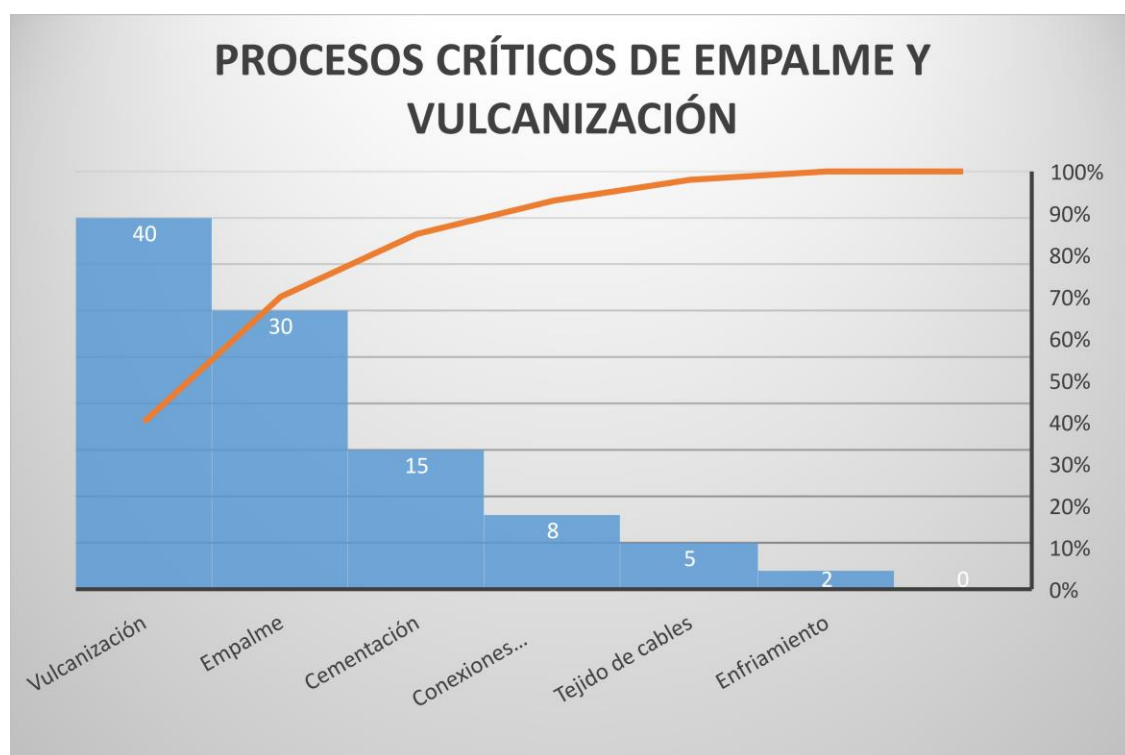


Figura N° 25: Procesos Críticos de Empalme y Vulcanización.

Fuente (Elaboración Propia)

Jerarquizando los procesos más críticos en función de la ejecución de empalme y vulcanización de la faja CV 201. Ubicamos el proceso más crítico es vulcanización, segundo más crítico ejecución de empalme, tercero más crítico proceso de cementación, y otros.

TABLA N° 10: SERVICIOS QUE UTILIZAN RECURSOS TÉCNICO CRÍTICOS, PERIODO: 2009(TRIMESTRE I)-2012(TRIMESTRE I)

CATEGORIA	CODIFICACION	CATEGORIA	CODIFICACION	TOTAL (SER)	
PRENSA DE VULCANIZAR	1	ALQUILER DE PRENSA	1	4	68
		CAMBIO Y EMPALME	2	56	
		EMPALME	3	6	
		INJERTO	4	2	
EQUIPOS NO CRITICOS	2	PREPARACION	5	64	226
		REPARACION	6	97	
		REVESTIMIENTO	7	65	
TOTAL GENERAL (SER)				294	

Fuente (Cerro Verde gastos de mantención para el contrato CV-59851-CLC-257-2008, que ascienden a USD\$ 1,340,102.90 para el periodo 2009 – 2012 (Trimestre I)).

Recursos Técnicos en el Mantenimiento de Fajas Transportadoras. Se registra 23.13% de servicios del total de servicios por contrato, en los cuales se hacen uso de Equipos de Vulcanizar. Lo cual se puede ver que se realizaron 64 actividades de ejecución de empalme y vulcanización de faja en los 3 años de contrato, eso quiere decir que las fallas criticas sucedieron 64 veces.



Figura N° 26: Criticidad de Empalmes y Vulcanización.

Fuente (Cerro Verde gastos de mantención para el contrato CV-59851-CLC-257-2008, que ascienden a USD\$ 1,340,102.90 para el periodo 2009 – 2012 (Trimestre I))

Análisis

Estos servicios requieren de especialistas para su ejecución, es de considerar también que la criticidad de estos servicios es alta.

4.1.1.2. SEGUNDO PASO RECOLECTAR DATOS

Del paso uno se definió los problemas como son: Proceso de vulcanización, Ejecución del empalme, proceso de cementación. Recopilaremos datos para un mejor entendimiento de estos 3 procesos críticos obtenidos.

TABLA N° 11: RESULTADO DE DATOS OBTENIDOS DE LOS 9 PLATOS INFERIORES CALEFACTORES

Tiempo de calentamiento de los platos	PLATOS INFERIORES DE TEMPERATURA EN, °C								
	Plato N° 1	Plato N° 2	plato N° 3	plato N° 4	plato N° 5	plato N° 6	plato N° 7	plato N° 8	plato N° 9
10 min	8	7	9	8	6	10	7	4	8
20 min	25	23	21	23	26	19	18	16	15
30 min	40	45	46	47	48	45	40	39	38
40 min	65	63	65	64	64	60	59	58	59
50 min	80	81	80	66	82	79	78	77	79
60 min	90	91	90	91	92	90	91	90	91
70 min	100	101	101	102	100	98	99	100	101
80 min	110	111	110	111	110	109	108	110	110
90 min	120	120	120	120	120	119	120	120	121
100 min	130	130	130	132	130	130	130	130	131
110 min	138	138	138	139	137	138	140	140	141
120 min	145	145	145	145	145	145	145	145	145

Fuente (Elaboración Propia)

TABLA N° 12: RESULTADO DE DATOS OBTENIDOS DE LOS 9 PLATOS SUPERIORES CALEFACTORES

Tiempo de calentamiento de los platos	PLATOS SUPERIORES DE TEMPERATURA, EN °C								
	plato N° 1	plato N° 2	plato N° 3	plato N° 4	plato N° 5	plato N° 6	Plato N° 7	plato N° 8	plato N° 9
10 min	5	8	10	9	6	11	10	6	10
20 min	20	22	21	20	26	19	18	15	20
30 min	40	43	40	47	49	44	40	38	38
40 min	60	60	64	64	68	58	60	58	59
50 min	81	82	83	83	83	79	80	77	79
60 min	92	94	90	94	92	90	91	90	91
70 min	101	101	101	102	100	99	99	100	100
80 min	109	113	110	114	110	110	108	110	110
90 min	120	122	122	121	120	119	122	120	121
100 min	132	133	130	133	130	131	130	133	130
110 min	139	140	138	139	137	138	140	140	141
120 min	145	145	145	145	145	145	145	145	145

Fuente (Elaboración Propia)

TABLA N° 13: RESULTADO DE DATOS OBTENIDOS DE AUMENTO DE PRESIÓN DE 9 BOLSAS DE PRESIÓN

Tiempo de aumento de presión	DATOS DE BOLSAS DE PRESIÓN (VEJIGAS) EN (psi)								
	Bolsa de presión N° 1	bolsa de presión N° 2	bolsa de presión N° 3	Bolsa de presión N° 4	bolsa de presión N° 5	bolsa de presión N° 6	bolsa de presión N° 7	Bolsa De presión N° 8	bolsa de presión N° 9
10 min	14	13	14	15	13	14	13	14	14
20 min	29	28	27	29	28	27	28	29	29
30 min	43	43	44	42	44	45	43	44	43
40 min	56	57	58	57	56	55	52	56	56
50 min	69	70	68	71	70	69	68	69	69
60 min	84	83	82	82	81	83	83	83	84
70 min	98	99	100	102	100	98	99	99	98
80 min	111	110	110	111	110	111	112	111	112
90 min	127	126	125	126	125	128	127	127	128
100 min	139	139	138	139	139	139	138	139	139
110 min	154	153	154	154	152	154	153	154	154
120 min	170	170	170	170	170	170	170	170	170

Fuente (Elaboración Propia)

TABLA N° 14: RESULTADO DE DATOS OBTENIDOS DEL PROCESO DE ENFRIAMIENTO DE LOS 9 PLATOS INFERIORES CALEFACTORES

Tiempo de enfriamiento de los platos	ENFRIAMIENTO DE PLATOS INFERIORES DE TEMPERATURA, EN °C								
	Plato N° 1	Plato N° 2	Plato N° 3	Plato N° 4	Plato N° 5	plato N° 6	Plato N° 7	Plato N° 8	plato N° 9
0min	145	145	145	145	145	145	145	145	145
5 min	125	120	122	123	124	119	121	120	122
10 min	100	102	100	105	104	101	100	99	98
15 min	80	79	78	84	81	82	80	83	80
20 min	60	62	61	59	64	58	61	63	62
25 min	41	40	44	43	42	40	41	42	41
30 min	23	21	24	20	22	23	19	20	20
35 min	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente (Elaboración Propia)

TABLA N° 15: RESULTADO DE DATOS OBTENIDOS DEL PROCESO DE ENFRIAMIENTO DE LOS 9 PLATOS SUPERIORES CALEFACTORES

Tiempo de enfriamiento de los platos	ENFRIAMIENTO DE PLATOS SUPERIORES DE TEMPERATURA, EN °C								
	plato N° 1	Plato N° 2	plato N° 3	plato N° 4	plato N° 5	plato N° 6	Plato N° 7	plato N° 8	plato N° 9
0min	145	145	145	145	145	145	145	145	145
5 min	123	124	122	123	120	122	125	121	121
10 min	101	102	104	105	103	101	101	98	100
15 min	82	79	78	83	81	83	81	82	81
20 min	61	62	60	59	62	59	62	60	65
25 min	40	40	41	44	42	40	41	45	44
30 min	23	23	24	21	22	22	20	20	20
35 min	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente (Elaboración Propia)

TABLA N° 16: RESULTADO DE DATOS OBTENIDOS DE MEDICIÓN DE DUREZA CON DURÓMETRO SHOREA EN LA FAJA CV 201

DUREZA DE SELLO CARGA	DUREZA DE SELLO RETORNO
75	80
75	78
78	79
80	80
80	80
80	80
78	80
80	80
80	80

Fuente (Elaboración Propia)

4.1.1.3. TERCER PASO IDENTIFICAR CAUSA RAIZ

En este paso constituiremos un proceso iterativo para identificar la causa raíz del problema que conocemos, los procesos críticos que hemos seleccionado como: Fallas en proceso de vulcanización, fallas es proceso de ejecución del empalme y fallas en proceso de cementación.

4.1.1.3.1. ANÁLISIS DE FALLAS EN PROCESO DE VULCANIZACIÓN

Para el análisis de causa raíz de falla en vulcanización, se inicia el análisis desde las conexiones eléctricas y térmicas, por pérdidas de presión hidráulica, por falla de equipo vulcanizador, por fallos humanos, son los factores que intervienen en una posible falla en vulcanización, que tienen q ser controlados en el proceso de vulcanización de faja CV 201 realizando el diagrama del árbol se puede definir lo siguiente.

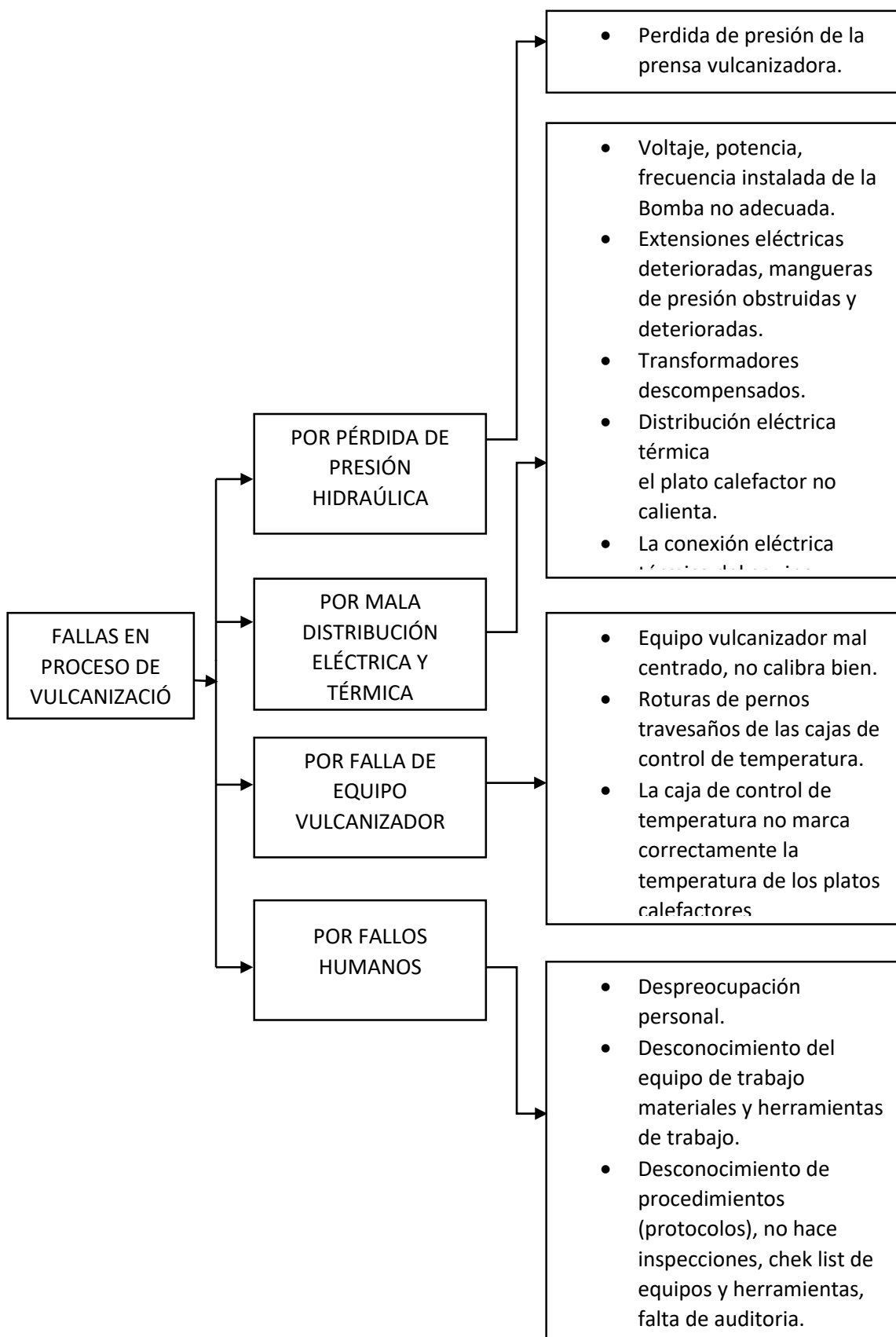


Figura N° 27: Grafico de análisis Causa Raíz de Falla en Vulcanización.

Fuente (Elaboración Propia)

- Tormenta de Ideas para Falla en Proceso de Vulcanización.

<p>POR PÉRDIDA DE PRESIÓN HIDRAÚLICA</p>	<p>POR MALA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA Y TÉRMICA</p>
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pernos de sujeción de prensa superior con la prensa inferior mal ajustados, mala coordinación de ajuste de ambos lados laterales. ➤ Mal alineamiento y posicionamiento de la prensa superior con la prensa inferior. ➤ Bombas eléctricas no disponibles mangueras de conexión y válvulas no operativas. ➤ Las válvulas de las bombas no cierran circuito por completo, o necesitan cambio. ➤ Puede que la bomba no funcione bien por bajo rendimiento, baja potencia en el motor. ➤ Fugas en acoples de distribución hidráulica, crucetas, mangueras. ➤ Las bolsas de presión (guateros), no probaron antes de usar a 170 psi, 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Motores eléctricos dañados. ➤ Tableros de distribución mal diseñados a exceso de carga. ➤ Distribución térmica equipo vulcanizador – a plato calefactor (no caliente). ➤ Transformadores descompensados. ➤ Extensiones eléctricas deterioradas y sin aislamiento provocarían fuga a tierra y corto circuito. ➤ Mangueras de presión sin seguro de pines, obstruidas y deterioradas.

<p>(grave error).</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Los pernos entran muy sueltos a las prensas vulcanizadoras. 	
---	--

Fuente (Elaboración Propia).

POR FALLA DE EQUIPO VULCANIZADOR	POR FALLOS HUMANOS
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Equipo vulcanizador mal centrado, no calibra bien. No estaríamos tomando datos correctos, falta de confianza ➤ Roturas de pernos travesaños de las cajas de control de temperatura. Provocarían la caída de las cajas en plena operación, inclinación, no habría forma de mover las cajas de control de temperatura. ➤ La caja de control de temperatura no marca correctamente la temperatura de los platos calefactores superiores e inferiores. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Despreocupación personal. ➤ Desconocimiento del equipo de trabajo materiales y herramientas de trabajo. ➤ Desconocimiento de procedimientos (protocolos), no hacen inspecciones, chek list de equipos y herramientas, falta de auditoria, poca organización de trabajo. ➤ Falta de interés y motivación de los compañeros de trabajo, provocarían accidentes e incidentes.

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Prensas superiores y prensas inferiores unidas por pernos de sujeción deberán de mantener la presión obtenida a 170 psi en las bolsas de presión. ➤ Una fuga o pérdida de presión de 170 psi en la bolsa de presión Provocaría accidentes graves y mortales en el área de trabajo. ➤ Los equipos vulcanizadores se tienen que probar antes de usarlas en el campo de trabajo. Para evitar fallo de los mismos. ➤ Data Display y cajas de control de temperatura son equipos de trabajo delicados debemos de cuidarlas bien en sus respectivos sitios destinados. 	
---	--

Fuente (Elaboración Propia).

Se observa que muchas de las raíces mostradas en los dos cuadros de tormenta de ideas para fallas en proceso de vulcanización se pueden agrupar de la siguiente manera por el (método Ishikawa).

-Diagrama Ishikawa para falla en Proceso de Vulcanización.

