

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO  
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.

**PROYECTO DE RESIDENCIAS PROFESIONALES:**

“DISMINUCION DE PRODUCTO NO CONFORME EN UN 10% EN EL  
AREA DE LAMINACION II.

**EMPRESA:**

SIMEC INTERNATIONAL S.A DE C.V

**PERIODO:**

23 DE ENERO DEL 2023 AL 30 DE JUNIO DEL 2023

**NOMBRE DEL RESIDENTE:**

ALDAIR MOGOLLON HUERTA

**NÚMERO DE CONTROL:**

18371146

**ASESOR INTERNO:**

DRA. ALEJANDRA TORRES LÓPEZ

**ASESOR EXTERNO:**

ING. RUBÉN ROMERO COCOLETZI



Instituto Tecnológico de Apizaco

Ingeniería Industrial

Apizaco, Tlax. 28/mayo/2025

Asunto: Liberación de Proyecto para Titulación Integral

**ISRAEL JORGE SÁNCHEZ SÁNCHEZ**  
**JEFE DE LA DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES**  
**PRESENTE**

Por este medio le informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación integral:

|                      |                                                                             |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Nombre del Egresado: | ALDAIR MOGOLLON HUERTA                                                      |
| Carrera:             | INGENIERÍA INDUSTRIAL                                                       |
| No. De control:      | 18371146                                                                    |
| Nombre del proyecto: | "DISMINUCION DE PRODUCTO NO CONFORME EN UN 10% EN EL AREA DE LAMINACION II" |
| Producto:            | TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL                       |

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

**ATENTAMENTE**

EXCELENCIA EN EDUCACION TECNOLOGICA ®  
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
TECNOLÓGICO NACIONAL  
DE MÉXICO  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO  
DEPARTAMENTO DE  
INGENIERÍA INDUSTRIAL

  
**ARMANDO BARRAZA HINIESTA**  
**JEFE DE DEPTO. INGENIERÍA INDUSTRIAL**

  
**ALEJANDRA TORRES LÓPEZ**  
**ASESOR INTERNO**

c.c.p.\_Div. Est. Prof. (interesado)  
c.c.p.\_Archivo



**2025**  
Año de  
La Mujer  
Indígena

Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andres Ahuashuatepec,  
Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241)  
4172010 Ext. 144, e-mail: subplan@apizaco.tecnm.mx tecnm.mx





**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco  
División de Estudios Profesional

Apizaco, Tlax., 11/enero/2024  
**No. OFICIO: DEP-CT/011/2024**

**ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN**

**ALDAIR MOGOLLON HUERTA**  
**EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**CON NÚMERO DE CONTROL: 18371146**  
**P R E S E N T E**

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** cuyo tema es: **"DISMINUCIÓN DE PRODUCTO NO CONFORME EN UN 10% EN EL ÁREA DE LAMINACIÓN II"**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga:

### **AUTORIZACIÓN DE IMPRESION**

Debiendo entregar **3** empastados del mismo, apropiadamente encuadernados, a la brevedad, para presentar su acto de recepción profesional.

Sin otro particular por el momento, le envió un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**

*Excelencia en Educación Tecnológica®  
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®*

  
**MARTÍN ROJAS RAMÍREZ**  
**JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES**

c.p. archivo



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
TECNOLÓGICO NACIONAL  
DE MÉXICO  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO  
DIVISIÓN DE  
ESTUDIOS PROFESIONALES



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,  
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 304,  
e-mail: dep\_titulación@apizaco.tecnm.mx



**2023**  
**Francisco**  
**VILLA**

## AGRADECIMIENTOS:

Agradezco especialmente a dios por permitirme la vida, fortaleza y conocimientos obtenidos en esta etapa estudiantil, logrando llevar a cabo mis residencias de manera satisfactoria.

### **A mi familia**

Quiero agradecer especialmente a mi familia, quienes me ayudaron durante mi desarrollo profesional, gracias a ellos por no dejarme solo y apoyarme como lo han hecho hasta ahora, valoro demasiado sus consejos, las enseñanzas impartidas, las palabras de aliento e inspiración y sobre todo la confianza que tienen en mí, gracias a ustedes espero ser lo que son, un verdadero ejemplo a seguir.

### **A mis amigos y compañeros**

Agradezco a mis amigos y compañeros que apoyaron en nuestro proceso, por compartir buenos y malos momentos que hemos vivido juntos, por compartir sus consejos, conocimientos, experiencias u opiniones que fueron de ayuda para lograr finalizar este proyecto, y gracias por ser de sus vidas.

### **Dra. Alejandra Torres López**

Por apoyarme en la realización de este proyecto, por brindarme herramientas, su disponibilidad, atención y consejos los cuales fueron de gran importancia en el transcurso de mis residencias profesionales, asimismo haber contribuido a mi formación estudiantil y profesional.

### **Ing. Ruben Romero Cocoltzi**

Agradezco su apoyo durante el lapso de mis residencias en la empresa, por aportar conocimientos y experiencias laborales y personales para lograr desempeñarme en la empresa, además de guiarme en la elaboración de este proyecto. Gracias por ofrecerme su amistad, confianza y conocimiento impartido.

### **Simec International S.A DE C.V:**

Agradezco por brindarme la oportunidad de realizar mi residencia profesional y lograr culminar este proyecto, De igual manera, a los diferentes equipos de trabajo del Molino II, los cuales me brindaron su apoyo, me enseñaron y explicaron todo lo necesario para llevar a cabo mi proyecto, asimismo las pláticas y experiencias de trabajo de cada uno del personal de trabajo que ayudo en el desarrollo del presente, gracias.

## ÍNDICE:

|                                                         |                                      |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| AGRADECIMIENTOS .....                                   | 2                                    |
| RESUMEN.....                                            | 10                                   |
| Capítulo 1 Introducción .....                           | 11                                   |
| 1.1 Planteamiento del problema .....                    | 12                                   |
| 1.2 Justificación.....                                  | 12                                   |
| 1.3 Objetivos del proyecto .....                        | 13                                   |
| 1.3.1 Objetivo general. ....                            | 13                                   |
| 1.3.2 Objetivos específicos .....                       | 13                                   |
| 1.4 Alcances y limitaciones .....                       | 13                                   |
| 1.4.1 Alcances .....                                    | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| 1.4.2 Limitaciones .....                                | 13                                   |
| 1.5 Problemas a resolver .....                          | 14                                   |
| 1.6 INFORMACION DE LA EMPRESA .....                     | 15                                   |
| 1.6.1 Giro de la empresa.....                           | 15                                   |
| 1.6.2 Estructura general de grupo Simec.....            | 16                                   |
| 1.6.3 Organigrama de la empresa .....                   | 16                                   |
| 1.6.4 Organigrama del departamento de ingeniería: ..... | 17                                   |
| 1.6.5 Misión .....                                      | 17                                   |
| 1.6.6 Visión .....                                      | 18                                   |
| 1.6.7 Valores .....                                     | 18                                   |
| 1.6.8 Política de seguridad.....                        | 18                                   |
| 1.6.9 Política de calidad .....                         | 18                                   |
| 1.6.10 Política ambiental: .....                        | 18                                   |
| 1.6.11 Código de ética .....                            | 19                                   |
| 1.6.12 Antecedentes históricos de la empresa:.....      | 19                                   |
| 1.6.13 Proceso .....                                    | 21                                   |
| 1.6.14 Productos:.....                                  | 22                                   |
| 1.6.15 Descripción del área de trabajo .....            | 27                                   |
| 1.6.16 Descripción del puesto de trabajo .....          | 34                                   |
| 2. MARCO TEORICO: .....                                 | 36                                   |
| 2.1 Metodología DMAIC: .....                            | 36                                   |
| 2.2 Lluvia de ideas .....                               | 37                                   |

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.3 Diagrama de Ishikawa.....                                                             | 38 |
| 2.4 Diagrama de pareto.....                                                               | 39 |
| 2.5 Técnica de grupo nominal .....                                                        | 40 |
| 2.6 Tipos de defectos superficiales.....                                                  | 41 |
| 2.6.1 Bigote .....                                                                        | 42 |
| 2.6.2 Corte con rebaba .....                                                              | 42 |
| 2.6.3 Fractura de corte .....                                                             | 43 |
| 2.6.4 Fuera de medida.....                                                                | 43 |
| 2.6.5 Grietas .....                                                                       | 44 |
| 2.6.6 Hojas .....                                                                         | 44 |
| 2.6.7 Incrustación de cascarilla.....                                                     | 45 |
| 2.6.8 Marcas de pase.....                                                                 | 46 |
| 2.6.9 Marca de rodillo alineador .....                                                    | 46 |
| 2.6.10 Marcas de rodillo camino de rodillos (atadoras-mesa de recogida).....              | 47 |
| 2.6.11 Marcas en los radios .....                                                         | 47 |
| 2.6.12 Marcas de soplete .....                                                            | 48 |
| 2.6.13 Material incrustado .....                                                          | 48 |
| 2.6.14 Rectitud fuera .....                                                               | 49 |
| 2.6.15 Traslape .....                                                                     | 50 |
| 3 DESARROLLO .....                                                                        | 51 |
| 3.1 Etapa de definición .....                                                             | 51 |
| 3.1.1 Descripción del proceso.....                                                        | 51 |
| 3.1.2 Carta Proyecto .....                                                                | 53 |
| 3.1.3 Mapa de proceso.....                                                                | 54 |
| 3.1.4 Diagrama SIPOC.....                                                                 | 54 |
| 3.1.5 identificación de variables: .....                                                  | 56 |
| 3.2 Etapa de medición .....                                                               | 57 |
| 3.2.1 Creación de base de datos históricos .....                                          | 57 |
| 3.2.2 Análisis del proceso: .....                                                         | 60 |
| 3.2.2.1 Porcentajes de los defectos superficiales .....                                   | 61 |
| 3.2.2.2 Estratificación de material rechazado .....                                       | 61 |
| 3.2.2.3 Estratificación de defectos superficiales por mes.....                            | 62 |
| 3.2.2.4 Graficas para identificar la suma de las toneladas rechazadas por cada uno de los |    |