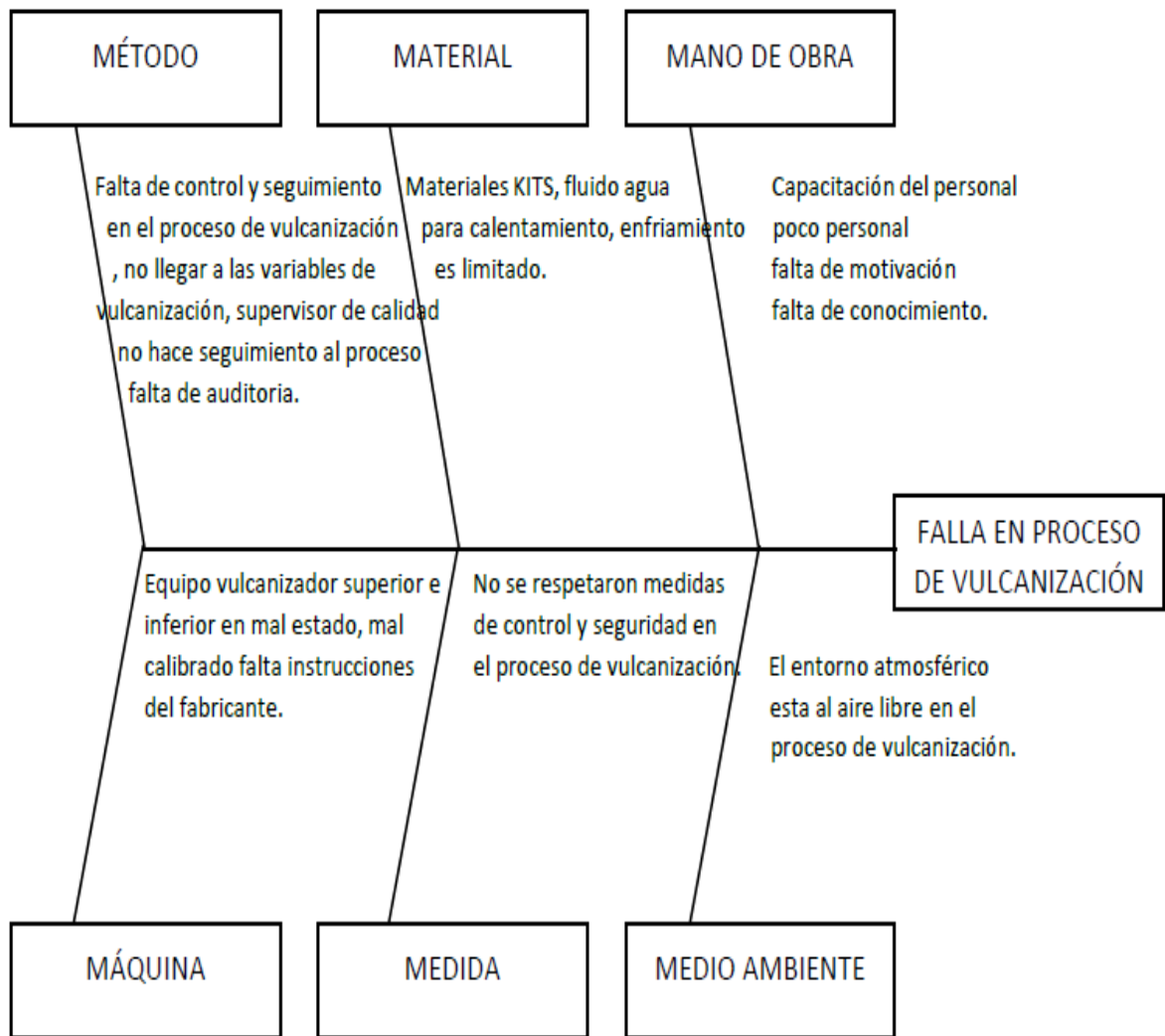


Figura N° 28: Diagrama Ishikawa para falla en proceso de vulcanización

Fuente (Elaboración Propia).

Las raíces de existencia de las mediciones en exceso, del proceso de vulcanización son representadas en el método Ishikawa en los estratos de: método, maquina, mano de obra, material, medida, medio ambiente. Se puede observar la aglomeración de muchas estas raíces en el estrato “método” seguido por el estrato “maquina” y como tercer estrato “mano de obra” y en menor aglomeración “material”, “medida”, “medio ambiente”. En donde indica que empezamos a encontrar las razones generales de estas raíces para poder corregir las posibles deficiencias mostradas de manera correctiva, y llegar a realizar una vulcanización eficiente en el proceso de vulcanización.

-Método Pareto Estratificación de Problemas para fallas en proceso de vulcanización

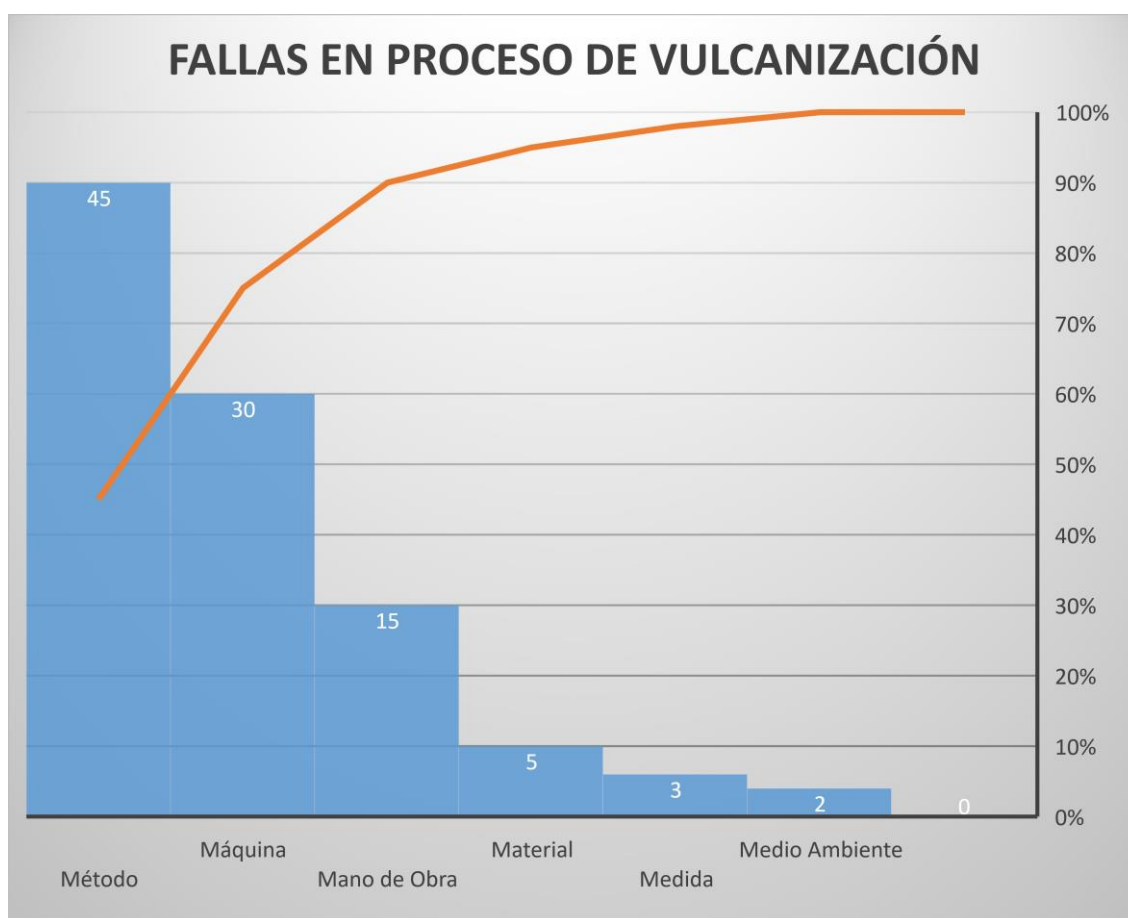


Figura N° 29: Método Pareto para Falla en proceso de Vulcanización.

Fuente (Elaboración Propia)

4.1.1.3.2. ANÁLISIS DE FALLAS EN PROCESO DE EJECUCIÓN DEL EMPALME

Para el análisis de causa raíz de fallas en proceso de ejecución del empalme, se inicia el análisis desde el diseño de empalme, condiciones ambientales, materiales, mecánica, electromecánica factores que intervienen en el proceso de empalme. Que tienen que ser controlados en el proceso de ejecución del empalme. Realizando el diagrama del árbol se puede definir lo siguiente.

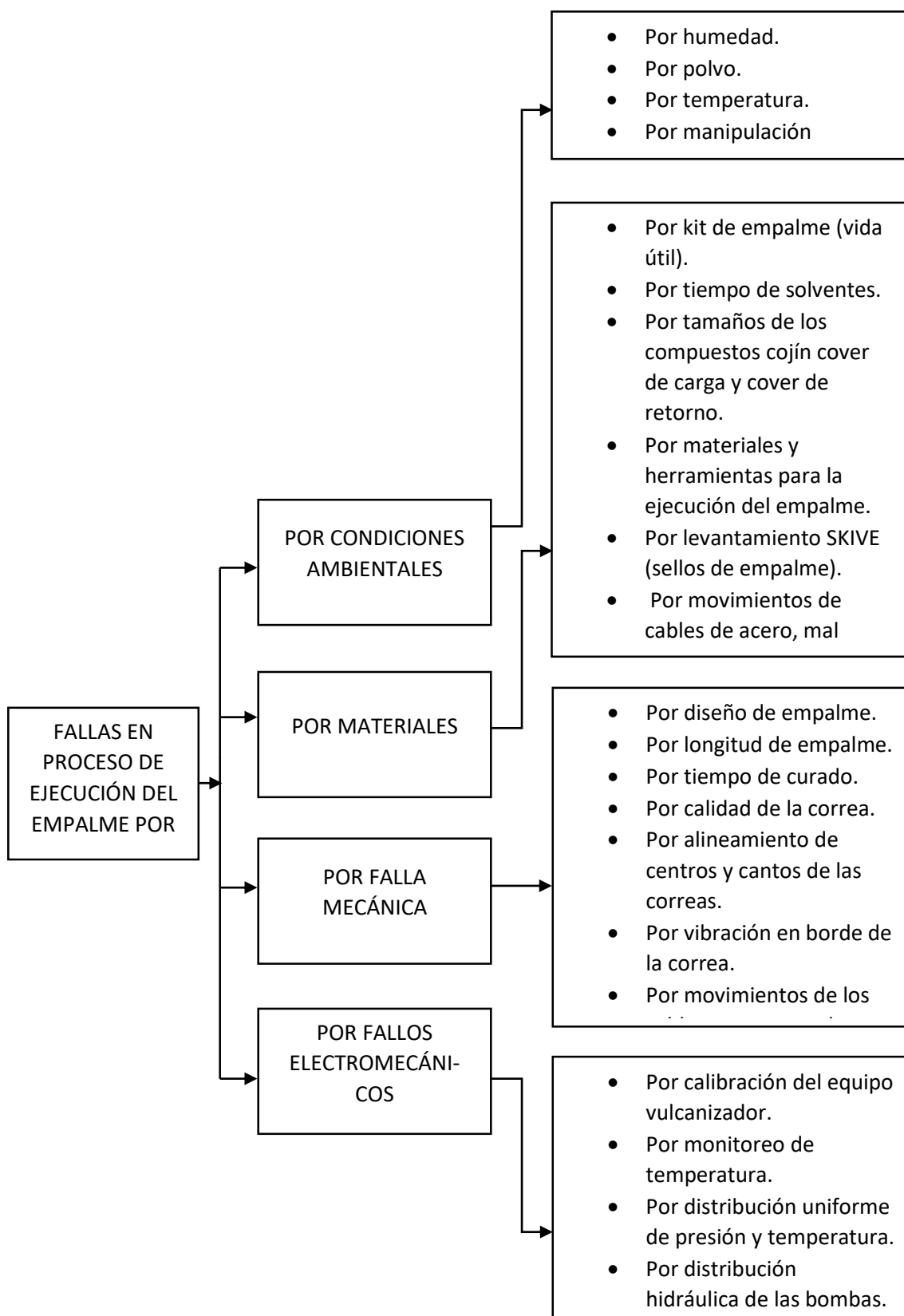


Figura N° 30: Grafico de análisis Causa Raíz de Falla en proceso de ejecución de Empalme.

Fuente (Elaboración Propia)

-Tormenta de Ideas para Falla en Proceso de ejecución de empalme.

<p>POR CONDICIONES AMBIENTALES</p>	<p>POR MATERIALES</p>
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Para el ambiente adecuado a una temperatura promedio, no favorece el tiempo (cambios climáticos constantes). ➤ Ambiente adverso a tormentas eléctricas, viento en temporadas de inviernos. ➤ polvo originado por los pisos de tránsito vehicular pesado. ➤ No se mantiene orden y limpieza en trabajo como segregación de residuos sólidos. ➤ Lugar de trabajo de cercanos a pisos mojados por sitios de empalmes realizados en distintos lugares. ➤ Tránsito de vehículos pesados originan polvo. y gases de combustión interna CO2 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kits de empalme de otras características. ➤ Kits de empalme se encuentra inadecuado en mal estado o ha sido dañado en transporte. ➤ Kits de empalme no disponible, por falta de otros elementos del kits. de empalme ➤ Tipo de solventes ➤ Falta de materiales consumibles por empresa. ➤ Tamaños de los compuestos goma cojín de otras medidas y características.

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Temperaturas bajas, acumulación de humedad. ➤ Acumulación de vapor de agua por lluvias de noche o de día. 	
--	--

Fuente (Elaboración Propia).

POR FALLA MECÁNICA	POR FALLOS ELECTROMECÁNICOS
<ul style="list-style-type: none"> ➤ El diseño del empalme no fue elaborado correctamente mal diseñado. ➤ La longitud del empalme mal medido, mal alineado provocaría la falla de empalme, probabilidad de que se rompa el empalme por tensión de operación. ➤ Si el tiempo de curado es menos o más de lo establecido, la vulcanización puede sufrir alteraciones como en los sellos de acabado, la dureza disminuirá en la faja unida. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Por calibración del equipo vulcanizador. ➤ Por monitoreo de temperatura si no hay monitoreo el proceso de calentamiento y vulcanización no sería eficaz. ➤ Por distribución uniforme de presión y temperatura. mantener siempre la presión y temperatura, a las variables de vulcanización. ➤ Por distribución hidráulica de las bombas. mala distribución y conexión de las bombas provocaría retrasos, como falta de agua, fugas en las mangueras, y tienen ser cambiadas para seguir con la operación.

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">➤ Si la calidad de correa no es apropiada ya es tema de diseño del fabricante de la correa.➤ Por alineamiento de centros y cantos de las correas los empalmes no saldrían bien alineadas, el resultado sería una faja mal alineada y pierde tensión por mal alineamiento.➤ Por vibración en borde de la correa el acabado en los cantos sale mal, se colocan barras para mejor acabado de los cantos.➤ Por movimientos de los cables en proceso de curado los cables se juntan no habría una mejor adherencia entre el caucho y el cable de acero. | |
|---|--|

Fuente (Elaboración Propia).

Se observa que muchas de las raíces mostradas en los dos cuadros anteriores de tormenta de ideas para fallas en proceso de ejecución de empalme se pueden agrupar de la siguiente manera por el (método Ishikawa).

-Diagrama Ishikawa para falla en Proceso de ejecución de empalme.

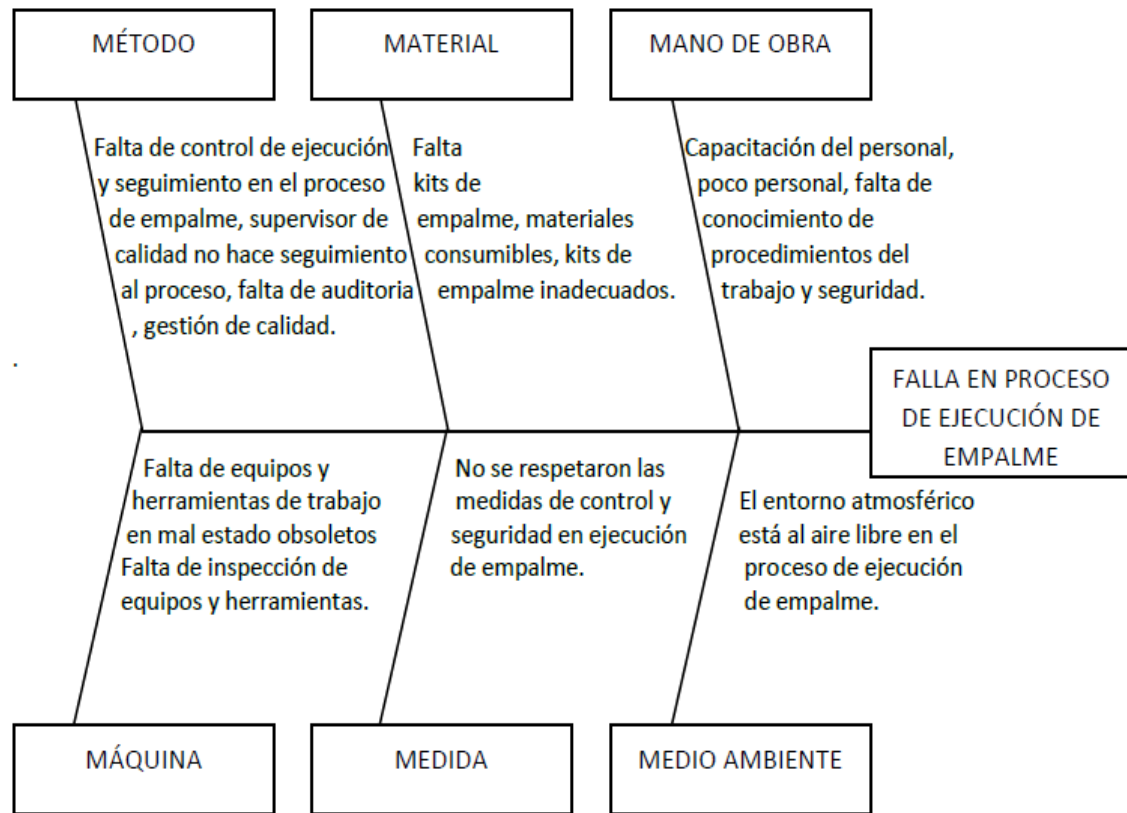


Figura N° 31: Diagrama Ishikawa para Falla en proceso de ejecución del empalme.

Fuente (Elaboración Propia)

Las raíces de existencia de las mediciones con exceso son representadas en el método Ishikawa, en los estratos de: método, mano de obra, máquina, medida, material, medio ambiente. Se puede observar la aglomeración de muchas estas raíces en el estrato “método” seguido por el estrato “mano de obra” otro factor importante para la determinación del empalme es lo económico para ello el estrato más crítico es el “método”. mejorar día a día hora a hora, economizar tiempo y costos en los 45 empalmes realizados en la faja CV 201.

-Método Pareto, Estratificación de Problemas para fallas en proceso de ejecución del empalme.

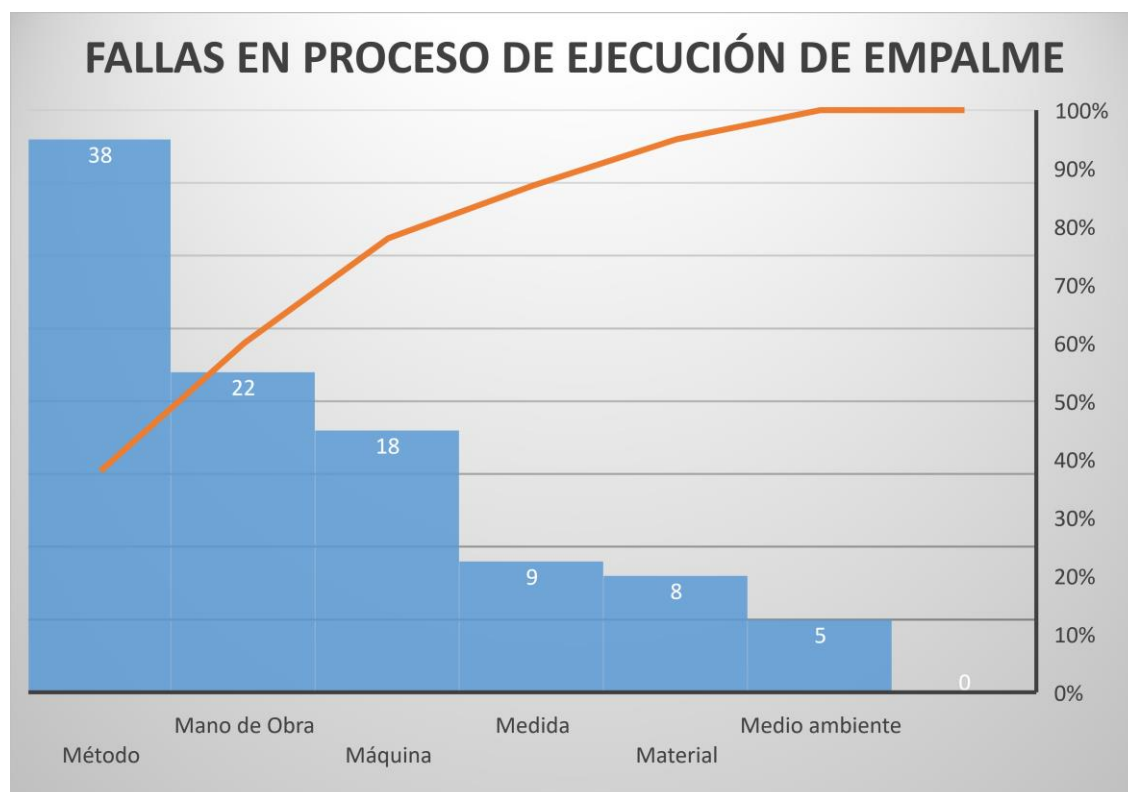


Figura N° 32: Grafico Pareto para fallas en proceso de ejecución de empalme.