|                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| defectos .....                                                                                                | 63 |
| 3.2.2.5 Diagrama de Pareto .....                                                                              | 69 |
| 4 Etapa de Analizar: .....                                                                                    | 69 |
| 4.1 Identificación de los defectos superficiales en la línea de laminación dos mediante lluvia de ideas. .... | 70 |
| 4.1.1 Diagrama de Ishikawa de defectos superficiales en la línea de laminación dos:.....                      | 71 |
| 4.2 Identificación de los defectos potenciales en la línea de laminación dos. ....                            | 71 |
| 4.2.1 Lluvias de ideas de los defectos potenciales.....                                                       | 71 |
| 4.3 Diagramas de Ishikawa de los defectos potenciales en la línea de laminación dos: .....                    | 73 |
| 5 Etapa de mejora.....                                                                                        | 78 |
| 5.1 Mejora en el defecto de incrustación de cascarilla .....                                                  | 78 |
| 5.2 Mejora en el defecto de raya.....                                                                         | 82 |
| 5.3 Mejora en el defecto de ovalamiento / descuadre .....                                                     | 83 |
| 6 Etapa de controlar .....                                                                                    | 88 |
| 6.1 Material Rechazado después de implementación de mejoras: .....                                            | 88 |
| 6.1.1 Defecto de raya en el periodo de abril – mayo 2023.....                                                 | 90 |
| 6.1.2 Defecto de incrustación de cascarilla en el periodo de abril – mayo 2023.....                           | 91 |
| 6.1.3 Defecto de ovalamiento / descuadre en el periodo de abril – mayo 2023.....                              | 91 |
| 6.2 Resultado .....                                                                                           | 92 |
| 7 Conclusión .....                                                                                            | 93 |
| 8 Competencias desarrolladas y experiencia adquirida: .....                                                   | 94 |
| 9 Glosario.....                                                                                               | 95 |
| 10 Bibliografía .....                                                                                         | 95 |
| 11 Anexo .....                                                                                                | 97 |
| Carta de no inconveniencia.....                                                                               | 97 |
| Carta de liberación de la empresa .....                                                                       | 98 |

## ÍNDICE DE IMAGENES

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración1: Ubicación de la empresa Simec International..... | 15 |
| Ilustración2: Planta 1 Simec.....                              | 16 |
| Ilustración 3: Estructura general de grupo Simec .....         | 16 |

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración 4: Organigrama de la empresa Simec.....                         | 17 |
| Ilustración 5: Organigrama del departamento de ingeniería de procesos ..... | 17 |
| Ilustración 6: Línea del tiempo.....                                        | 21 |
| Ilustración 7: Diagrama de proceso .....                                    | 22 |
| Ilustración 8: Redondo especial .....                                       | 22 |
| Ilustración 9: Rollo especial .....                                         | 23 |
| Ilustración 10: Solera especial .....                                       | 23 |
| Ilustración 11: Hexágono especial .....                                     | 24 |
| Ilustración 12: Cuadrado especial .....                                     | 24 |
| Ilustración 13: Varilla .....                                               | 25 |
| Ilustración 14: Redondo.....                                                | 25 |
| Ilustración 15: Angulo .....                                                | 25 |
| Ilustración 16: Canal .....                                                 | 26 |
| Ilustración 17: Viga IPS.....                                               | 26 |
| Ilustración 18: Concertina.....                                             | 26 |
| Ilustración 19: Alambre.....                                                | 27 |
| Ilustración 20: Reja .....                                                  | 27 |
| Ilustración 21: Malla .....                                                 | 27 |
| Ilustración22: línea de laminación (Mo-Ba II) Tren dos .....                | 28 |
| Ilustración 23: Patio de Chatarra .....                                     | 29 |
| Ilustración 24: Horno de arco eléctrico.....                                | 31 |
| Ilustración 25: Máquina de colada continua.....                             | 32 |
| Ilustración 26: Almacén de palanquillas .....                               | 33 |
| Ilustración 27: Tren laminador dos .....                                    | 34 |
| Ilustración 28: Pasos del DMAIC .....                                       | 37 |
| Ilustración 29: Diagrama de Ishikawa .....                                  | 38 |
| Ilustración 30 : Bigote .....                                               | 42 |
| Ilustración 31: Corte con rebaba .....                                      | 43 |
| Ilustración 32: Fractura de corte .....                                     | 43 |
| Ilustración 33: Fuera de medida .....                                       | 44 |
| Ilustración 34: Grietas.....                                                | 44 |
| Ilustración 35: Hojas .....                                                 | 45 |
| Ilustración 36: Incrustación.....                                           | 45 |

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración 37: Marcas de pase .....                                                   | 46 |
| Ilustración 38: Marca de rodillo alineador.....                                        | 46 |
| Ilustración 39 : Marca camino de rodillo .....                                         | 47 |
| Ilustración 40: Marcas en los radios .....                                             | 47 |
| Ilustración 41: Marca de soplete .....                                                 | 48 |
| Ilustración 42 : Material incrustado.....                                              | 49 |
| Ilustración 43: Rectitud fuera .....                                                   | 49 |
| Ilustración 44: Traslape.....                                                          | 50 |
| Ilustración 45: Reunión para identificación de causas.....                             | 51 |
| Ilustración 46: Horno de calentamiento .....                                           | 52 |
| Ilustración 47: Desescamador.....                                                      | 52 |
| Ilustración 48 : Tren Laminador .....                                                  | 52 |
| Ilustración 49 : Mesa de enfriamiento.....                                             | 53 |
| Ilustración 50: Diagrama de flujo del proceso de laminación.....                       | 54 |
| Ilustración 51 : Tabla Diagrama SIPOC.....                                             | 55 |
| Ilustración 52: Base de Datos.....                                                     | 58 |
| Ilustración 53 : Estratificación de defectos superficiales .....                       | 59 |
| Ilustración 54 : Diagrama de Ishikawa de defectos superficiales.....                   | 71 |
| Ilustración 55: Diagrama de Ishikawa del defecto de incrustación de cascarilla. ....   | 74 |
| Ilustración 56: Diagrama de Ishikawa del defecto de raya .....                         | 76 |
| Ilustración 57: Diagrama de Ishikawa del defecto de Ovalamiento/Descuadre .....        | 77 |
| Ilustración 58 : Cambio y mantenimiento de Quemadores .....                            | 79 |
| Ilustración 59: Cambio de sensor .....                                                 | 79 |
| Ilustración 60 : Cambio y mantenimiento de cámara.....                                 | 80 |
| Ilustración 61: Reporte Histórico de Condiciones de Laminado .....                     | 80 |
| Ilustración 62 : Concentrado de condiciones de Laminado .....                          | 81 |
| Ilustración 63 : Plan de acción para el defecto de Incrustación de Cascarilla.....     | 82 |
| Ilustración 64: Proceso de esmerilar guías y rodillos.....                             | 82 |
| Ilustración 65 : Esmerilado de módulos fajos y móviles en cama de enfriamiento .....   | 83 |
| Ilustración 66: Plan de acción para el defecto de Raya. ....                           | 83 |
| Ilustración 67: Conferencia y evaluación de Defectos superficiales. ....               | 84 |
| Ilustración 68: Capacitación de evaluación de calidad superficial y dimensional.....   | 84 |
| Ilustración 69: Registro de entrenamiento de inspección superficial y dimensional..... | 85 |

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración 70: Registro de resultados de evaluación de Defectos superficiales. .... | 86 |
| Ilustración 71: Equipos de medición calibrados. ....                                 | 87 |
| Ilustración 72: Hoja de Cedula de laminación vieja. ....                             | 87 |
| Ilustración 73: Hoja de Cedula de laminación actualizada.....                        | 88 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1: Tipos de chatarra .....                                                            | 29 |
| Tabla 2: Aleaciones de acero .....                                                          | 30 |
| Tabla 3 : Carta Proyecto.....                                                               | 54 |
| Tabla 4: Variables del proceso de laminación.....                                           | 57 |
| Tabla 5: 5 defectos con mayor porcentaje en proceso de laminación .....                     | 60 |
| Tabla 6: Estratificación de defectos superficiales por mes .....                            | 62 |
| Tabla 7: Datos de las toneladas rechazadas del defecto de Hojas .....                       | 64 |
| Tabla 8 : Datos de las toneladas rechazadas del defecto de Hojas .....                      | 65 |
| Tabla 9: Datos de las toneladas rechazadas del defecto de Rayas.....                        | 66 |
| Tabla 10: Datos de las toneladas rechazadas del defecto de Incrustación de Cascarilla.....  | 67 |
| Tabla 11: Datos de las toneladas rechazadas del defecto de Oval/Descuadre.....              | 68 |
| Tabla 12: Lluvia de ideas de defectos superficiales .....                                   | 70 |
| Tabla 13 : Lluvia de ideas del defecto de incrustación de cascarilla. ....                  | 72 |
| Tabla 14: Lluvia de ideas del defecto de raya .....                                         | 72 |
| Tabla 15 : Lluvia de ideas del defecto de ovalamiento/Descuadre.....                        | 73 |
| Tabla 16: Resultados de la técnica TGN del defecto de incrustación de cascarilla.....       | 75 |
| Tabla 17: Resultados de la técnica TGN del defecto de raya.....                             | 77 |
| Tabla 18 : Resultados de la técnica TGN del defecto de Ovalamiento/Descuadre .....          | 77 |
| Tabla 19: Material Rechazado después de implementación de mejoras .....                     | 89 |
| Tabla 20: Datos de las toneladas rechazadas del defecto de Hojas .....                      | 90 |
| Tabla 21: Datos de las toneladas rechazadas del defecto de Incrustación de cascarilla ..... | 91 |
| Tabla 22: Datos de las toneladas rechazadas del defecto de Ovalamiento / descuadre.....     | 92 |
| Tabla 23: Comparación de toneladas rechazadas entre los dos periodos.....                   | 93 |

## ÍNDICE DE GRAFICAS

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfica1 : Porcentajes de los defectos superficiales.....                                          | 61 |
| Gráfica 2: estratificación de material rechazado .....                                             | 62 |
| Grafica 3: Defectos superficiales por mes .....                                                    | 63 |
| Gráfica 4 : Sumatoria de toneladas de Defectos superficiales.....                                  | 64 |
| Gráfica 5: Defecto de Hojas en el Periodo 2022-2023 .....                                          | 64 |
| Gráfica 6: Defecto de Hojas por Grado de Acero en el periodo 2022-2023 .....                       | 65 |
| Tabla 8 : Datos de las toneladas rechazadas del defecto de Hojas .....                             | 65 |
| Gráfica 7: Defecto de Marcas en el Periodo 2022-2023 .....                                         | 65 |
| Gráfica 8: Defecto de Marcas por Grado de Acero en el periodo 2022-2023 .....                      | 66 |
| Gráfica 9: Defecto de Rayas en el Periodo 2022-2023.....                                           | 66 |
| Gráfica 10: Defecto de Rayas por Grado de Acero en el periodo 2022-2023 .....                      | 67 |
| Gráfica 11: Defecto de Incrustación de cascarilla en el Periodo 2022-2023.....                     | 67 |
| Gráfica 12 : Defecto de Incrustación de cascarilla por Grado de Acero en el periodo 2022-2023 .... | 68 |
| Gráfica 13: Defecto de Oval/Descuadre en el Periodo 2022-2023 .....                                | 68 |
| Gráfica 14: Defecto de Oval/Descuadre por Grado de Acero en el periodo 2022-2023 .....             | 69 |
| Grafica 15 : Diagrama de Pareto.....                                                               | 69 |
| Gráfica 16: Comparación de total de toneladas rechazadas .....                                     | 89 |
| Gráfica 17: Implementación de acciones en el periodo abril – mayo 2023 .....                       | 90 |

## RESUMEN:

El presente proyecto se desarrolló en la empresa: Simec International S.A de C.V, en el departamento de ingeniería de procesos, con el objetivo de reducir el porcentaje de producto no conforme (productos con defectos superficiales en acabado final) en la línea de laminación II, mediante la aplicación de la metodología “DMAIC “.