Fuente (Elaboración Propia)

4.1.1.3.3. ANÁLISIS DE FALLAS EN PROCESO DE CEMENTACIÓN

Para el análisis de causa raíz de fallas en proceso de cementación, se inicia el análisis desde la cementación de cables de acero, tejido de cables, colocación del compuesto cojín y cover de carga y cover de retorno, solución STL – RF (cemento adhesivo). Que tienen que ser controlados en el proceso de cementación. Realizando el diagrama del árbol se puede definir lo siguiente.

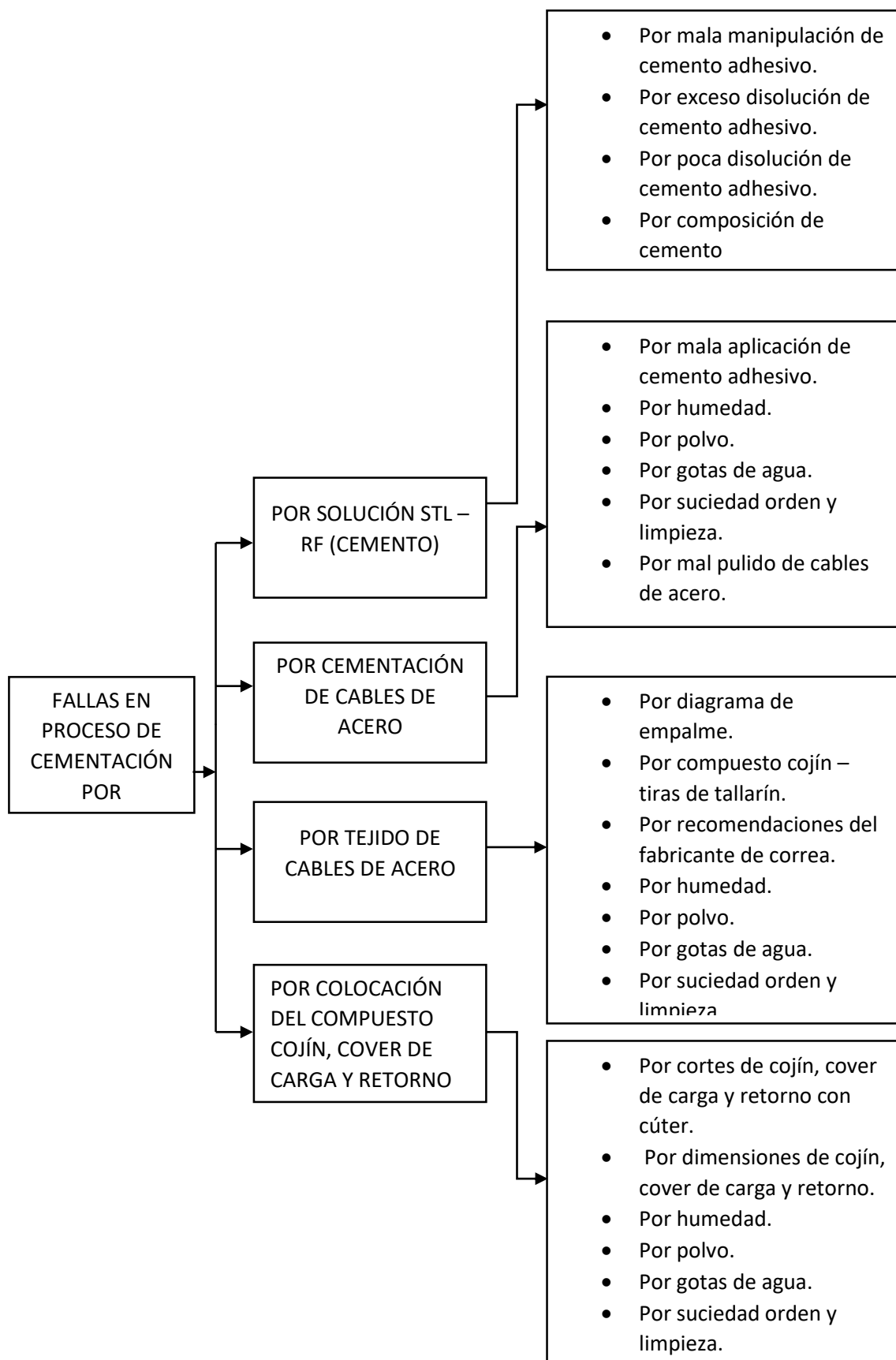


Figura N° 33: Grafico de análisis Causa Raíz de Falla en proceso de cementación.

Fuente (Elaboración Propia)

-Tormenta de Ideas para Falla en Proceso de cementación.

<p>POR SOLUCIÓN STL – RF (CEMENTO)</p>	<p>POR CEMENTACIÓN DE CABLES DE ACERO</p>
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Una mala manipulación de Cemento adhesivo provocaría derrames, evitar tener contacto a la piel y los ojos, usas traje impermeable y respirador. ➤ exceso disolución de cemento adhesivo al momento de secado se junta una capa extra de caucho, exceso disolución de cemento no es bueno al momento del proceso de vulcanización. ➤ Poca disolución de cemento adhesivo, no se originaria una buena adherencia entre el caucho - cojín y cable de acero preferible echar lo normal de cemento. ➤ La composición del cemento no es de caucho natural, es de secado rápido o se evapora muy rápido, puede que la composición del cemento no es lo apropiado para vulcanización en caliente. ➤ La calidad del cemento no está 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ La mala aplicación de cemento adhesivo, usar brocha y leer las instrucciones del fabricante para evitar inconvenientes. ➤ Nada de humedad en el lugar de trabajo proceso de cementación, por lo general área de trabajo es dentro de una “carpa cerrada”. ➤ Nada de polvo en proceso de cementación. ➤ Una gota de agua provocaría burbujas en proceso de vulcanización. ➤ Tener orden y limpieza antes durante después en todos los procesos de empalme y vulcanización en caliente. ➤ Mal pulido de los cables, el cable de acero queda en su contorno con caucho ya cocido, no es conveniente echar cemento a caucho ya cocido.

<p>hecho a base de resinas y caucho natural, o puede ser muy densa o espesa.</p> <p>➤ Pegamento, elastómero con metal que tiene olor a solventes, es un producto inflamable.</p>	
--	--

Fuente (Elaboración Propia).

<p>POR TEJIDO DE CABLES DE ACERO</p>	<p>POR COLOCACIÓN DEL COMPUESTO COJÍN, COVER DE CARGA Y RETORNO</p>
<p>➤ Diagrama de empalme tenemos que tener presente en el tejido de cables como: la longitud de empalme, longitud y numero de pasos, distancia entre los cables empalmados.</p> <p>➤ Compuesto cojín – tiras de tallarín usa para realizar el tejido de cables, rellenar distancia entre los cables empalmados,</p>	<p>➤ Los cortes realizados con cúter tanto como cover de carga, cover de retorno goma cojín tiene que ser exacto para no tener problemas al momento de colocar y pasar cemento en cover de carga, cover retorno y goma cojín en zona de transición.</p> <p>➤ Las dimensiones trazadas y cortadas tienen q ser exactos.</p>

<p>áreas reflectantes de los cables.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ En las recomendaciones del fabricante de correa transportadora abecés las instrucciones varían dependiendo de las condiciones de trabajo, lugar, tiempo. ➤ Nada de humedad en el proceso de tejido de cables de acero ➤ Nada de polvo en proceso de tejido de cables ➤ Ni una gota de agua en el tejido, que provocaría burbujas en proceso de vulcanización. ➤ Tener orden y limpieza. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nada de humedad en la colocación del compuesto cojín, cover de carga retorno. ➤ Nada de polvo en la colocación del compuesto cojín, cover de carga retorno. ➤ Ni una gota de agua en la colocación del compuesto cojín, cover de carga retorno. ➤ Tener orden y limpieza.
--	--

(Elaboración Propia).

Se observa que muchas de las raíces mostradas en los dos cuadros anteriores de tormenta de ideas para fallas en proceso de cementación se pueden agrupar de la siguiente manera por el (método Ishikawa).

-Diagrama Ishikawa para falla en Proceso de cementación.

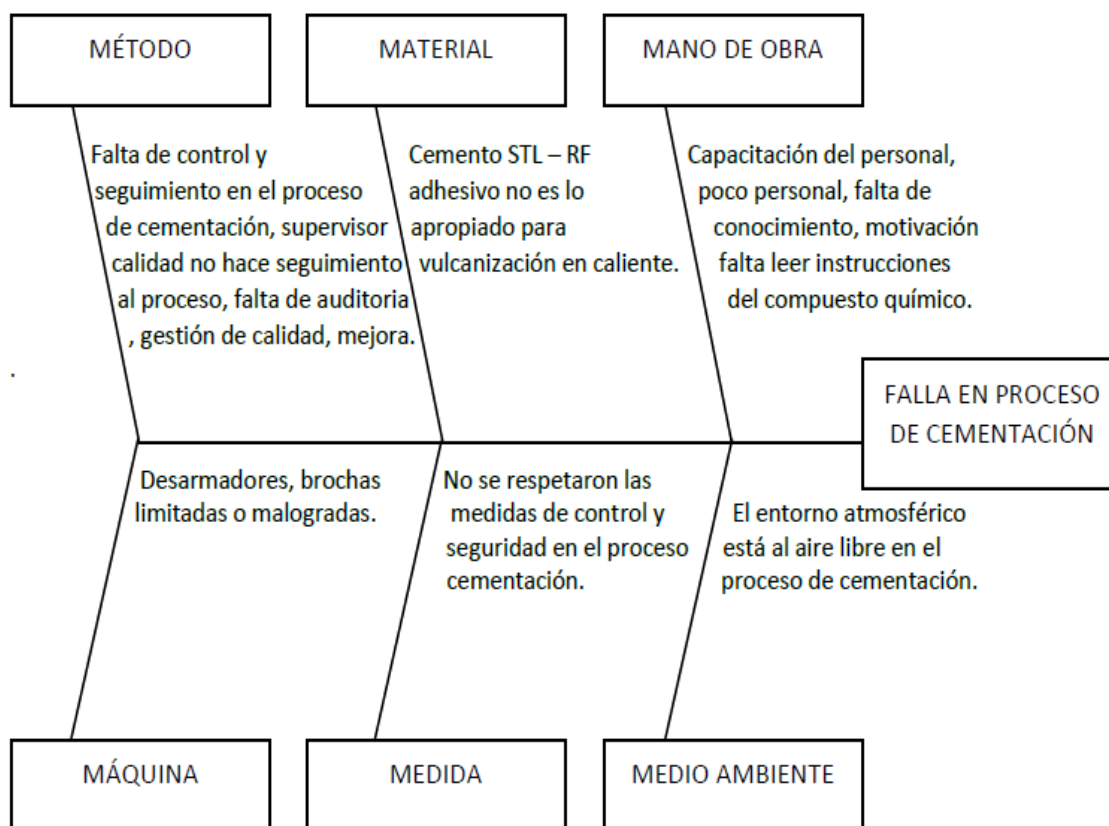


Figura N° 34: Diagrama Ishikawa para Falla en proceso de cementación.

Fuente (Elaboración Propia)

Las raíces de existencia de las mediciones con exceso son representadas en el método Ishikawa, en los estratos de: método, material, mano de obra, maquina, medida, medio ambiente. Se puede observar la aglomeración de muchas estas raíces en el estrato “método” seguido por el estrato “material”, mano de obra los 3 estratos a tener en cuenta más en proceso de cementación.

-Método Pareto, Estratificación de Problemas para fallas en proceso de cementación.

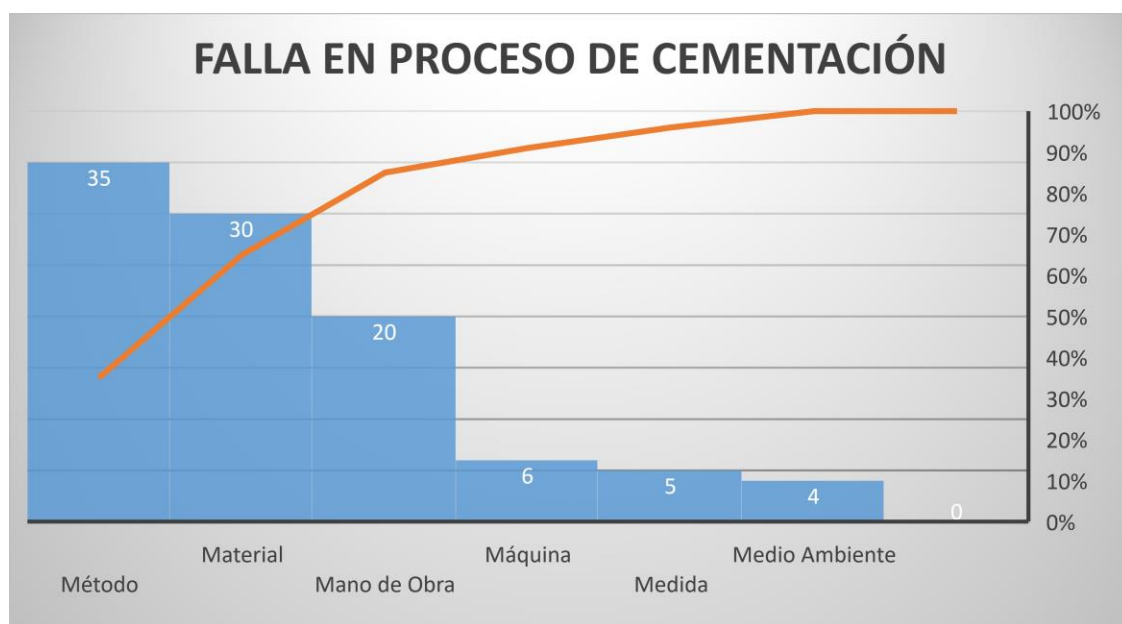


Figura N° 35: Método Pareto para Falla en proceso de cementación.

Fuente (Elaboración Propia)

4.1.1. 4. CUARTO PASO: DEFINIR ACTIVIDADES DE MEJORA

En este paso definiremos las actividades de mejora, en el proceso de seleccionar la mejor o mejores soluciones posibles. Se definirán los factores y/o criterios para seleccionar la mejor alternativa.

TABLA N° 17: ACTIVIDADES DE MEJORA

SOLU- CIONES	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	TIEMPO DE IMPLEMEN- TACIÓN	ANÁLISIS	NIVEL DE TECNO- LOGÍA

<p>SOLUCIÓN 1</p>	<p>Contratación de nuevo personal en empresa CONVEYOR BELT TECHNOLOGY.</p>	<p>1 a 2 Meses.</p>	<p>El área de recursos humanos de la empresa contratará el personal como supervisores, maestros, técnicos según su experiencia remuneración según su rendimiento.</p>	<p>El personal nuevo tiene que conocer la tecnología de los equipos y herramientas de la empresa.</p>
<p>SOLUCIÓN 2</p>	<p>Capacitación del personal existente.</p>	<p>Cursos de capacitación 30 H a 40H con expositores expertos en el área.</p>	<p>El supervisor de operaciones y el supervisor de calidad, tienen que evaluar al personal existente y dar en conocimiento, las tareas y actividades a desarrollar en cada turno.</p>	<p>El personal existente ya conoce los equipos y herramientas de trabajo, si se adquiere un equipo nuevo difundir los manuales de instrucciones.</p>
		<p>3 a 4 meses.</p>	<p>Desarrollar los pasos para proyectos de</p>	<p>Un problema técnico se caracteriza porque pretende</p>

<p>SOLUCIÓN 3</p>	<p>Metodología de solución de problemas.</p>		<p>mejora continua, utilizando herramientas de calidad y buscar soluciones a los problemas existentes.</p>	<p>resolver necesidades humanas y exige conocimientos nuevos.</p>
<p>SOLUCIÓN 4</p>	<p>Mejora continua en los procesos.</p>	<p>En horario de trabajo normal turno día o turno noche.</p>	<p>Mejorar paso a paso turno a turno, día a día medir trabajo en equipo y responsabilidad individual.</p>	<p>Obtener la mayor calidad posible de los servicios en los procesos, con un Sistema de gestión óptimo.</p>
<p>SOLUCIÓN 5</p>	<p>Desarrollo y enfoque organizacional.</p>	<p>1 a 2 meses tema de gerencia.</p>	<p>Desarrollo funcionamiento con efectividad en las relaciones humanas,</p>	<p>Conjunto práctico de instrumentos técnicas para</p>

			con un fin común en una organización.	cambios planeados.
SOLUCIÓN 6	Análisis documental.	Información apropiada con aporte un mes.	Realizar una descripción física de un documento, para obtener información de libros, tesis, publicación de internet, como aporte a las actividades de la empresa.	Información actualizada de los libros nuevos, revistas tesis nuevos, tecnologías con procesos rápidos.

Fuente (Elaboración Propia)

4.1.1.5. QUINTO PASO: EJECUTAR ACTIVIDADES DE MEJORA

Las actividades de mejora se ejecutarán de manera detallada considerando las tareas a realizar (fecha de inicio, fecha fin y el responsable asignado).

TABLA N° 18: EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES DE MEJORA

SOLUCIONES	EJECUCIÓN	FECHA DE INICIO	FECHA FIN
Contratación de nuevo personal en la empresa COVEYOR BELT TECHNOLOGY	Área de Recursos Humanos de la Empresa	8/05/17	30/06/17
Capacitación del personal	La Empresa CONVEYOR BELT TECHNOLOGY	Domingos 8H dictadas 7/05/17	Hasta 28/05/17 32H en total
Metodología de solución de problemas	Especialista: Ingeniero Supervisor de Calidad de Fajas Transportadoras, Técnicos y Maestros con experiencia	6/02/17	28/05/17
Mejora continua de procesos	Todo el personal que labora en el Proyecto Supervisores, Maestros, Técnicos, Ayudantes	06:00 AM	06:00 PM
Desarrollo y enfoque organizacional	Relaciones Humanas o la Gerencia de CONVEYOR BELT TECHNOLOGY	8/05/17	30/06/17
Análisis documental	Ingeniero Supervisor	8/05/17	12/06/17

	de Operaciones o Ingeniero Supervisor de calidad		
--	--	--	--

Fuente (Elaboración Propia)

SOLUCIÓN 1:

La contratación de nuevo personal en la empresa se realizó en la fecha establecida en un periodo de dos meses, en vista de que no ay profesionales especialistas en el área de fajas transportadoras. El personal que postula no cumplen con los requisitos establecidos por la empresa CONVEYOR BELT TECHNOLOGY, la empresa mantiene a sus trabajadores para capacitarlas y dar aumento de remuneración por etapas.

SOLUCIÓN 2:

Capacitación del personal programada por la empresa por plazo de 32H por un mes mediante cursos de capacitación, motivación personal tanto psicológica como profesional. Que ayuden a la preparación y actualización de todo el personal que labora en el proyecto “Montaje de Faja Transportadora CV 201 en SOUTHER CUAJONE”. La capacitación personal fue un éxito.

SOLUCIÓN 3:

Metodología de solución de problemas es ejecutada por el personal de la empresa CONVEYOR BELT TECHNOLOGY, especialista Ingeniero Supervisor de calidad en un plazo de 3 meses; obteniendo la metodología de solución de problemas se difunde la información a todo el personal que labora en el proyecto.

SOLUCIÓN 4:

Mejora continua de procesos, aplica para todo el personal de la empresa y al personal que labora en el proyecto: mejorar paso a paso, turno a turno, día a día, medir trabajo en equipo y responsabilidad individual, mejora autónoma.

SOLUCIÓN 5:

Desarrollo y enfoque organizacional en un periodo de 1 mes desarrollo y funcionamiento con efectividad, en las Relaciones Humanas y Gerencia: Con un fin común en la empresa. Realizar los trabajos en el proyecto satisfaciendo de la mejor manera posible los requerimientos del cliente y garantizando los 45 empalmes ejecutados.