El departamento de ingeniería de procesos es el grupo de trabajo que se encarga de diseñar acciones y planes que estén dirigidos al control del proceso de laminación, con el propósito de mejorar y mantener la calidad del producto, incrementar rendimientos y eficiencias, reducir costos de los procesos productivos. Asimismo, gestionar las actividades para la fabricación de los aceros, así como el control de los procesos de laminación, para garantizar el cumplimiento de los requerimientos de calidad de los productos laminados (redondos / soleras), buscando crear y mantener una mejora continua.

Conforme a la producido en los últimos meses del periodo del año 2022 y meses de inicios del año 2023 en la línea de laminación II, presento un alto porcentaje de presencia de defectos superficiales, por lo cual esta línea de laminación fue evaluada por el personal del departamento de ingeniería de procesos para determinar las causas que generan los defectos superficiales y permita evaluar, cumplir, inspeccionar y validar la calidad superficial de los productos laminados conforme a especificaciones de la norma del producto.

El siguiente proyecto fue implementado a través de la metodología DMAIC (Definición, Medición, Análisis, Mejora y Control) para reducir el producto no conforme. Al implementar esta metodología, como primera etapa permitirá identificar y delimitar los principales problemas en el proceso de laminación, además de conocer el proceso, especificaciones, parámetros y normas para laminación de los diferentes clientes.

Posteriormente la segunda etapa de medición, se realizó diversos gráficos de control para saber el comportamiento de los defectos y delimitando por grados de aceros para tener una comparativa de la situación actual, se determinó que de los 55 defectos superficiales que existen, se tomaron 5 defectos que presenta el departamento de ingeniería de procesos; tres de estos defectos los cuales son: Incrustación de cascarilla, raya y ovalamiento / descuadre son los que tienen gran impacto con un porcentaje mayor, descartando defectos internos y defectos que involucren otras áreas o departamentos (acería, almacén de palanquillas, tratamiento térmico, líneas de enderezado y embarques).

En la etapa de análisis se utilizaron herramientas de control y estadísticas descriptivas para conocer, clasificar y seleccionar las principales causas que generan los defectos superficiales y atacan a la empresa: diagrama de Pareto, lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa.

En la etapa de implementar se determinaron y aplicaron acciones correctivas para mejorar y reducir la generación de los tres diferentes tipos de defectos de los diferentes equipos de trabajo y departamentos como lo es calidad, ingeniería e ingeniería de procesos.

En la última etapa de controlar se realizó una comparativa de los diferentes periodos de meses, se analizó el tonelaje obtenido después de la implementación de las mejoras y se demostró que se logró disminuir un 10% el producto no conforme en el área de laminación II utilizando la metodología DMAIC para reducir los defectos en acabado final y cumplir con la satisfacción y demanda de los clientes.

## Capítulo 1 Introducción.

Actualmente la empresa Simec cuenta con el equipo y maquinaria necesaria para la fabricación de aceros comerciales y aceros especiales enfocados con aplicación en la industria automotriz. Debido a que es una empresa de sector productivo y de la rama metalúrgica, se dedica a la producción de diferentes tipos de aceros para diferentes tipos de usos y aplicaciones.

La empresa SIMEC se encuentra certificada bajo la norma IATF 16949:2016, para ser proveedor en la Industria Automotriz. En la actualidad esta industria recurre mucho al acero; ya que muchas partes de los automóviles están compuestas por ese material, por ejemplo: el cigüeñal, piñones, ejes de transmisión de caja de velocidades y brazos de articulación de la dirección.

Mientras que los aceros comerciales tienen múltiples aplicaciones y en la vida cotidiana encontramos el acero en envases como latas de conservas o bebidas, o tambos para pinturas, grasas o solventes. De igual manera se usa para la fabricación de herramientas, utensilios, equipos mecánicos, partes de electrodomésticos y máquinas industriales. También en las construcciones ferroviarias, ya sea de vías o material rodantes, consumen grandes cantidades de acero. Otra área donde se puede encontrar este elemento es en la industria de las armas, sobre todo en el armamento pesado y vehículos blindados. El acero incluso se utiliza en la construcción de camiones y de maquinaria para la agricultura. Asimismo, se emplea para las estructuras de viviendas comunes y en gran parte de los edificios modernos. Es fundamental para formar el armazón de los edificios, además es utilizado como revestimiento en fachadas y techos.

Con las mejoras tanto tecnológicas como de los procesos de laminación, aún existe la posibilidad de que los productos finales presenten defectos.

Actualmente la empresa Simec cuenta con dos trenes laminadores, los cuales estos trenes presentan un rechazo de material por defectos superficiales y defectos internos en los productos laminados; debido a los diversos factores que se hacen presente en el proceso de laminación, generando así producto no conforme o productos chatarra, logrando una inconformidad y reclamaciones por parte de los clientes.

Dada la ocurrencia crítica que se presenta los defectos superficiales en el tren laminador dos, se busca la disminución para reducir dichos defectos de acuerdo a acciones correctivas y especificaciones del cliente como lo son las normas del producto y parámetros de control. El cliente maneja sus normas del producto las cuales determinan sus criterios y parámetros que especifican propiedades mecánicas, tolerancias y defectos superficiales.

El presente proyecto se realizó en un periodo de enero a junio dentro del área de ingeniería de procesos, lugar donde se diseñan acciones y planes que estén dirigidos al control del proceso de laminación, gestionar actividades para la fabricación de los aceros, así como inspección y control de los procesos de laminación para garantizar el cumplimiento de los requerimientos de calidad de los productos.

Con el presente proyecto se busca reducir el porcentaje de producto no conforme, mediante implementación de acciones correctivas, capacitación y entrenamiento del equipo

de trabajo del área de ingeniería de procesos (Inspector de procesos de laminación, laminador, ayudante general) abarcando de manera teórica y práctica, además de enseñar al personal nuevo la forma de realizar el examen visual, el método de control longitudinal y medición de los productos laminados, posteriormente adaptar, implementar o actualizar acciones correctivas en el catálogo de defecto.

Sin embargo, los resultados aún requieren de mejora y se está buscando optimizar las condiciones de operación en la línea de laminación por el grupo de trabajo, incluso soportadas por herramientas de ingeniería de procesos.

## 1.1 Planteamiento del problema

El departamento de ingeniería de procesos en la empresa objeto de estudio, es el grupo de trabajo que se encarga de diseñar acciones y planes que estén dirigidos al control del proceso de laminación para que se pueda mejorar y mantener la calidad del producto, incrementar rendimientos y eficiencias, reducir costos de los procesos productivos, así como identificar y controlar variables críticas de este proceso.

Conforme a lo producido en la línea de laminación dos en los periodos de octubre 2022 – febrero 2023, se tiene un porcentaje de rechazo por defectos superficiales con un total de 597.58 toneladas, por lo cual esta línea de laminación requiere ser intervenida por el grupo de trabajo para determinar las posibles causas que originan estos defectos y se establezcan alternativas de soluciones que cumplan con las necesidades y satisfacción de los clientes.

Dentro de las acciones que realiza el departamento de procesos es gestionar las actividades para la fabricación de los aceros, así como el control de los procesos de laminación, y garantizar el cumplimiento de los requerimientos de calidad de los productos (redondos / soleras), buscando crear y mantener una mejora continua.

## 1.2 Justificación

El siguiente proyecto se desarrollará en la empresa Simec International S.A de C.V con la implementación de la metodología “DMAIC” en la línea de laminación II, el cual se desea reducir el porcentaje de producto no conforme en esta línea de trabajo.

Lo que se espera con esta metodología es que se disminuya los niveles de los tres principales defectos que tienen mayor impacto en el proceso de laminación, debido a que en dicho proceso se suele presentar diversas situaciones o factores que llegue a causar defectos superficiales en el producto como por ejemplo: el descuido del personal al realizar las actividades, mala calibración de las máquinas, no darle seguimientos a los instructivos o manuales, falta de mantenimiento a las máquinas, material que presenta secciones fuera de los parámetros especificados y no se cumpla con las especificaciones del cliente.

Lo que se espera con esta metodología es que disminuya los niveles de los tres principales defectos que tienen un mayor impacto en el proceso de laminación y así generar una mejor productividad y entregar productos con calidad.

## 1.3 Objetivos del proyecto

### 1.3.1 Objetivo general.

Realizar una propuesta de estrategias de mejora continua para para lograr disminuir al menos en un 10% el producto no conforme en el área de laminación 2, mediante el enfoque de la metodología “DMAIC” y de acuerdo a los datos del periodo de estudio.

### 1.3.2 Objetivos específicos:

- Definir los problemas que originan los defectos en el producto final, mediante métodos de recolección de información para analizar el proceso de laminación
- Recolección de datos históricos del periodo de octubre 2022-febrero 2023 sobre el tren de laminación 2.
- Analizar mediante técnicas de estadística descriptiva el comportamiento de los posibles defectos superficiales del proceso en base a los datos recolectados.
- Presentar acciones de estrategias de mejora para reducir las posibles causas que generan los defectos superficiales en el proceso de acabo final del producto.

## 1.4 Alcances y limitaciones

### 1.4.1 Alcances

El proyecto se realizará en el estado de Tlaxcala, en la empresa Simec International S.A de C.V. y solo se establecerán las acciones encaminadas al logro del objetivo establecido, considerando el periodo de estudio de octubre 2022 – febrero 2023.

### 1.4.2 Limitaciones

- Desconocimiento del proceso de laminación.
- Proceso productivo de alto riesgo que reduce la posibilidad de interacción con el grupo de trabajo.
- Información en el periodo de estudio que no está clasificada.
- No se cuenta con el registro de datos en los formatos asignados para las diferentes áreas.

## 1.5 Problemas a resolver

Mediante una reunión con el departamento de ingeniería de procesos, ingeniería, calidad y el grupo de trabajo que conforma la misma área, dándose a conocer la situación que enfrenta la empresa y con énfasis en los defectos en la línea de laminación II. La dinámica que se estableció fue desde definir los conceptos de defecto superficial y/o defecto interno; en qué áreas se produce los defectos, cual es el proceso que se sigue cuando un producto laminado presenta un defecto, las consecuencias de un defecto que puede clasificar al producto como no conforme o producto detenido. Posteriormente se identificaron las áreas responsables dentro del proceso de laminación 2 que generan los defectos superficiales y eliminar otras áreas que no forman parte del departamento de ingeniería de procesos como son: acería, embarques, tratamiento térmico y líneas de enderezado, las cuales producen otro tipo de defectos superficiales que no serán evaluados en este proyecto.