SOLUCIÓN 6:

Análisis documental se deberá de realizar en un periodo de 1 mes por Ingeniero Supervisor de Operaciones, Ingeniero Supervisor de Calidad, con el objetivo de aportar nuevas ideas, nuevas definiciones a nuestro procedimiento de trabajo y difundir a todo el personal en el proyecto.

para escoger la mejor solución se utilizaron los siguientes criterios: Fiabilidad de solución de problemas, Rapidez, inversión, tiempo. Aplicando la técnica nominal de grupos se obtuvieron los siguientes resultados.

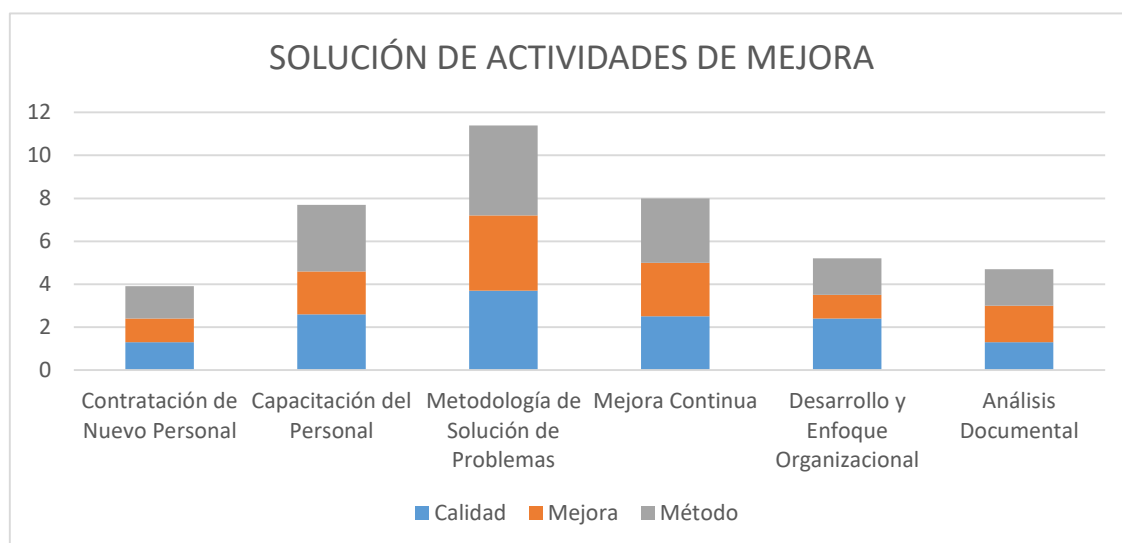


Figura N° 36: Grafico de solución de actividades de mejora.

Fuente (Elaboración Propia)

De acuerdo a la gráfica la solución de la actividad de mejora se puede apreciar es la solución de la “Metodología de Solución de Problemas”. Que en este trabajo de

investigación analizamos a detalle la metodología de solución de problemas de mejora continua para procesos de empalme y vulcanización en la faja CV 201.

4.1.1.6. SEXTO PASO: EVALUACIÓN DE RESULTADOS

En la evaluación de resultados revisaremos los efectos de las actividades de mejora, verificando las mismas variables utilizados en el “segundo paso”. Así mismo el objetivo es cuantificar los beneficios generados por el desarrollo del proyecto, realizando así una evaluación de los resultados.

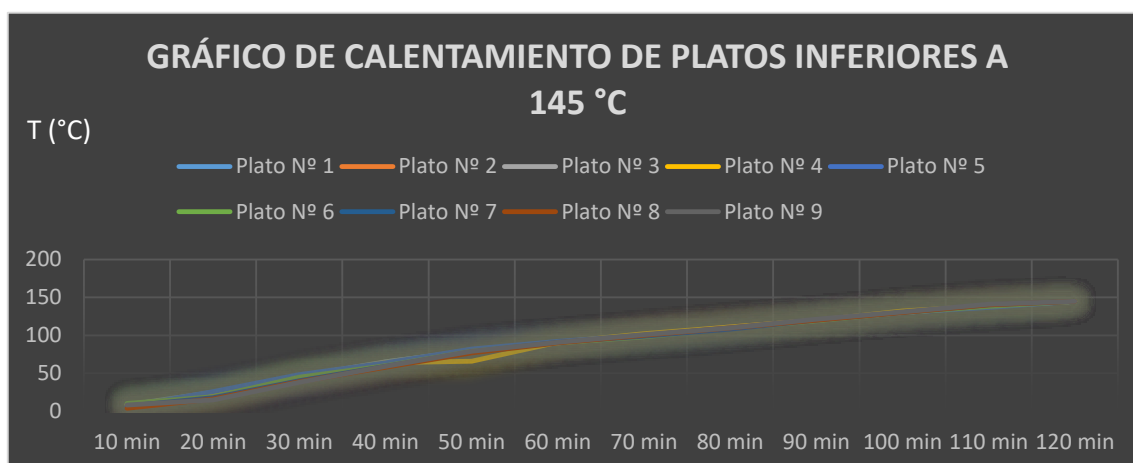


Figura N° 37: Resultado de gráfico de calentamiento de platos inferiores.

Fuente (Elaboración Propia)

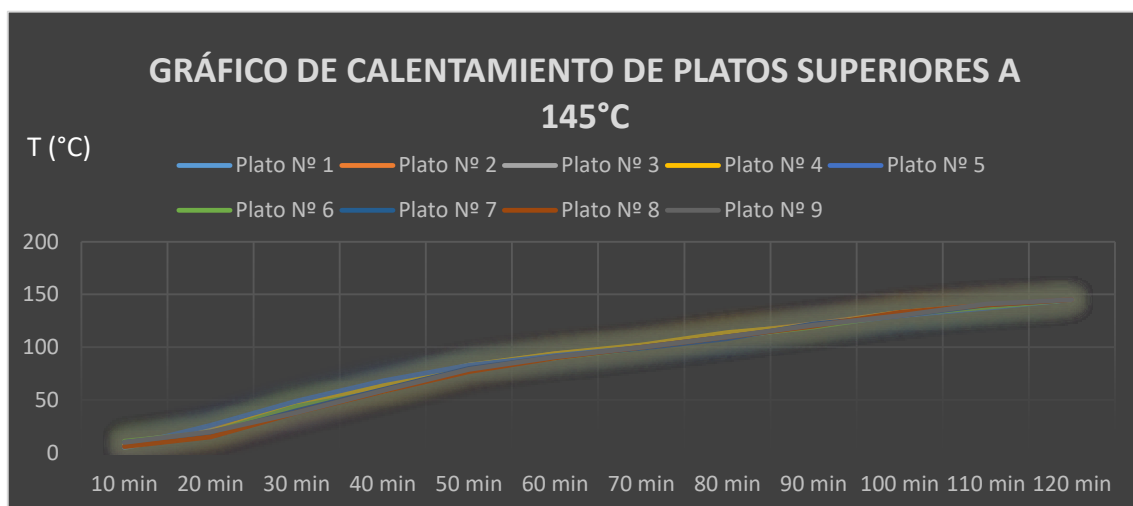


Figura N° 38: Resultado de gráfico de calentamiento de platos superiores.

Fuente (Elaboración Propia)

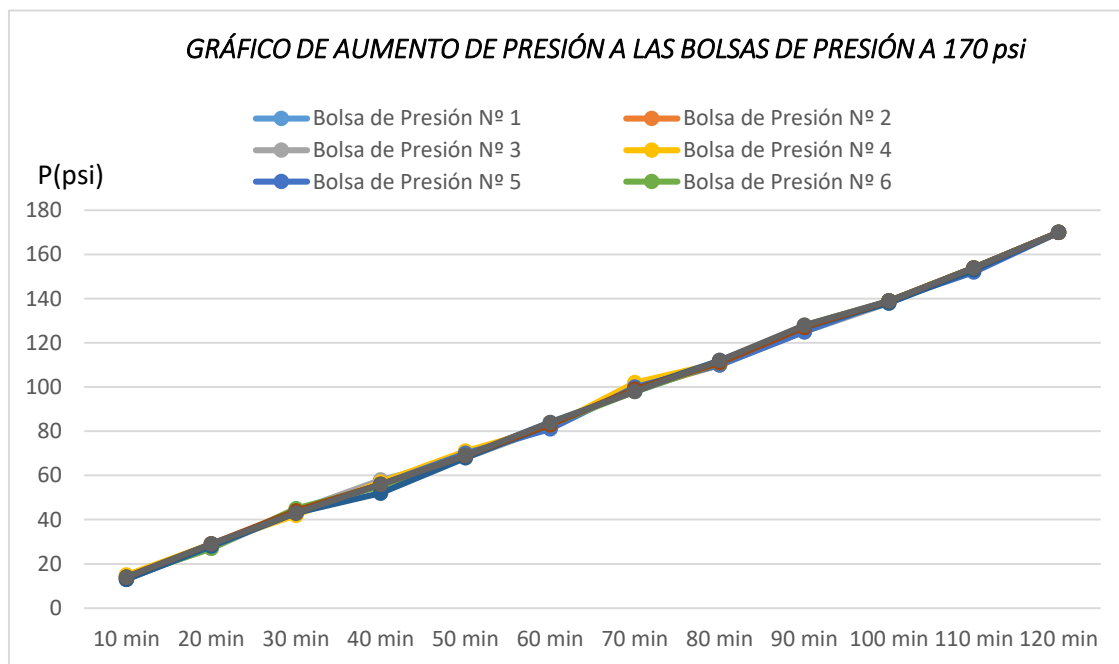


Figura N° 39: Resultado de gráfico de aumento de presión, de las bolsas de presión.

Fuente (Elaboración Propia)

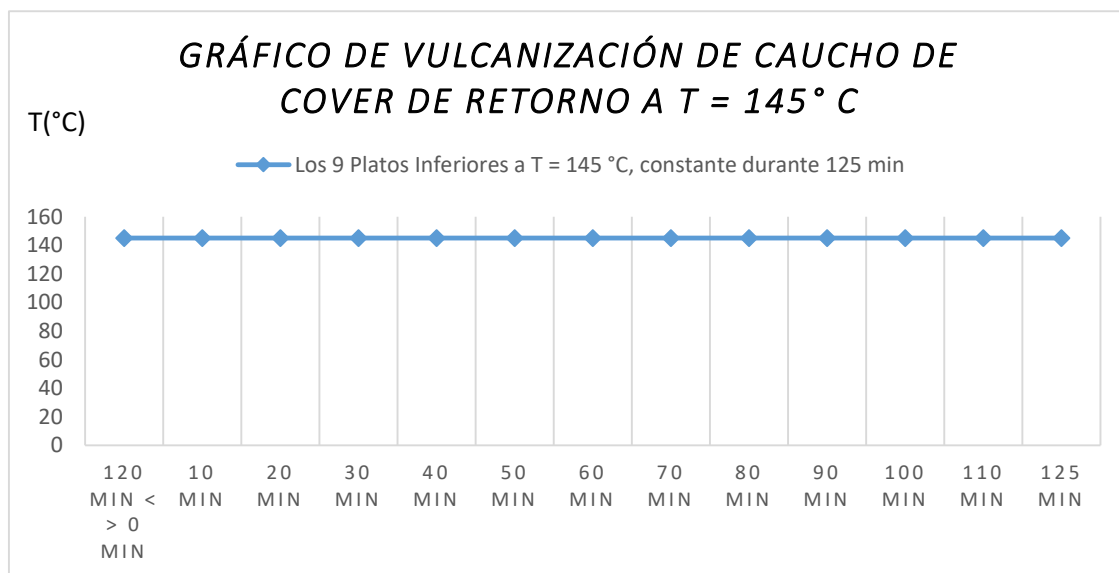


Figura N° 40: Resultado de gráfico de recocido de caucho de cover de retorno.

Fuente (Elaboración Propia)

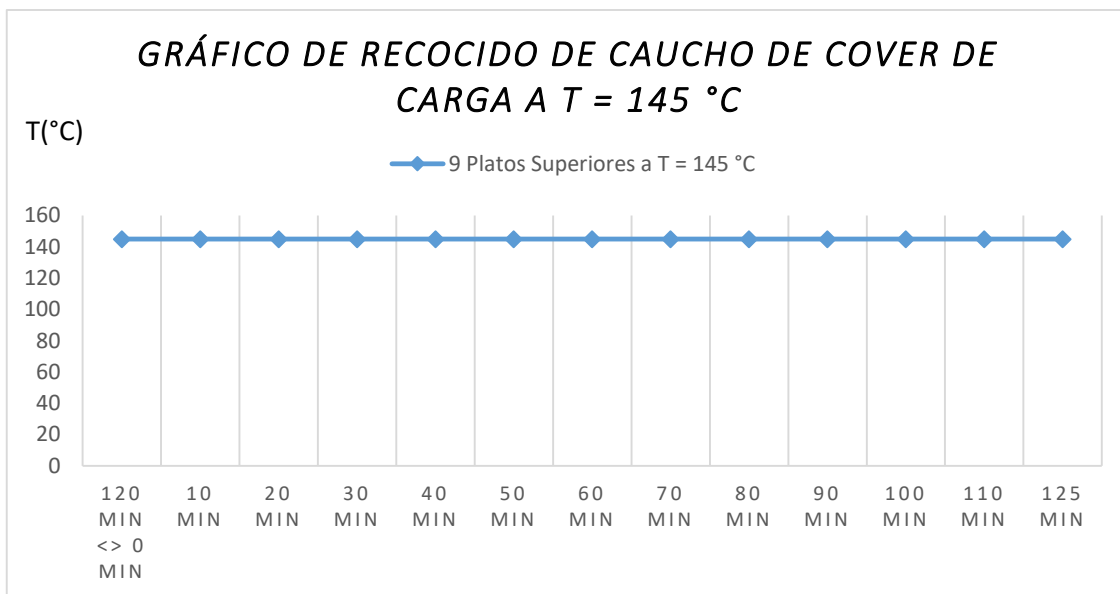


Figura N° 41: Resultado de gráfico de recocido de caucho de cover de carga.

Fuente (Elaboración Propia)

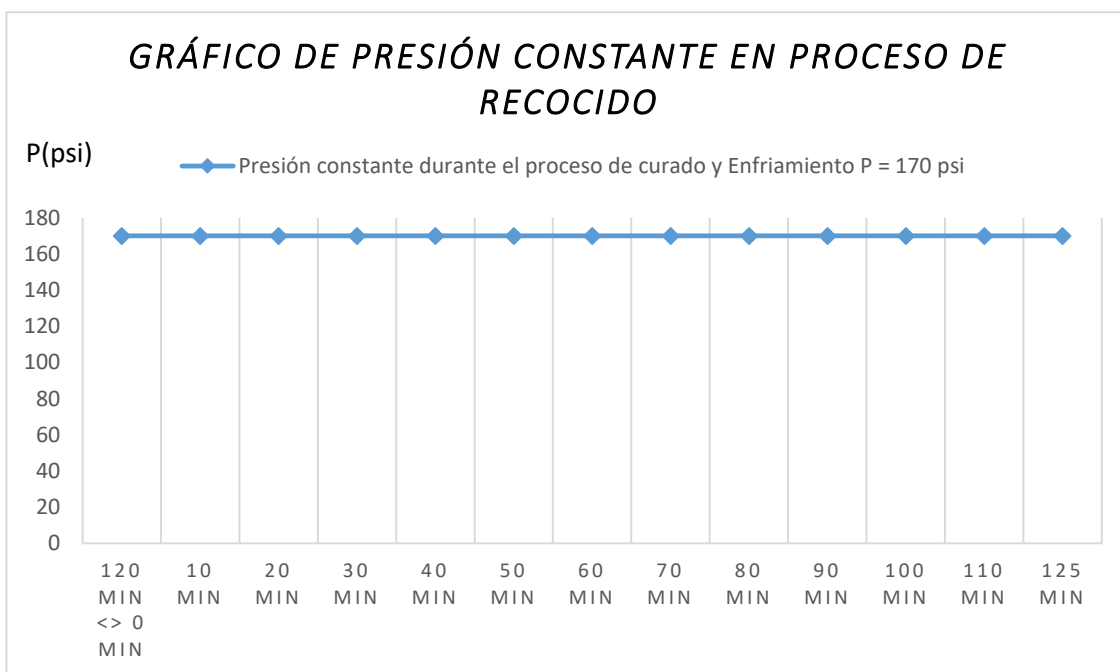


Figura N° 42: Resultado de gráfico a presión constante en proceso de recocido.

Fuente (Elaboración Propia)

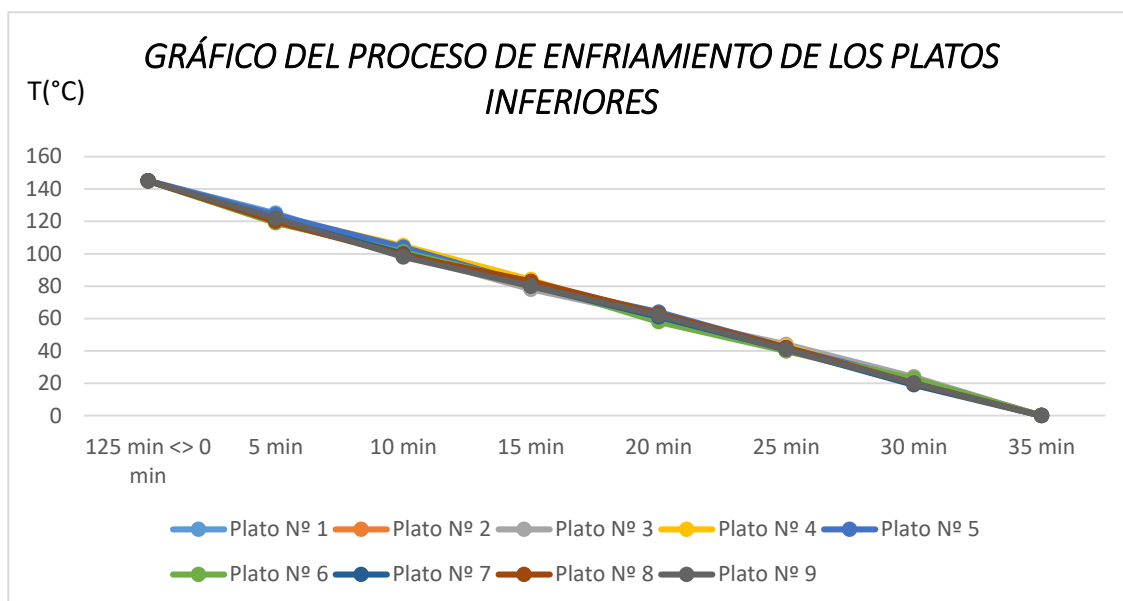


Figura N° 43: Resultado de gráfico del proceso de enfriamiento de los platos inferiores.