Cabe mencionar que se realizó un Pareto de los datos del periodo de estudio, con la finalidad de obtener los problemas de mayor a menor impacto que se deberán de resolver:

1.- Incrustación de cascarilla en producto laminado, que puede ser ocasionado por:

- Alto tiempo de permanencia de palanquilla en el horno.
- Calentar el material a altas temperaturas.
- Demoras prolongadas.
- Cascarilla secundaria.
- Desescamador con mínima presión (no se asegura la presión máxima de salida del desescamador a 250 bar).
- Deformación del material por falta de salida de aire en los estantes.
- No se registran las temperaturas reales.

2.- Raya en producto laminado que puede ser originado por:

- Camino de rodillos con exceso de material.
- Rodillos amarrados por desprendimientos de material.
- Módulos de cursos desgastados en entrada a mesa.
- Guías justas o calibre incorrecto.
- Cajas en mal estado.
- Cajas mal calibradas.
- Rodajas amarradas.
- Pases anteriores erróneos.
- Pases anteriores erróneos

3.- Ovalamiento / descuadre en producto laminado, que puede derivarse por:

- Alta velocidad en camino de rodillos.
- Inspección deficiente del proceso.
- Mal muestreo de los estantes.
- Mala alineación de los estantes.
- Mala alineación de los canalones de paso.
- Equipo de medición sin calibrar.

- Equipos de medición en mal estado o sucios.
- Exceso de confianza del personal de operación.
- Rodillos gastados.
- Rodillos del acabador con juego axial.
- Rotación de personal.
- Rodillos desfasados.
- Falta de limpieza en canalones
- Rodillos amarrados por desprendimiento de material.
- Falta de definición de puestos.
- Falta de cedulas de laminado
- Cedula de laminación erróneas.
- Falta de experiencia en operadores (exceso de vacantes).

## 1.6 INFORMACION DE LA EMPRESA:

La empresa Simec International S.A de C.V se encuentra ubicada en el estado de Tlaxcala, en el municipio de San Cosme Xaloztoc con domicilio en Km.-123, carretera Federal México- Texcoco- Veracruz S/N Int. –D (ver ilustración 1).

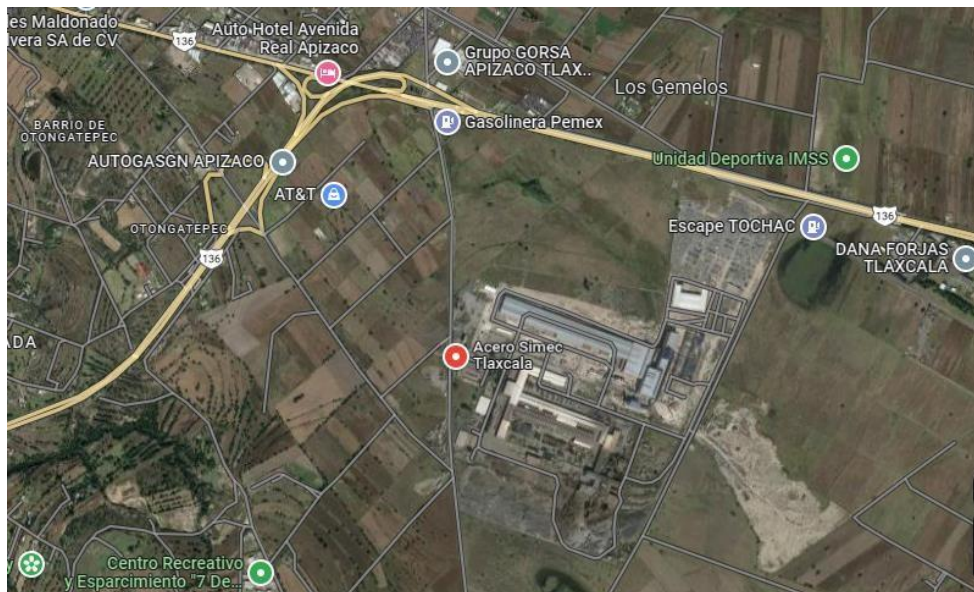


Ilustración1: Ubicación de la empresa Simec International  
Fuente: ([www.gruposimec.com](http://www.gruposimec.com), 2023)

### 1.6.1 Giro de la empresa:

Somos una empresa del sector productivo y de la rama metalúrgica con el nombre comercial SIMEC INTERNACIONAL S.A. DE C.V.