Fuente (Elaboración Propia)

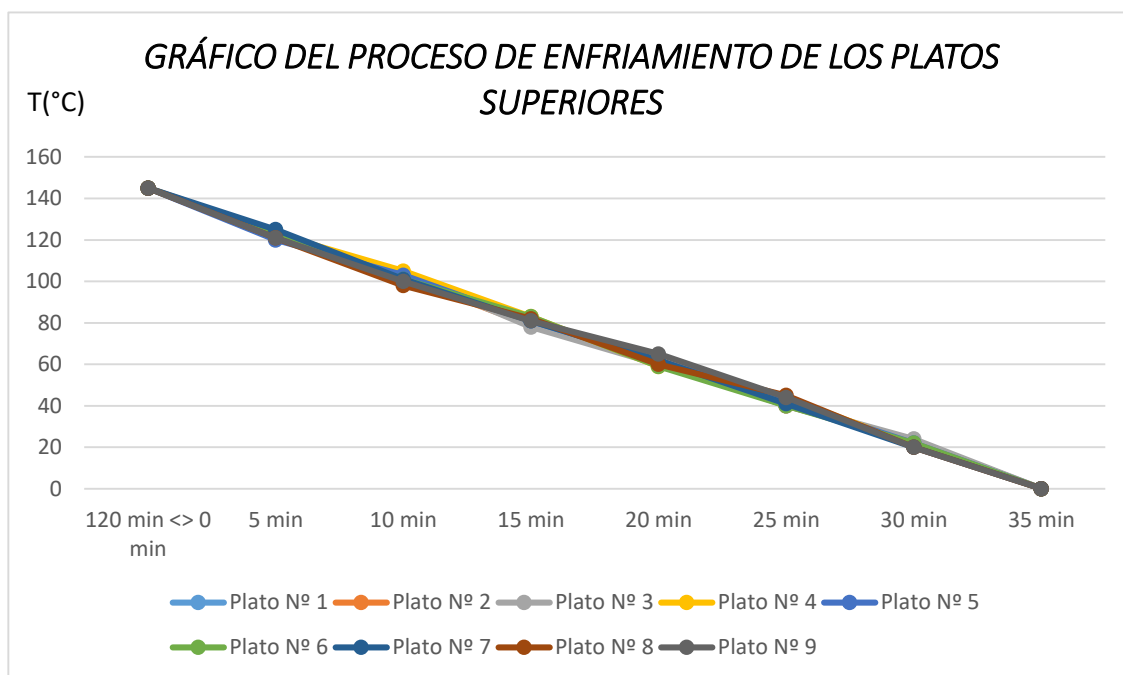


Figura N° 44: Resultado de gráfico del proceso de enfriamiento de los platos superiores.

Fuente (Elaboración Propia)

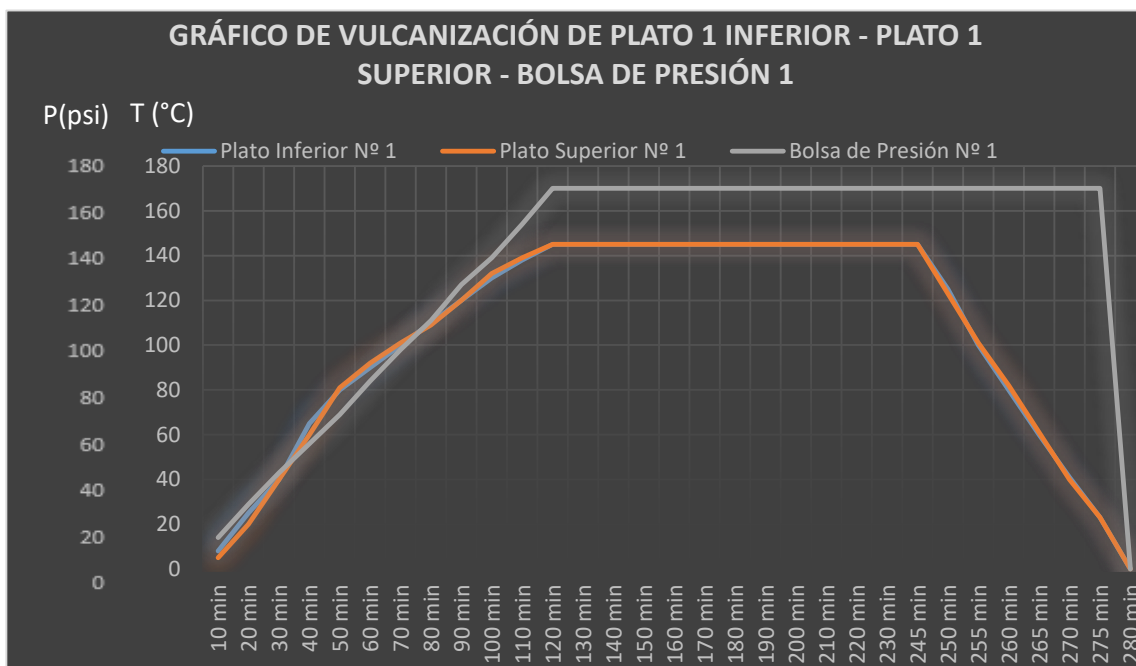


Figura N° 45: Resultado de gráfico de vulcanización de plato 1 inferior, plato 1 superior, bolsa de presión 1.

Fuente (Elaboración Propia)

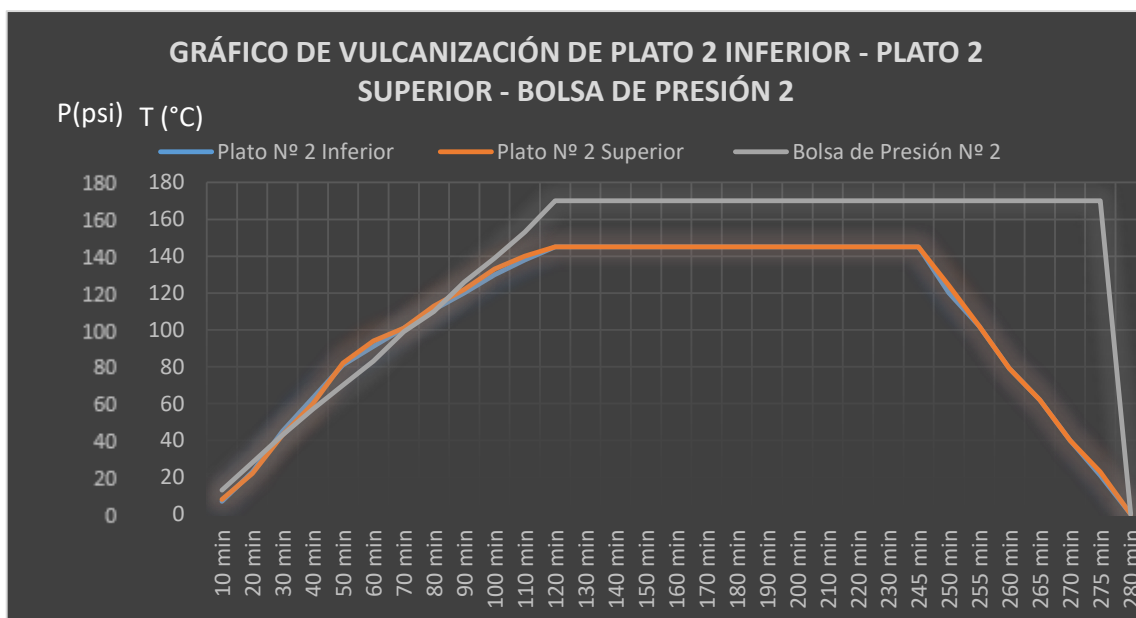


Figura N° 46: Resultado de gráfico de vulcanización de plato 2 inferior, plato 2 superior, bolsa de presión 2.

Fuente (Elaboración Propia)

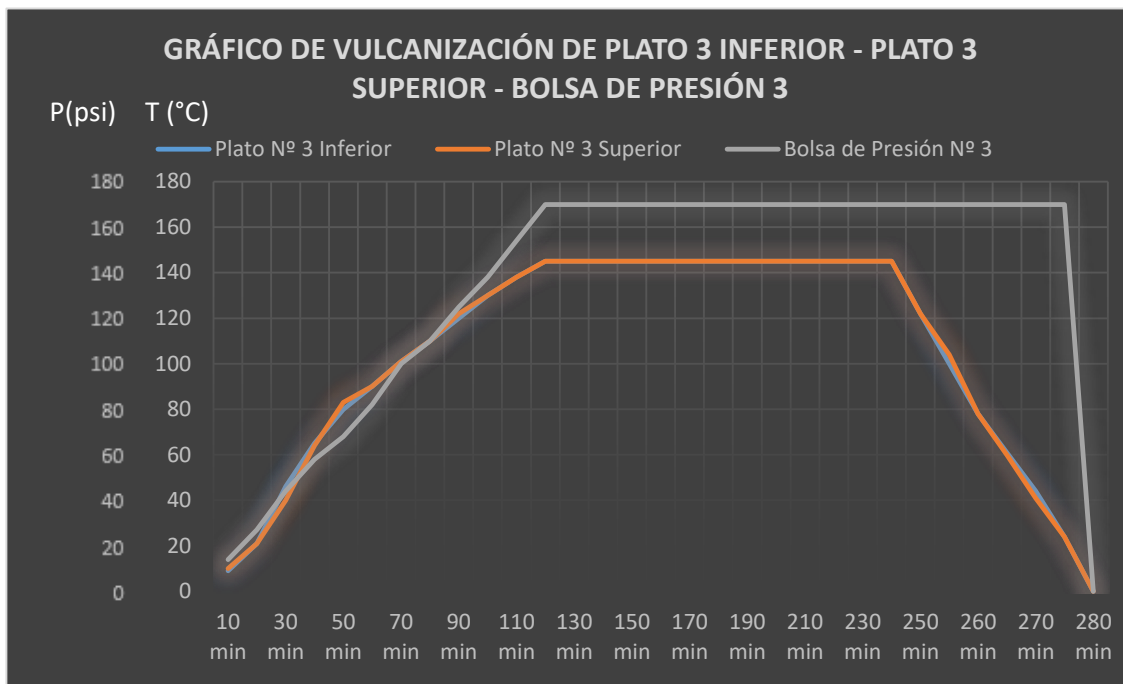


Figura N° 47: Resultado de gráfico de vulcanización de plato 3 inferior, plato 3 superior, bolsa de presión 3.

Fuente (Elaboración Propia)

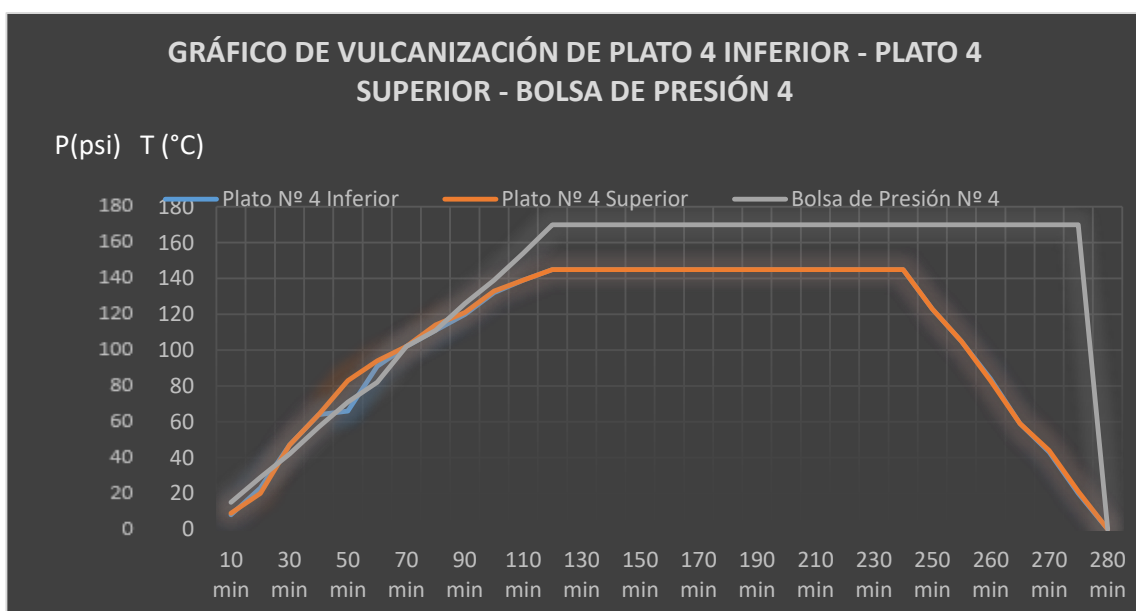


Figura N° 48: Resultado de gráfico de vulcanización de plato 4 inferior, plato 4 superior, bolsa de presión 4.

Fuente (Elaboración Propia)

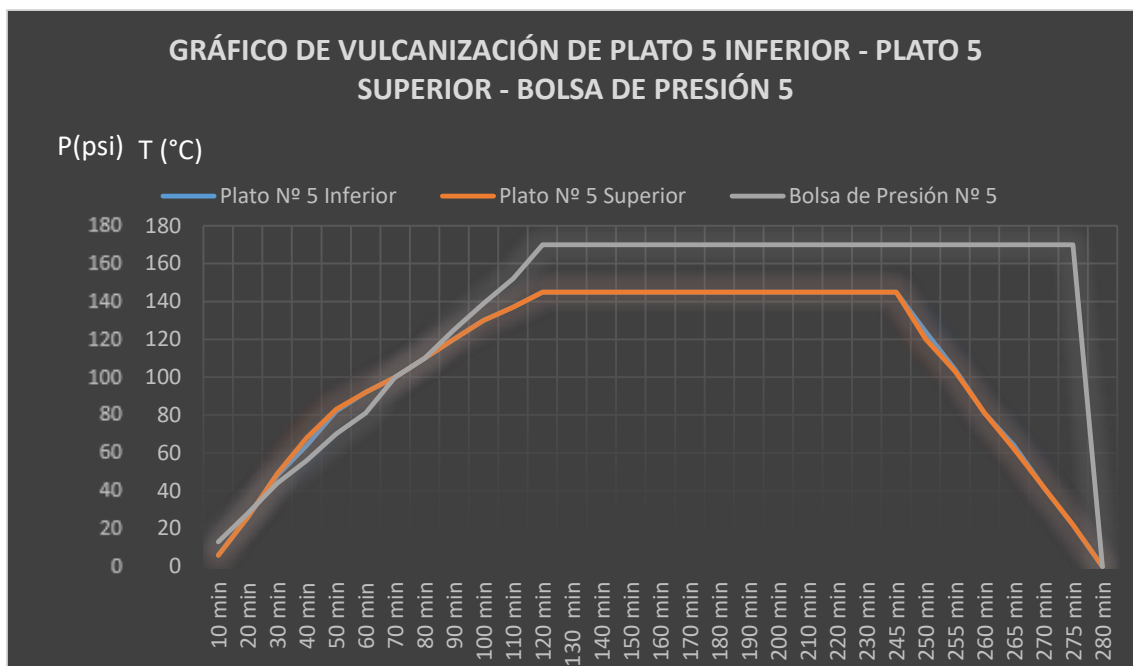


Figura N° 49: Resultado de gráfico de vulcanización de plato 5 inferior, plato 5 superior, bolsa de presión 5.

Fuente (Elaboración Propia)

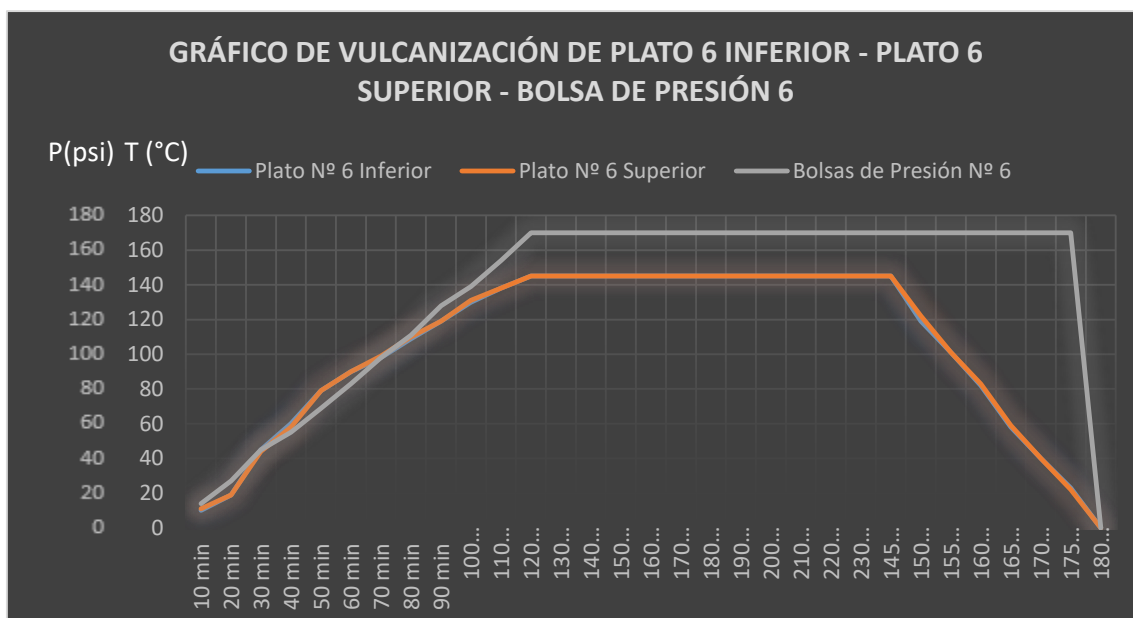


Figura N° 50: Resultado de gráfico de vulcanización de plato 6 inferior, plato 6 superior, bolsa de presión 6.

Fuente (Elaboración Propia)

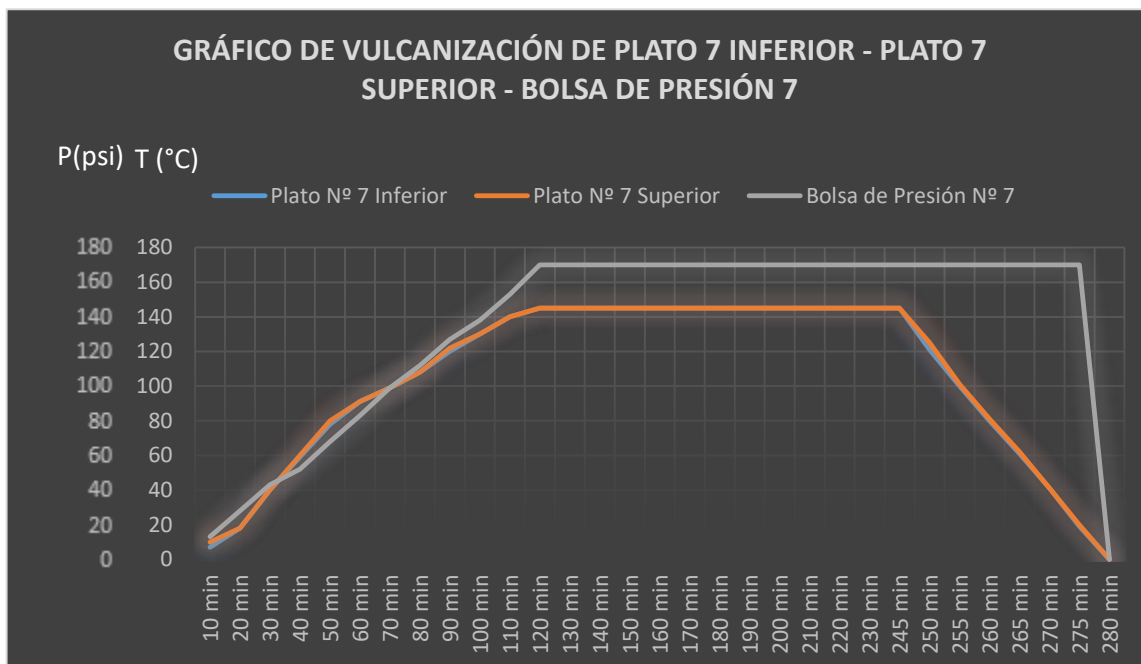


Figura N° 51: Resultado de gráfico de vulcanización de plato 7 inferior, plato 7 superior, bolsa de presión 7.

Fuente (Elaboración Propia)

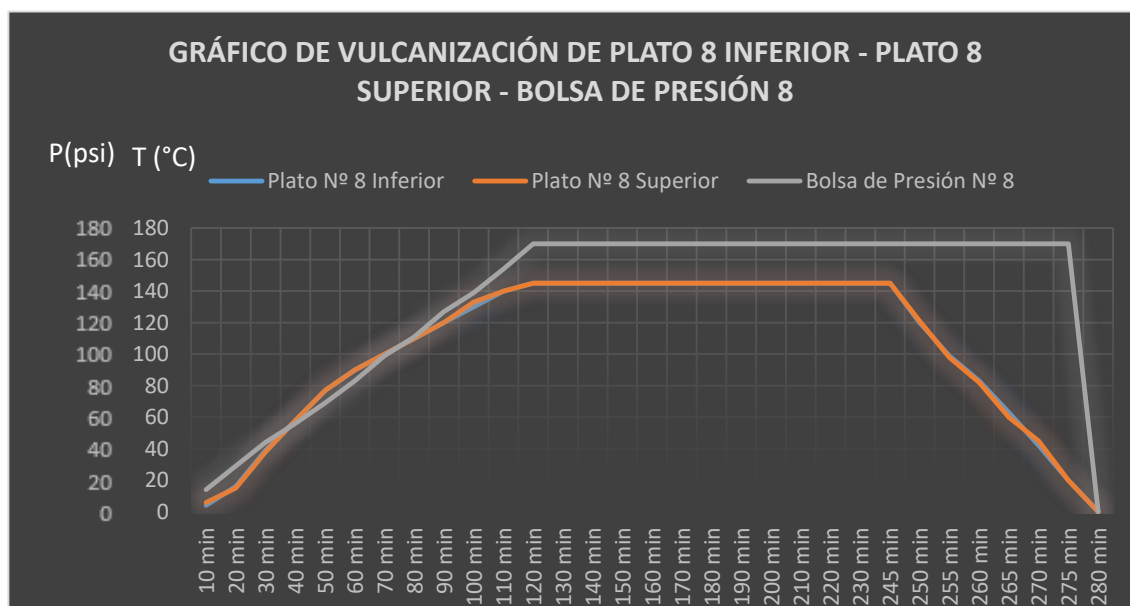


Figura N° 52: Resultado de gráfico de vulcanización de plato 8 inferior, plato 8 superior, bolsa de presión 8.

Fuente (Elaboración Propia)

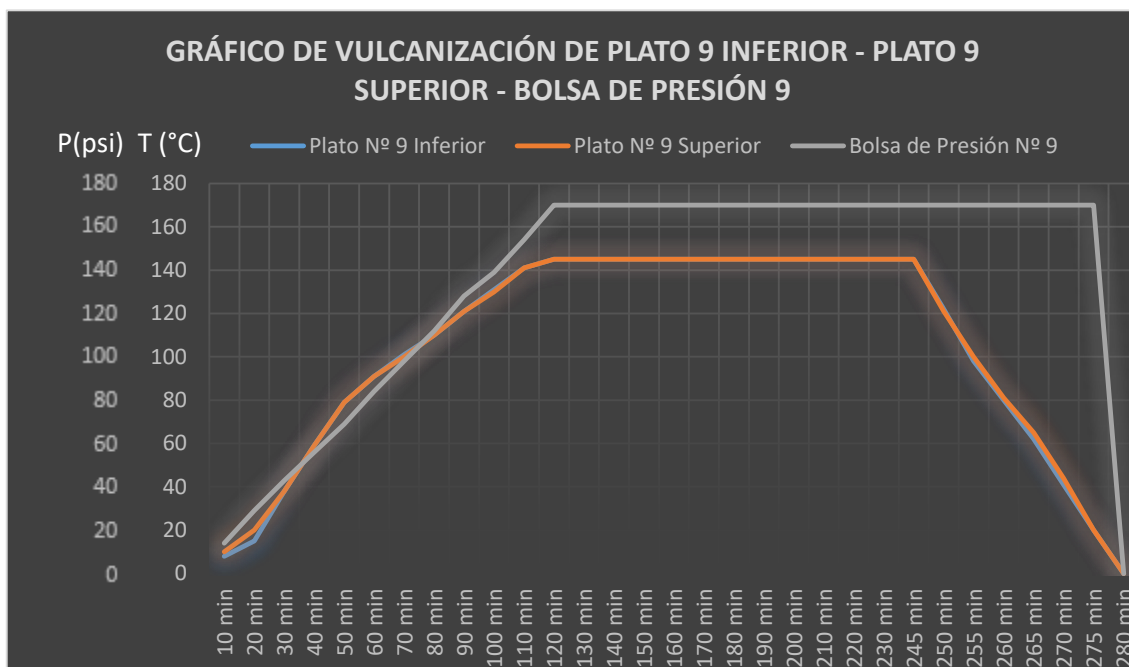


Figura N° 53: Resultado de gráfico de vulcanización de plato 9 inferior, plato 9 superior, bolsa de presión 9.

Fuente (Elaboración Propia)

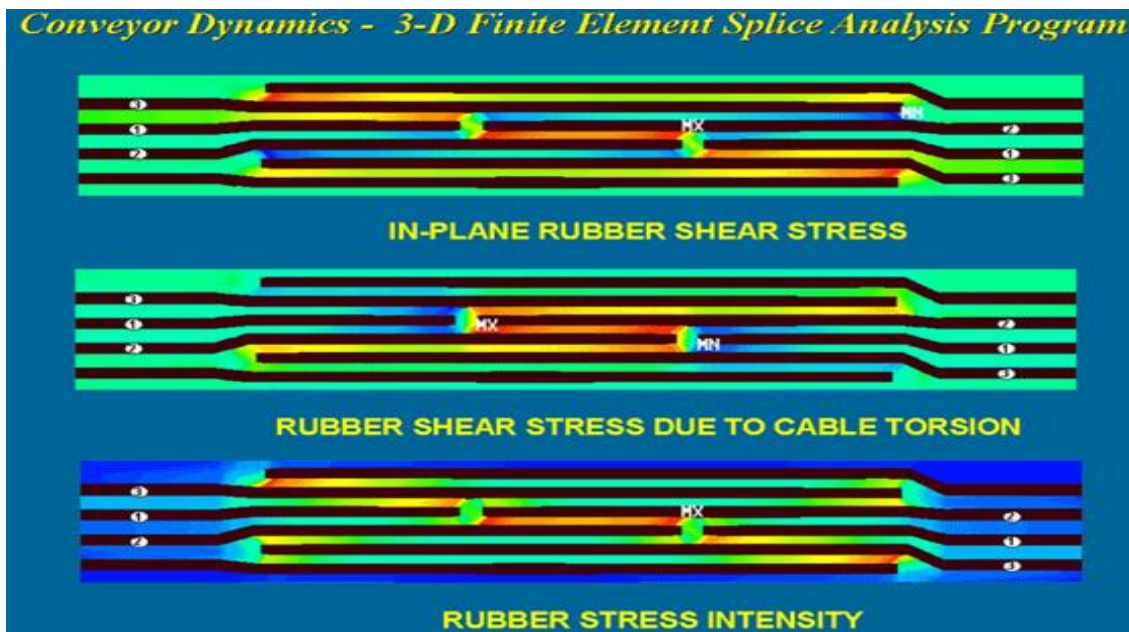


Figura N° 54: Empalme con cables de acero radiografía de la correa.

Fuente (Manual Empalmes Vulcanización GOODYEAR)

4.1.1.7. SEPTIMO PASO: ESTANDARIZACIÓN

El propósito en este paso es asegurar las mejoras logradas en el desarrollo del proyecto se mantengan en el tiempo para ello es necesario documentar los cambios y/o modificaciones e incluirlos en el Sistema Integrado de Gestión, se deberá comunicar a todas las partes involucradas los cambios especificados.

- Cambios en Checklist de ejecución de empalme antes durante y terminado.
- Cambios en la certificación de empalmes.
- Cambios en los procedimientos de trabajo.

4.1.1.7.1. MARCO LEGAL APLICADO EN EL PROYECTO

El presente proyecto tiene como normativa:

- Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Decreto Supremo N° 024-2016-EM, Decreto que aprueba el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en minería.
- Decreto Supremo N° 018-92-EM, Decreto que aprueba el Reglamento de Procedimientos Mineros.
- Decreto Legislativo N° 613 (08-09-90), Código del Medio Ambiente y los recursos
- naturales (Perú).

4.1.1.7.2. OBJETIVOS DE LA CALIDAD DEL PROYECTO

- Cumplir los objetivos funcionales del proyecto, los hitos contractuales y en caso no haya no conformidades se resolverán efectivamente de acuerdo de los procedimientos implementados por CONVEYOR BELT TECHNOLOGY.
- Entregar a tiempo los trabajos coordinados y lista de entregables de acuerdo a lo planificado, en coordinación con el cliente.

- Realizar un adecuado control y seguimiento de las actividades críticas del proyecto que aseguren la calidad de los documentos, materiales, y servicios para cumplir con los tiempos de entrega y costos de acuerdo a lo planificado.
- Entregar los servicios con altos estándares de calidad y que estén acorde con las especificaciones requeridas por el cliente.
- Medir la percepción del cliente sobre la gestión y ejecución del proyecto a través de un proceso y en base a los resultados se aplicarán mejoras efectivas para incrementar el nivel de incrementación de nuestro cliente hacia nuestro servicio.
- Habilitar y comprender a nuestro equipo de proyecto para mejorar el rendimiento operativo a lo largo de la cadena de valor.

4.1.1.7.3. CONTROL DE DOCUMENTOS

- Para asegurar que se usen los documentos vigentes se ha definido los siguientes controles para:
- Aprobar los documentos en cuanto a su adecuación antes de su distribución revisar y actualizar los documentos cuando sea necesario y aprobarlos luego de su revisión. Asegurar que se identifiquen los cambios y el estado de revisión actual de documentos.
- Asegurar que las versiones pertinentes a los documentos aplicables se encuentren en todos los puntos de uso.
- Asegurar que los documentos permanezcan legibles y sean fácilmente identificables.
- Asegurar que se identifiquen los documentos de origen externo que la organización ha determinado que son necesarios para la planificación y operación del SIG y que se controle su distribución.
- Para evitar la distribución y uso no intencional de documentos obsoletos, los mismos son identificados como obsoletos.

4.1.1.7.4. MEJORA CONTINUA

Las acciones de mejora pueden implicar cambios permanentes en los procedimientos, documentos de proceso, instrucciones de trabajo, especificaciones de productos y documentos del sistema de calidad, luego de la implantación medimos la efectividad de nuestras acciones preventivas y/o correctivas. Los responsables directos del proyecto ejecutan las acciones correctivas y preventivas.

4.1.1.7.5. SEGUIMIENTO Y CONTROL DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Las actividades de seguimiento y medición se pueden llevar a cabo tanto por el propio personal o el personal de los proveedores contratados para este fin. El control de los equipos de medición usados en el proyecto, incluyendo la calibración y verificación se lleva a cabo a través de un control sistemático con la finalidad de contrarrestar efectos o posibles efectos de no conformidades. El control sistemático es una lista general que contiene la siguiente información, nombre del instrumento, capacidades, el código de identificación, fecha de calibración, y número de certificado. Todos los instrumentos de prueba y medición estarán calibrados en laboratorios, en metrología debidamente calificados para prestar servicio.

4.1.1.7.6. AUDITORIAS INTERNAS

Las auditorias cuentan con la participación de un Auditor líder y un Auditor de apoyo quienes deberán cumplir con los siguientes criterios para ser seleccionados.

1. Auditor calificado en función de los cursos de auditores internos aprobados.
2. Haber realizado por lo menos una auditoria, como auditor interno.
3. Auditor independiente de la función que va a auditar.

Los auditores son los responsables de verificar el cumplimiento de los criterios especificados por la norma ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, OSHAS 18001:2007. Al

finalizar el proceso de auditoría, el Auditor líder reúne las notas de auditoría los hallazgos clasificados como observaciones, el número de no conformidades detectadas y las conclusiones del proceso y elabora un informe respecto a auditoría.

4.1.1.7.7. PLAN DE INSPECCIÓN

El plan de inspección contiene todos los puntos de inspección que deberán realizarse en el proyecto para cumplir las especificaciones del cliente.

El plan de inspección contiene información de las características de la calidad a controlar, método de trabajo, criterio de aceptación, herramientas a utilizar, formatos de control y controlables.

Los resultados de las inspecciones quedaran evidenciados en los registros determinados para que sean revisados y/o precisados por el cliente.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

Primero:

Las variables de vulcanización $P = 170$ psi, $T = 145$ °C, $t = 125$ min utilizadas, se cumplió correctamente con las variables de vulcanización establecidas por el fabricante de la correa.

Segundo:

Mediante el análisis de herramientas de calidad en la metodología KAIZEN ayudaron a encontrar las fallas críticas en proceso de ejecución de empalme y vulcanización, y evitarlas, que fueron controladas en los procesos. Se llegó a realizar trabajo de calidad “EMPALME”, verificado con “Durómetro SHOREA” el empalme final a “80 de calidad de dureza”, se llegó al valor estándar normal del fabricante de correa.

Tercero:

La verificación de la calidad en el proceso de empalme con cables de acero y vulcanización en caliente, como el cumplimiento de la Norma DIN 22101 mediante certificaciones, aplicación de procedimientos, Cheklist de empalme, y diagrama de empalme se cumplió y se estandarizo correctamente. Con el compromiso del equipo de

trabajo, para que cada uno aporte su manejo de las lecciones aprendidas en la ejecución del proyecto. Se cumplió con los requisitos del cliente con producto final “EMPALME” aprobado satisfactoriamente, las mejoras obtenidas tanto como en los procedimientos nuevos, cheklist de antes durante y después de ejecución de empalme, certificaciones obtenidas son estandarizadas a todo el personal de la empresa manteniéndose los estándares en el tiempo.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

PRIMERO:

Profundizar en la gestión de calidad para proyectos futuros y analizar posibles impactos y posibles mejoras.

SEGUNDO:

Poner en practica la metodología KAIZEN de mejora continua en procesos y retroalimentarla para su mejoramiento.

TERCERO:

Crear un equipo de trabajo que se encargue exclusivamente de la gestión de calidad de ejecución de empalme y vulcanización en caliente, buscar especialistas en correas transportadoras para capacitaciones, auditorias.

CUARTO:

Al finalizar la fase del proyecto, difundir las lecciones aprendidas, actualizar los nuevos conocimientos de los nuevos productos y servicios.

QUINTO:

Plantear y desarrollar de nuevas investigaciones en torno al tema de calidad de empalme y vulcanización en caliente de correas transportadoras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- SIPLAMIN, (2012). Planeamiento Estudio a Largo Plazo Mina CUAJONE.
(Cerro Verde gastos de mantención para el contrato CV-59851-CLC-257-2008, para el periodo 2009 – 2012 (Trimestre I)).
- Balestrini, M. (2002) Sistema de Gestión de Calidad.
- Norma ISO 9001:2000 Sistema de Gestión de Calidad.
- Norma ISO 9001:2008 Sistema de Gestión de Calidad – Requisitos.
- Manual de Calidad para desarrollo de proyectos PI – PC – MGP – 049 – 2009.
- Norma ISO 9000:2005 Sistema de Gestión de Calidad Fundamentos y Vocabulario.
- Norma ISO 9004:2009 Gestión para el éxito sostenido de una organización Enfoque de Gestión de Calidad.
- Normas DIN 22101 Fundamentos de Diseño de Correas Transportadoras.
- <https://www.hirschmann-laborgeraete.de/es-ES/Unternehmen/Zertifizierungen/DIN9-001.aspx>.
- CEMA, (2002). Fajas Transportadoras para material en general.
- Manual Técnicas de Ejecución de empalmes TTM Chile.
- Manual REMA TIP TOP Diseño de empalmes.
- Manual de Empalmes, Vulcanización GOODYEAR.
- <https://ignavic.cl.tripod.com/terreno.htm>.
- Normas DIN 22102 Clasificación de correas según su código.
- Normas DIN 22131 Correas Transportadoras de acero de alta calidad.
- William Neely, (1993). TIRE WARS RACING WITH GOODYEAR.
- Yunus A. Cengel, (2004). Termodinámica (Quinta Edición).
- Universidad Antonio Ruiz de Montoya, Curso Capacitación (2001) Diagrama de fase.

(<https://sites.google.com/site/conocerlosmateriales/home/tratamientos-termicos-y-termoquimicos>).

SHAW ALMEX Industries, (2005). Equipo Vulcanizador.

Joseph A. Defeo, “The future impact of Quality”.

Normas DIN:22129-4:2015-08. Title (German). Normas DIN:7716 Almacenamiento de Elastómeros.

Steel Cord Splicing - Repair Manual SCANDURA.

Manual de Ingeniería, Bandas Transportadoras CONTITECH (CONVEYOR BELT GROUP).

ANEXOS

ANEXO N°1 : CHEKLIST DE EJECUCIÓN DE EMPALME ANTES DURANTE Y DESPUES

CHEKLISTS EJECUCIÓN DE EMPALM. ANTES / DURANTES / TERMINADO						
Fecha Inicio de empalme : 16-05-2017			Hora : 08:00		Turno : A	
Ítem	Descripción / Control	SI	NO	HORA		OBSERVACIÓN
				Inicio	Termino	
01	Carpa de trabajo	X				con protecciones (turno día)
02	Mesones de empalme	X				Uno por lado, mesón angular (turno día)
03	Diagrama empalme fabricante	X				SEMPER TRANS EP 2000/4
04	Correa con desgaste en la cubierta de carga o retorno punta n°1		X			Correa nueva
05	Correa con desgaste en la cubierta de carga o retorno punta n°2		X			Correa nueva
06	Se aplicó relleno en zonas con desgaste de cubierta		X			Correa nueva
07	Montaje equipo vulcanizador inferior 6" libras (152 mm). Norma DIN 22102 parte 3	X				Revisado y cumple
08	Trazado de empalme punta n°1/ Medir Vías/ Orientación del empalme Norma DIN 22102	X				Trabajo previo. (turno día)
09	Biseles = Aprox. 20 – 30 ° Norma DIN 22131	X				Trabajos previo, sin observaciones (turno día)
10	Lado de la cubierta retirada punta n°1 Norma DIN 22102	X				Cubierta de carga(turno día)

11	Raspado de sello por retorno punta n°1 y canto moldeado.					Condición rugosa(turno día)
12	Raspado de sello por carga punta n°1 y canto moldeado.		X			
13	Trazado de empalme punta n°2 Medir Vías/ Orientación del empalme Norma DIN 22102	X				Trabajo previo. (turno día)
14	Biseles = Aprox. 20 – 30 ° Norma DIN 22131	X				Trabajos previo, sin observaciones (turno día)
15	Lado de la cubierta retirada punta n°2 Norma DIN 22102	X				Cubierta de carga(turno día)
16	Raspado de sello por retorno punta n°2 y canto moldeado.		X			
17	Raspado de sello por carga punta n°2 y canto moldeado.	X				Condición rugosa(turno día)
18	Cementado de telas, primera mano 30 minutos mínimo secado. (20 °C ambiente)	X				Cementado punta n°1. (turno día) Cementado punta n°2. (turno Noche 21:30 hrs)
19	Cementado de telas, segunda mano secado al tacto.	X				Cementado punta n°1. (turno día) Cementado punta n°2. (turno Noche 22:00 hrs)

20	Pegado laminado adhesión tela y repasado con rodillo (eliminación de burbujas de aire)	X				Realizado turno Día, caucho pegado en punta nº1
21	Relleno de termino de escalones con franja de caucho laminado adhesión tela 30 mm	X				Pegado de franja de 25 mm de ancho
22	Se aplica laminado adhesión tela en sello de carga y retorno (zona biseles)	X				Ambos sellos.
23	Kit de retorno /carga fabricado en situ (sellos)	X				26 mm sello carga y 6 sello retorno
24	Kit de retorno/carga fabricado en taller (sellos)		X			
25	Montaje sello de retorno	X				Turno día
26	Alineamiento antes de pegar	X				Alineamiento por canto y escalón
27	Montaje de termocuplas	X				Tres por plato
28	Montaje sello de carga	X				Sin observaciones
29	Montaje de termocuplas superior	X				Tres por plato y dos por plato
30	Montaje platina marginadora largo, ancho y espesor.	X				43 mm x 100 mm x 3000 mm

ANEXO N°2 : CERTIFICACIÓN DE EMPALME DE CORREA CV 201

	PAUTA DE INSPECCIÓN DE EJECUCIÓN DE EMPALMES CORREA CABLE ACERO		FECHA. 20.05.2017
	CERTIFICACIÓN DE EMPALMES		
Ítem	Puntos de detención de inspección	A evaluar	Observaciones
1	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Procedimiento de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Conocer procedimiento 	-Revisión de procedimiento del ejecutor del empalme. -Generar observaciones del proceso si aplican, por parte de CBT.
2	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Carpa de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Largo, ancho y hermeticidad. 	- Debe tener las medidas óptimas para resguardar todo el empalme en su interior y aportar una barrera física optima contra polvo, tierra, rayos solares, viento, etc.
3	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mesa de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cantidad, dimensiones y retenciones para prensas. 	- Los mesones de trabajo deben tener 150 mm más ancho que la correa y 1,5 veces el largo del empalme [por lado]. - Deben tener puntos habilitados para la instalación de prensas, para mantener alineados los extremos de la correa. - No se acepta clavar la correa para retener alineamiento. - Consolidar mesones a estructura soportante, debe existir una línea horizontal entre mesones y prensa de vulcanizar.

4	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Diagrama de empalme 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Corresponda a las especificaciones de la correa 	<ul style="list-style-type: none"> - Contar con diseño de empalme aportado por el fabricante de la correa. - No se cuenta con diseño definido según fabricante, la construcción se realizara bajo norma DIN 22109-22110.
5	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Almacenamiento kits de empalme 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Condiciones de almacenamiento 	<ul style="list-style-type: none"> - La Conservación de los productos tales como cauchos laminados y cementos , deben estar bajo condiciones de refrigeración o en su defecto bajo sombra con temperaturas no mayores a 15 °C [Recomendadas por el fabricante del caucho].
6	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Trazabilidad del kits 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Control de fechas 	<ul style="list-style-type: none"> -Productos rotulados con fechas de fabricación y vencimiento, para cauchos laminados cubierta , laminados adhesión tela, cemento vulcanizante.
7	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Curva geométrica 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Graficas de calidad de cauchos y parámetros de vulcanizado 	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluar la calidad óptima de cauchos laminados de cubierta, laminados adhesión tela y cemento vulcanizante. -Tiempo, temperatura y presión de vulcanizado indicados por el fabricante del caucho.
8	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Control prensa vulcanizadora 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Condición física de rieles, guateros, bombas, 	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluar condición física de rieles (no fisurado), acople y

		<p>control de temperatura en plato calefactor.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Registros de mantenimiento realizado por ejecutor o fabricante de la prensa 	<p>estructura de guatero, prueba de presión bomba y control manómetro.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Temperatura homogénea en la superficie del plato calefactor (diferencia no mayor a 5°C entre los puntos de lectura). Codificar equipos según corresponda al registro ejecutado.
9	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Prensa vulcanizadora 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Configuración de diseño. ➤ Control ancho y largo, de la configuración platos vulcanizadores 	<p>- Conocer y evaluar la configuración de, numero de rieles, numero de platos, numero de guateros y numero de bombas a utilizar.</p> <p>-Platos vulcanizadores deben ser 100 mm (4 pulgadas) más ancho por lado que la correa o Platina marginadora de canto debe ser cubierta en ambas superficies por los platos vulcanizadores.</p> <p>- Platos vulcanizadores deben ser 152 mm mínimo (6 pulgadas mínimo) más largo por ambos lados de las dimensiones del empalme.</p>
10	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Preparación puntas de correa 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Chequeo de medidas, retiro de escalones, raspado sellos carga y retorno. 	<p>-Verificación del Bias, según diagrama de empalme [Ancho x 0,3 o 0,4] o ajustar a ángulo de la prensa, [siempre con inclinación].</p> <p>-Retiro de escalones, corte con corta lonas y despega lonas. Se</p>

			<p>doblarán las puntas para verificar cortes de las telas adyacentes.</p> <p>Al encontrar corte se desplazará el empalme los escalones necesarios para botar y volver a iniciar el pelado.</p> <p>-Raspado de sellos de carga y retorno. (Condición rugosa).</p> <p>-Verificación de sentido de giro del empalme.</p> <p>-No se deben raspar las lonas de los escalones, solo si quedara goma sobre la tela.</p> <p>-Marcar escalones en el canto de goma de la correa.</p> <p>-Utilización de olfa, para cortar gomas.</p>
11	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Puntos centro y alineamiento 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Control visual al sacar punto centro 	<ul style="list-style-type: none"> - Alineamiento por puntos centros - Primer punto en el centro del empalme, a 1.000 mm en ambas direcciones centrales ubicar los restantes 4 puntos (Dos por lados a la distancia indicada uno del otro) -Control alineamiento del empalme antes de pegar.
12	<ul style="list-style-type: none"> ➤ limpieza 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Interior carpa 	<ul style="list-style-type: none"> -Correa libre de tierra, polvo, grasa, agua o cualquier agente contaminante que deposite en las cubiertas.

			<p>-limpieza del personal que fabrica el empalme.</p> <p>-Mesones libres de tierra, polvo, grasa, agua o cualquier agente contaminante que se deposite en la superficie.</p> <p>-Si el empalme es en piso natural, aplicar una membrana hermética que impida el ascenso de la tierra y polvo al empalme.</p> <p>- Limpieza de herramientas de apoyo en la fabricación del empalme.</p>
13	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solventes de limpieza 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Indicación del fabricante 	<p>-Utilización de solventes de limpieza para telas y sellos, según aporte del proveedor del kit.</p> <p>-Si el kit no presenta solvente de limpieza y es requerida su utilización, deberá ser un producto que no deteriore la goma y el impregnaste de las telas.</p> <p>-Proveedor de los kits debe orientar cual producto es el más correcto para la limpieza.</p> <p>-Si las telas y sellos están con una película de polvo solo bastara limpieza con cepillo de cerdas natural y soplador.</p>
14	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aplicación de cemento vulcanizante 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cantidad 	<p>-Aplicar dos manos de cemento vulcanizante a toda el área del empalme</p>

			<p>(en etapa de preparación). Secado del cemento debe ser prioritario antes de pasar a la etapa de. -Pegado de laminado adhesión tela (cojín). -Aplicar cemento vulcanizante en sello de carga y retorno. (en etapa de preparación). -Cubrir las telas con polietileno, terminada la etapa de preparación, si el entorno de trabajo no es el optimo</p>
15	<p>➤ Sellos de caucho, carga y retorno</p>	<p>➤ Fabricación en situ, taller o proveedor.</p>	<p>- En los mismos espesores de los sellos carga y retorno requerido para la correa. - Longitud y ancho de los sellos de acuerdo a lo indicado por diagrama de empalme. Considerando un porcentaje mayor por cada extremo. - Fabricación en situ, por rollo nuevos y sellados. -Identificar laminado adhesión tela.</p>
16	<p>➤ Pegado de empalme</p>	<p>➤ Escalones</p>	<p>- Los escalones deben estar pegados según diseño diagrama. -Separación o enfrentamiento de los escalones entre 2 y 4 mm. -Al aplicar cemento en esta etapa debe estar distribuido y</p>

			seco antes de pegar las puntas.
17	➤ Platina marginadora de canto	➤ Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> - 2 mm menor que el espesor total de la correa. - O la utilización de goma del canto de la correa a empalmar sobrante del cambio a realizar [Mismo espesor de la correa a empalmar] - Espesor regular en toda su formación. - Acero macizo - Recta en todas sus caras - Extremos con apoyo para elemento de retención (tecles). - Más larga que la prensa, debe sobresalir en ambos extremos. - Utilizar platina marginadora en empalmes de tela.
118	➤ Vulcanizado	➤ De acuerdo al requerimiento del fabricante	<ul style="list-style-type: none"> - Vulcanizado de acuerdo a los parámetros del fabricante de los kits. - Vulcanizado controlado por equipos Data Logger - CBT. - Debe haber un eléctrico con el conocimiento del proceso. - Apertura de la prensa a los 50°C, si no existiera recomendación del fabricante de los kits.

			<ul style="list-style-type: none"> - Prueba de presión en frío antes de iniciar el levantamiento de temperaturas. - Pérdida de presión total en el vulcanizado y enfriamiento sobre 100°C, Sin opción a recuperar, el empalme debe ser botado. -Falla eléctrica en el proceso de vulcanizado y pérdida de temperatura bajo los 135 °C, el empalme debe ser botado
19	➤ Dureza	➤ Sellos	<ul style="list-style-type: none"> -Fabricante de los kits debe indicar los promedios de durezas (Shore A) de los cauchos vulcanizados. (sellos) - Si no es entregado este dato, se realizará relación de dureza según hoja especificaciones de la correa. -Durezas bajo los 80 Shore A, se evaluará calidad del empalme
20	➤ Control empalme terminado	➤ Sellos cubiertas y	<ul style="list-style-type: none"> -Control alineamiento empalme finalizado. - Puntos centros desviados, se informará y archivará en reporte de inspección -Verificación de sellos por carga y retorno. -Rebaje de sellos con pulidora si se

			<p>observa abultamiento. - Control visual a todo el empalme terminado. -Cualquier anomalía encontrada se evaluará y procederá de acuerdo a la experiencia del ejecutor, CBT y cliente.</p>
--	--	--	--

Fuente (CONVEYORT BELT TECHNOLOGY)

ANEXO N°3 : PROCESO DE EVOLUCIÓN DE LOS 40 ÚLTIMOS AÑOS DE EJECUCIÓN DE EMPALMES (FACTOR DE REDUCCIÓN DEL TIEMPO)

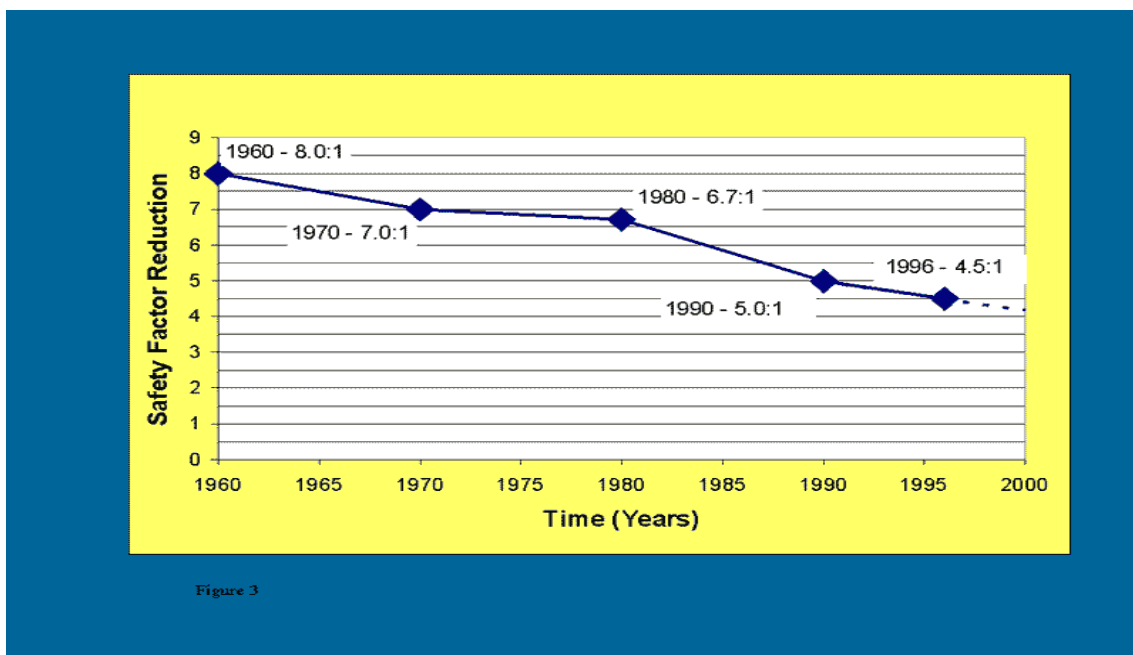


Figure 3

Fuente (Steel Cord Splicing - Repair Manual SCANDURA)

ANEXO N°4: PORCENTAJE DE PARÁMETROS DE HUMEDAD Y TEMPERATURA DE FABRICANTES DE CORREAS PARA LA EJECUCIÓN DE EMPALMES

FABRICANTE	TEMPERATURA AMBIENTE	HUMEDAD
GOODYEAR	60°F – 15° C	40%
PHOENIX	20°C	70 %
REMA TIP TOP	115°F – °C	60 %
CONVEYOR SYSTEMS	30°C	MENOR 80%

(Manual Empalmes Vulcanización GOODYEAR)



ANEXO N°5: LÍMITES DE EDAD PARA LOS MATERIALES DE EMPALME

**TABLA 4-5
LÍMITES DE EDAD PARA LOS MATERIALES DE EMPALME**

Especificación de la banda	Solvente	Límites de edad para cemento sin refrigerar	Límites de edad para cemento refrigerado	Límites de edad para gomas y rompedoras sin refrigerar	Límites de edad para gomas y rompedoras refrigeradas
Glide Contender	M714C	3 meses	6 meses	6 meses	12 meses
MORS	M714C	3 meses	6 meses	6 meses	12 meses
MSHA-SBR y Baja Temperatura	M714C	3 meses	6 meses	6 meses	2 meses
OMEGA	M714C	3 meses	6 meses	6 meses	12 meses
ORS-CHEMIGUM	M713C	3 meses	6 meses	6 meses	12 meses
ORS-CHEMIVIC	M713C	3 meses	6 meses	6 meses	12 meses
Pathfinder Supreme	M712C	6 meses	12 meses	6 meses	12 meses
Pathfinder X-Gard	M712C	6 meses	12 meses	6 meses	12 meses
Premarc	M714C	3 meses	6 meses	6 meses	12 meses
Stacker, Style B Wingfoot	M714C	3 meses	6 meses	6 meses	12 meses
Thermochem	M713C	3 meses	6 meses	6 meses	12 meses
Thermoshield	M714C	6 meses	12 meses	6 meses	12 meses
Wingprene	M712C	6 meses	12 meses	6 meses	12 meses
6740A	M714C	3 meses	6 meses	6 meses	12 meses

Manual de Ingeniería, Bandas Transportadoras CONTITECH (CONVEYOR BELT GROUP).

ANEXO N°6 : PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO (PETS)

	SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION PROYECTO DE MEJORA TECNOLÓGICA CUAJONE		
	PROCEDIMIENTO DE RADIOGRAFÍA ESTÁTICA, DE FAJA TRANSPORTADORA CARCAZA DE CABLES DE ACERO CV – 201, PETS		
	PETS–GYM-L5C27006- CON-0	Versión: 0	
	FECHA: 07-03-2017	PAG:	

PRECAUCIONES

RADIACIÓN DE RAYOS X

Los rayos x son una radiación ionizada y representa una amenaza para la salud de cualquier persona que este voluntario o involuntariamente expuesto a estas radiaciones, tu generador PC emite tal radiación de rayos x por lo tanto es especial que la persona que esté operando el equipo entienda los riesgos del trabajo con rayos x y ha recibido un entrenamiento formal del uso de rayos x y el equipo de seguridad.

1.- OBJETIVO

Definir, establecer y describir los pasos principales para efectuar radiografía estática de correa transportadora de carcasa de cable de acero CV-201, este procedimiento específico registrará única y exclusivamente en las áreas de responsabilidad del contrato con el propósito de evitar la ocurrencia de accidentes con daños a la salud de las personas, a los equipos, medio ambiente y daños materiales durante la radiografía de la correa transportadora, con el fin de realizar un trabajo seguro, minimizando el tiempo requerido para dichas actividades, garantizar la operatividad del circuito, conservar los recursos y minimizar costos.

2.- ALCANCE

Aplicable a todas las actividades de Rx – estática de las correas transportadoras CV-201 en este proyecto el conocimiento, aplicación y difusión de este procedimiento es para todo el personal que participan en el desarrollo de las actividades, los colaboradores de GYM S.A. y de CONVEYORT BELT TECHNOLOGY y otros que pudiesen ser parte de las labores descritas, dentro del proyecto Mejora Tecnológica CUAJONE, para los trabajadores del área electromecánica dentro y fuera de sus instalaciones sin excepción.

3.- DOCUMENTOS DE REFERENCIA

3.1.- ESTANDARES DE SEGURIDAD DE GYM

- Estándar básico de prevención de riesgos GYM PdRGA ES 01.
- Orden y limpieza en áreas de trabajo GYM PdRGA ES 15.
- Revisión de equipos manuales y portátiles GYM PdRGA ES 16.
- Uso de herramientas manuales y portátiles GYM PdRGA ES 17.
- Uso de equipos de protección personal GYM PdRGA ES 18.
- Responsabilidad de la línea de mando y área administrativa de obra GYM PdRGA ES 32.
- Estándar de prevención de riesgos para cuadradores de descarga GYM PdRGA ES 027.
- Estándar de protección de medio ambiente GYM PdRGA ES 030.
- Estándar de movimiento de tierras GYM PdRGA ES 028.
- Requisitos previos al inicio de actividades GYM PdRGA PG 15F1.
- Matriz de identificaciones peligros GYM PdRGA PG 10F1.
- Matriz de identificación de aspectos ambientales GYM PdRGA PG 11F1.
- Matriz de control operacional y seguimiento de seguridad GYM PdRGA PG 15F2.
- Matriz de control operacional y seguimiento de medio ambiente GYM PdRGA PG 15F3.

3.2.- ESTÁNDARES DE SEGURIDAD DE SOUTHERN Y LEGISLACIÓN PERUANA

- Anexo N° 04 documento L6-T23-003 Rev. A – Alcance del trabajo SPCC (Southern Peru Copper Corporation).
- SPCC-200-5775-1-001 – Plano de disposición general.
- Ley 29783 “Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo”.
- Norma G50. “Seguridad durante la Construcción”.
- D.S. 024–2016-EM Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería.
- D.S. 006-2014-TR Reglamento la Ley 30222 Ley de seguridad y Salud en el Trabajo.
- Especificaciones Técnicas del proyecto y planos aprobados para construcción.

1.3.- NORMAS APLICABLES

- IR.001.2009 REQUISITOS DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA EN RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL- OTAN – IPEN.
- SNT – TC – 1 – 2011 Edition.

4.- DEFINICIONES

RAYOS IONIZANTES: Son aquellas radiaciones con energía suficiente para ionizar la materia, extrayendo los electrones de sus estados ligados a átomos (partículas Alfa, Beta, rayos Gamma o rayos X), este equipo trabaja con energía ionizante RX. de tercera categoría sus componentes son fácil instalación en el sistema transportador.

RAYOS X: Es una radiación electromagnética invisible, capaz de atravesar cuerpos opacos y de imprimir las películas fotográficas los actuales sistemas digitales permiten la obtención y visualización de la imagen radiográfica directamente en la computadora.

SEÑALIZACIÓN: Acción que se refiere a una actividad u objeto en situación determinada que proporciona una indicación que puede ser vías de escape, refugio, obligación o advertencia.

DOSÍMETRO: Equipo personal de medición para control de exposiciones a fuentes radioactivas.

5.- RESPONSABILIDADES

5.1.- GERENTE DE OBRA

Es la máxima autoridad en GYM en el sitio es responsable de administrar el trabajo en el lugar dentro de sus principios de responsabilidades están.

- Representar a la empresa ante M3 y SPCC.
- Llevar a cabo los trabajos de acuerdo a las políticas de seguridad, calidad y medio ambiente.
- Conseguir y distribuir adecuadamente los recursos necesarios para el desarrollo del presente trabajo.
- Determinar los contratos y/o servicios necesarios para los trabajos.
- Prever los medios necesarios para la realización de empalmes en la correa CV-201.

5.2.- SUPERINTENDENTE GENERAL

- Comunicar a M3 de cualquier impedimento encontrado en campo que pueda significar interferencia a la ejecución de los trabajos.
- Verificar y supervisar en campo que se cumpla todo lo establecido en el presente instructivo de calidad.
- Cumplir con la aplicación y efectividad de las medidas de control necesarias.
- Responsable de la elaboración de los protocolos y liberación de las actividades de construcción.

5.3.- JEFE DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

- Supervisar y asegurarse que se cumplan el presente PETS.
- Verificar que todos los documentos de gestión estén en campo con el EPP adecuado.
- Participar a las charlas previos antes de las actividades.

5.4.- SUPERVISOR MECANICO

- Difundir el presente instructivo a los trabajadores con anticipación.
- Asegurarse que el presente PETS este en lugar de trabajo.
- Evaluar las condiciones en el lugar de trabajo, identificar los peligros, evaluar los riesgos asociados e implementar las medidas de control.
- Sera responsable que el personal tenga en conocimiento y entrenamiento para poder manipular los equipos y herramientas.
- Es responsable de que todo el personal reciba la capacitación adecuada debe de darlas.
- Cumplimiento de Normas en Campo en empalme correa CV-201.

5.5.- INGENIERO SUPERVISOR DE CALIDAD

verifica que los trabajos se realicen de acuerdo a lo especificado y que se lleven los registros correspondientes en forma adecuada según PPI tiene responsabilidades.

- Verificar que los equipos utilizados se encuentren con calibración vigente.
- Sera responsable de administrar, manejar, distribuir y archivar los certificados, protocolos y documentos que se utilizara para el aseguramiento de la calidad del proyecto.
- Distribuir y asegurar los instructivos.
- Debe verificar las actividades se realicen de acuerdo a lo establecido en el instructivo asegurándose que las tolerancias se encuentren dentro de los rangos y especificaciones en planos, catálogos de fabricante.
- Debe verificar el material a usarse estén bien depositado en buen estado y correcto.
- Capacitación constante al personal.

5.6.- TRABAJADORES

- Conocer el presente instructivo con debida anticipación a la realización del trabajo.
- Informar al supervisor cualquier observación que afecte las condiciones de seguridad en la zona de trabajo.
- Inspeccionar sus equipos de protección personal.
- Participar activamente en las charlas de 5 min.
- Trabajar con los últimos estándares aprobados a la fecha y verificar.
- Verificar su trabajo antes de pasar a la revisión de calidad de dureza de la correa CV-201.
- Inspeccionar sus equipos y Herramientas que estén en perfecto funcionamiento.
- Mantener orden y limpieza en el trabajo.

6.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Casco: ANSI Z.89.1 2003

Lentes: ANSI Z.87.1 2003

Careta Facial: ANSI Z.87.1 2003

Gautes de Cuero: Preferentemente SS-EN-1082-1

Botín antideslizante punta acero: ANSI Z 41. 1991

Ropa con cintas reflectivas: ANSI 107-2010

Chaleco con cintas reflectivas: ANSI 107-2010

Candado y tarjeta de bloqueo: Candado normal

Respirador contra polvo: Z 88.2-1992 NIOSH 42 CFR 84

Tapones de oídos: ANSI S3.19-1974 y S12.6-1997

Arnes y línea de vida: De 3 aros OSHA 1926/1910 ANSI Z359.1

7.- EQUIPOS Y HERRAMIENTAS O MATERIALES

7.1.- EQUIPOS

Item	Descripción	Cantidad	Unidad
1	Prensa de vulcanizar	1	Juego
2	Accesorios de prensa de vulcanizar	1	Juego
3	Winche con capacidad de 1.5 Tn	1	Juego
4	Generadores y Tableros Eléctricos	1	Juegos
5	Radio portátil de GYM	1	Juego

7.2.- HERRAMIENTAS

Item	Descripción	Cantidad	Unidad
1	Eslinga de 4 pulg 6m	4	EA
2	Eslinga de 6 pulg 6m	2	EA
3	Conos	8	EA
4	Grilletes ½ pulg	4	EA
5	Tilfor	1	EA
6	Barretas	2	EA
7	Tiralineas	2	EA
8	Motor pulidor con escobilla Circular	2	EA
9	Mordaza autoprensora	2	EA
10	Mordaza de retención	2	PAR
11	Herramientas menores	1	Juego
12	Cuchillo cúter	2	EA
13	Garra de arrastre o jalado	2	EA
14	Roldana	1	EA
15	Cadena de 5/8 con traga cadena De 4 y 6m	4	Juego
16	Esmeril de 4" y 7"	2	EA

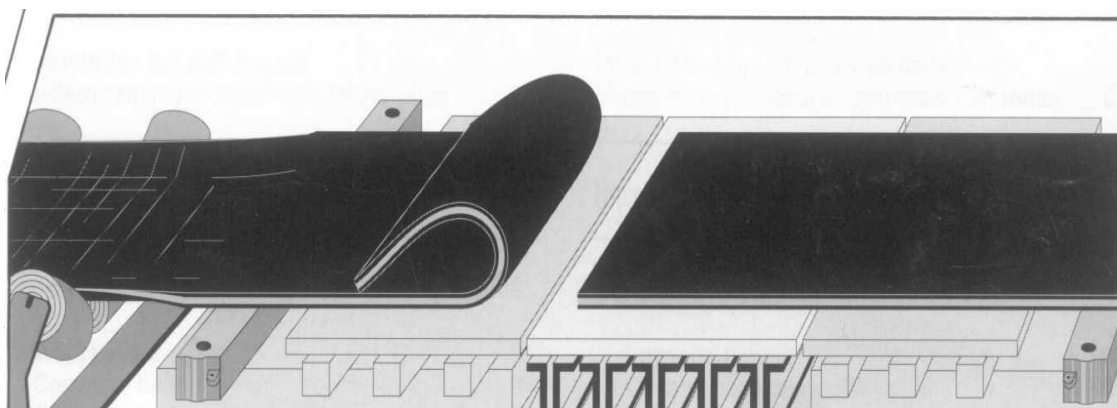
17	Soga de nilón de ½”	30	M
18	Reglas laterales de empalmen acero solido de 100x39x8500mm	02	EA

8.- PROCEDIMIENTO

Dentro de las actividades que conforman el proceso constructivo del presente procedimiento, de empalme y vulcanización en caliente se debe cumplir lo establecido.

8.1.- TRABAJOS DE PREPARACIÓN EN EL ÁREA

Se procederá a la limpieza del área donde se colocará la mesa de empalme y prensa de vulcanizar, retirar todo el material de las zonas aledañas, para los trabajos en correas instaladas, para realizar el empalme retire los bastidores de la correa de acuerdo a las medidas de prensa vulcanizadora.



- 1.- Recomendaciones del fabricante de la correa Transportadora.
- 2.- Especificaciones de la compañía (usuario).
- 3.- Normas internacionales (DIN 22 129 – 22 131)

8.2.- TRAZADO DE LÍNEA DE EJE DE LA CORREA TRANSPORTADORA

Alinear la cinta sobre el mesón de trabajo y la parte inferior del equipo vulcanizador, marcar puntos centrales para establecer el eje central de la correa.

8.2.1.- SISTEMA DEL CRUCE DE DOS CINTAS MÉTRICAS

a una distancia de 2.5 m. del empalme se marca con tiza una línea transversal a 90° , ahí se poseionan las huinchas métricas apoyados en ambos cantos de la correa (uno c/u), al encuentro de una línea en común se encuentra el punto centro. Marcar en forma destacada. Repetir esta operación en uno y otro lado de la marca realizada (1mt. De distancia).

8.2.2.- SISTEMA PITÁGORAS (MÁS CONOCIDO COMO 3 – 4 – 5)

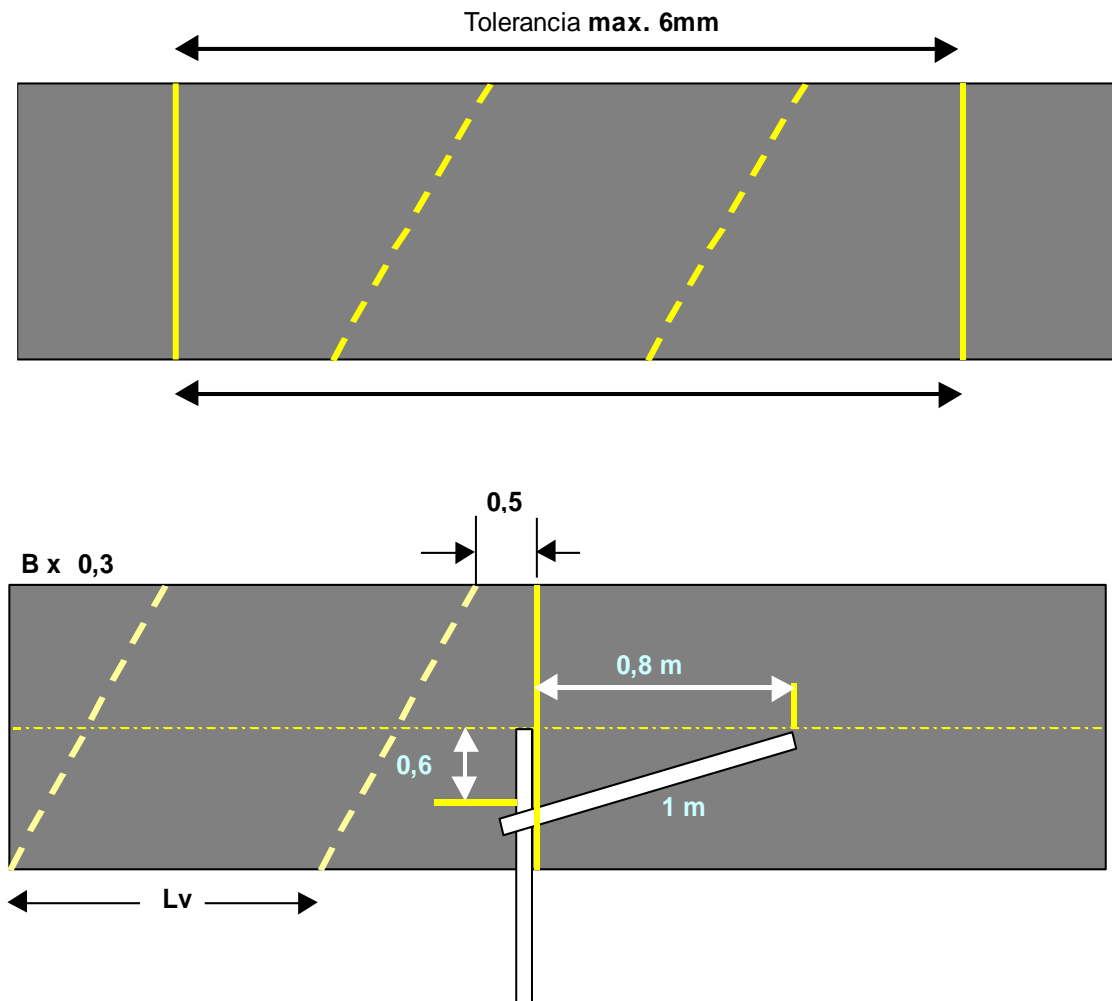
Fuera del área del empalme a 2.5 m. Marcar una línea con tiza a 90° , en esta escuadra marcar el punto centro (a) con bolígrafo cruzando dos huinchas métricas. Con una medida menor marcamos (b y c) en la misma línea a escuadra, estas dos medidas (b y c) tienen que ser múltiplos de 3. En el punto Centro (a) proyectar una línea perpendicular con tiza, marcando una medida mayor que (b y c) múltiplo de 4 (d), luego unir (d y c) y (b y d), estas tendrán que ser coincidentes con el múltiplo de 5. En la otra punta de la correa se procede de la misma forma. Finalmente medir la distancia de la escuadra trazada de una y de la otra punta de la correa en ambos cantos, esta medida tiene que ser coincidente (tolerancia admisible 6 mm)

8.2.3.- SISTEMA DEL COMPÁS

Fuera del área del empalme, a una distancia de 2.5 m marcar una línea con tiza a 90° , en esta escuadra marcar un punto centro (a) con bolígrafo cruzando dos cintas métricas. Con una medida menor marcamos (b y c) próximo a los cantos de la correa usando la huincha métrica como compás, de estas marcas se proyectan en dirección al eje de la correa y en forma diagonal se realiza una intersección (d) a una distancia de 1mt. Del punto centro (a) es decir: (b-d y c-d). De esta misma forma hacemos estas marcas en el lado contrario de la escuadra marcada a 1 m. de distancia, logrando con esto tres puntos centros.

NOTA: La distancia de los puntos centros depende de:

- 1.- Largo de los mesones de trabajo.
- 2.- Forma de la estructura donde se encuentra instalada la correa.
- 3.- Forma y diseño de la estructura de la carpa de protección.



8.3.- VERIFICAR QUE EL LUGAR DE TRABAJO LAS INSTALACIONES CUENTE CON:

- 1.- Red eléctrica.
- 2.- Red de agua.
- 3.- Mesón de trabajo.
- 4.- Acondicionar lugar de trabajo evitando agentes contaminantes.

8.3.1.- MANIPULACION DE LA CORREA TRANSPORTADORA.

- 1.- Nivelar mesones con equipo vulcanizador.
- 2.- Prueba de equipo vulcanizador en general.
- 3.- Abrir con cuchillo Don Carlos y/o eléctrica ventana de cubierta superior, uso de mordaza autoprensora y Tirford.
- 4.- Abrir ventana cubierta inferior.

- 5.- Calibración de la Maquina Cord Stripper y huinche eléctrico.
- 6.- Cortar exceso de goma de los cables de acero con cuchillo Don Carlos.
- 7.- Raspado de los cables con motor recto usando el Cepillo Giratorio Cóncavo.
- 8.- Marcado de los cables de acero con papel engomado para distinguir el paso (steep) de empalme a usar.
- 9.- Una vez limpiados excesos de goma de una punta del empalme preparar la otra punta.
- 10.- Proceder de la misma forma que en la punta anterior.
- 11.- Limpieza de los cables, mesón de trabajo y equipo vulcanizador del polvo de raspado.
- 12.- Enumerar y marcar con tiza la cantidad de cables en la ventanilla del empalme en ambas puntas.
- 13.- Verificar el diseño de los pasos (Steep), según plano.
- 14.- Poner plástico protector en el mesón de trabajo para la aplicación del cemento.
- 15.- Cementar parte inferior de los cables y dejar secar.
- 16.- Sacar puntos centros de la cinta transportadoras.
- 17.- Comprobar con el uso de huinchas de medir y lienza para marcar.
- 18.- Limpieza nuevamente del equipo vulcanizador.

8.3.2.- PRECAUCIONES SOBRE EL KIT DE EMPALME

- 20.- Verificar el estado de sus componentes.
- 21.- Preparar cubiertas superior e inferior.
- 22.- Verificar posición del caucho cojín.
- 23.- Poner paños desmoldantes sobre los platos inferiores (calefactores) del equipo.
- 22.- Aplicar sellos de unión con cortes biselados para la cubierta inferior.
- 23.- Descubrir parte de la unión de la cubierta inferior de los plásticos protectores y unir los bordes biselados.
- 24.- Trazar con lienza el centro (línea de eje) del empalme sobre la cubierta inferior.
- 25.- Descubrir parte de la unión de la cubierta inferior de los plásticos protectores y unir los bordes biselados.
- 26.- Trazar con lienza el centro (línea de eje) del empalme sobre la cubierta Inferior.
- 27.- Luego trazar sobre la cubierta inferior la disposición de los cables de acero con tiza y luego sobre estas marcas pasar un elemento puntiagudo para no perderlas y luego cementar eliminando las marcas de tiza.

28.- Cortar los cables de acero con Napoleón o cortador hidráulico para la Confección del empalme.

8.4.- CONFECCION DEL TEJIDO

- Disponer en forma ordenada los cables de acero respetando la marca de línea de eje.
- Aplicar goma intermedia (Tallarín) entre cables.
- Cementado parte superior de cables.
- Relleno de espacios entre cables y cantos de la cinta.
- Postura de la cubierta superior y marcar con números o letras, para identificar el empalme.
- Verificar el alineamiento de la cinta transportadora.
- Poner Pletinas de 2 mm (aprox.) menos del espesor total de la cinta para moldear cantos con tela desmoldante y fijarla con elementos tensores.
- Poner tela desmoldante cubierta superior.

8.5.- MONTAJE DEL EQUIPO VULCANIZADOR (PARTE INFERIOR)

- Sobre las chapas de compensación (brujas).
- Montar lo platos vulcanizadores.
- Fijar niples para agua de enfriamiento.
- Conectar los platos vulcanizadores, caja de distribución eléctrica (control).
- Bombas a los guateros de presión.
- Montar rieles superiores.
- Montar pernos cerrojo en rieles con clavijas de seguridad.

Abrir ventanas en cubierta superior e Inferior para instalar maquina Cord Striper (Pela Cables)



Raspar los cables de acero con cepillo de alambre cóncavo dejando una delgada película de goma.



Quitar el polvo del raspado en seco, si es necesario limpiar con detergente TT y luego cementar los cables con solución STL – RF.



8.6.- DIAGRAMA DEL EMPALME



Dejar secar el cemento de los cables de acero dejándolos en forma ordenada evitando toda contaminación.



Proceder a confeccionar el “paso” (Steep) de el empalme de la cinta con los cables de acero, aplicando entre ellos la faja intermedia de caucho (tallarín de compuesto STZ). Verificar con una lienza el alineamiento de los Cables y rellenar los espacios entre cables con compuesto (STZ) que sobró en la construcción del “paso”.



Colocar la cubierta superior con el compuesto



Verificar el alineamiento de el empalme en el Eje Marcado con tiza en la cubierta de la correa antes de armar el equipo vulcanizador y montar la parte superior de la prensa vulcanizador el empalme usando como apoyo la hoja de chequeo **“Protocolo de conexión”**.



Proceder a aplicar presión, temperatura y tiempo, de acuerdo al espesor de la Cinta Transportadora según especificaciones del fabricante de la correa.

- 1.- Vulcanizar.
- 2.- Enfriar con agua a temperatura ambiente según procedimiento.
- 3.- Levantar equipo.

8.7.- PROCESO DE VULCANIZADO DE UN EMPALME

Cuando el equipo vulcanizador este perfectamente montado, conectar la energía eléctrica y una vez haya alcanzado los 145° C, aplicar presión hidráulica aproximadamente 170 PSI. Luego seguir aumentando lentamente la presión hidráulica a medida que la temperatura de los platos siga incrementándose.

Cuando la temperatura llegue a los 140° - 145°C. Mantenerla en este valor por un periodo de 10 – 15 minutos, solo en caso que el espesor de la correa sea superior a 30 mm la presión hidráulica debe alcanzar el valor máximo de 170 PSI durante esta etapa. Posteriormente aumentar la temperatura a 145°C y mantenerla a este valor, conectando y desconectando sucesivamente la energía eléctrica. El tiempo de vulcanización está determinado por el espesor de la correa transportadora
Y/o por recomendaciones del fabricante.

8.7.1.- CONTROL DE TEMPERATURA DE LA MAQUINA

Precaución.

Después de cada cambio en el ajuste de temperatura en la caja de control, colocar el interruptor en posición “OFF”, antes de comenzar otro ciclo de vulcanización. En este caso contrario, la temperatura residuo de la placa calefactora más la temperatura aplicada para un nuevo ciclo de calentamiento, puede exceder el punto de ajuste.

La máxima temperatura de funcionamiento es de 350^a F (176^a C). El funcionamiento sobre esta temperatura, daría fallas en el elemento calefactor y su aislación.

8.7.2.- ALGUNOS SISTEMAS DE CONTROL DE TEMPERATURA INDUSTRIAL

- 1.- Control de temperatura por termocupla (sensible + 2°C).
- 2.- Control de temperatura por bulbo de vidrio.
- 3.- Control de temperatura por varilla bimetálica.
- 4.- Control de temperatura por láser.
- 5.- control de temperatura por medio de espectro de colores (autoadhesivo).
- 6.- Control de temperatura por derretimiento de tiza de cera.
- 7.- Control de temperatura artesanal por medio de agua (pañó húmedo).

8.8.- CONTROL DE CALIDAD

Comprobar físicamente la dureza de la goma a través de instrumentos, (Durómetro, Shore A) comparando lecturas en distintas partes de la superficie de goma del empalme a 10mm del borde de un canto. El tiempo de poyo del instrumento puede ser instantánea o diferido (10 – 15 segundos). Una forma artesanal puede comprobar la dureza de la goma usando la uña del dedo ñómetro, comparando en distintas partes de la superficie de la correa con la del empalme en puntos sospechosos (falta de vulcanizado y/o presión).



Fuente: (Procedimiento de Radiografía estática y PETS en Proyecto Mejora Tecnológica Montaje de faja CV-201 CUAJONE (PETS-GYM-L5C27006-CON-0)).

ANEXO N°7 : DESCRIPCIÓN DE PLANO DE ACARREO DE FAJA CV 201

(SIPLAMIN, 2012)