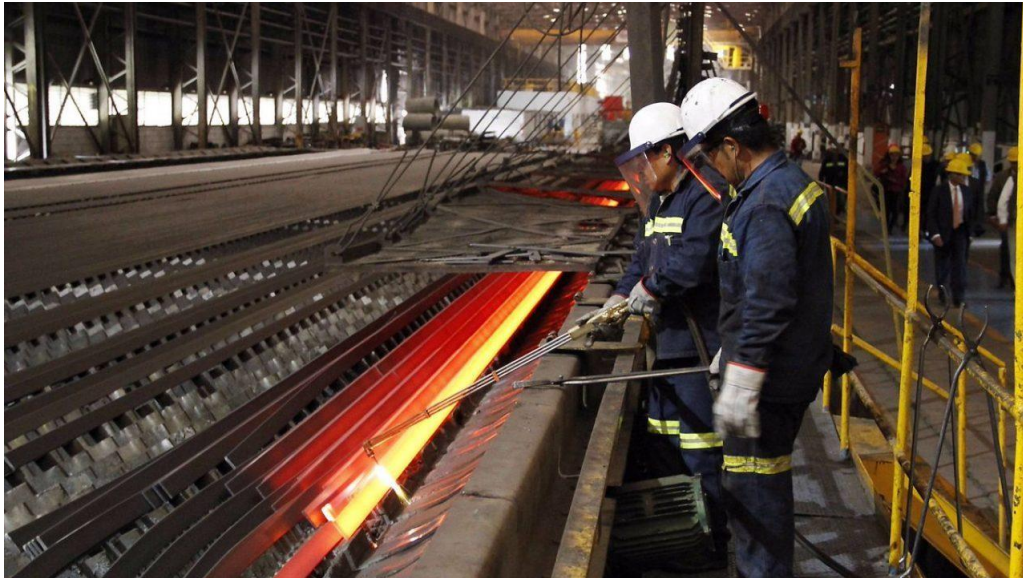


Ilustración2: Planta 1 Simec  
Fuente: ([www.gruposimec.com](http://www.gruposimec.com), 2023)

### Estructura general de grupo Simec:



Ilustración 3: Estructura general de grupo Simec  
Fuente: ([www.gruposimec.com](http://www.gruposimec.com), 2023)

### 1.6.2 Organigrama de la empresa:

El organigrama de la empresa se conforma de la siguiente manera:

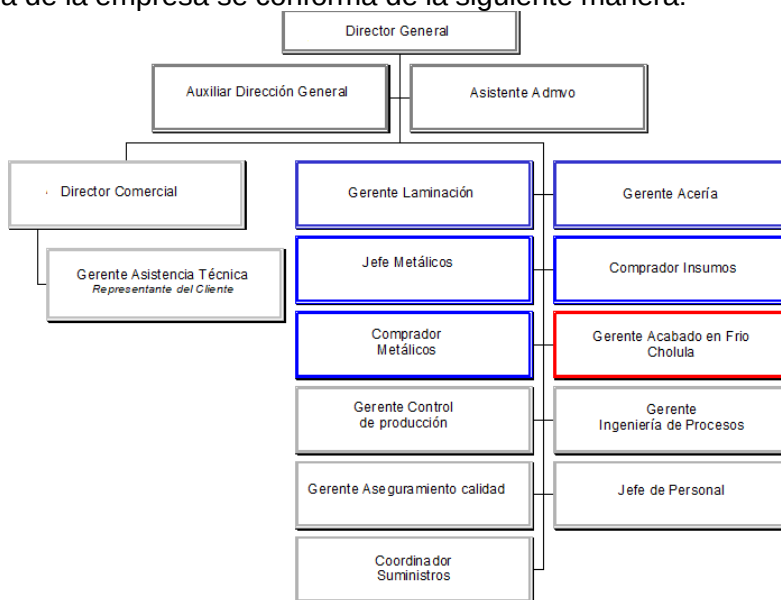


Ilustración 4: Organigrama de la empresa Simec  
Fuente: (www.gruposimec.com, 2023)

### 1.6.3 Organigrama del departamento de ingeniería:

El proyecto se realizara en el departamento de ingenieria de proceso, que se encuentra conformado a la siguiente estructura:

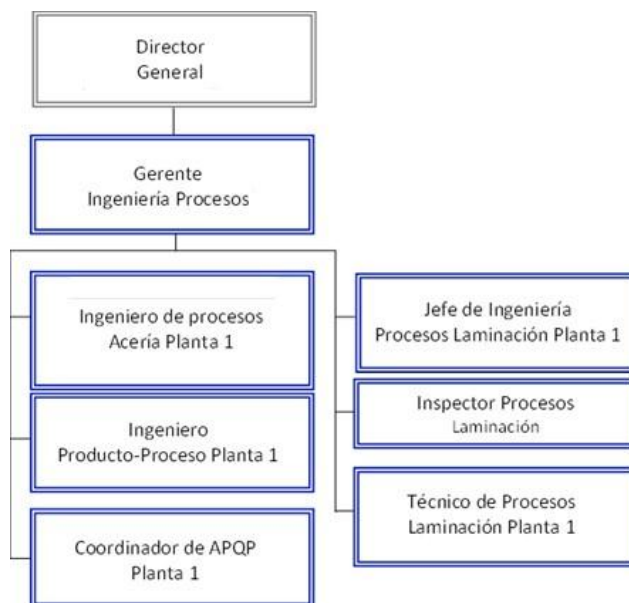


Ilustración 5: Organigrama del departamento de ingeniería de procesos  
Fuente: (www.gruposimec.com, 2023)

### 1.6.4 Misión:

Satisfacer en forma rentable, confiable y permanente, las necesidades de productos de aceros largos, tomando ventaja de nuestra localización geográfica y aprovechando las oportunidades que presenta el sector.

*(www.gruposimec.com, 2023).*

#### **1.6.6 Visión:**

Ser la compañía líder en la fabricación y ventas de productos siderúrgicos en América y una referencia del mercado a nivel global.

*(www.gruposimec.com, 2023).*

#### **1.6.7 Valores:**

- Esfuerzo
- Orden
- Honestidad
- Austeridad

*(www.gruposimec.com, 2023)*

#### **1.6.8 Política de seguridad:**

La empresa Simec tiene como política de seguridad establecer en sus relaciones de trabajo los sistemas y procedimientos que preserven la salud e integridad física del personal, proveedores, clientes y comunidad, así como evitar incendios, robos, daños a la propiedad y deterioro al medio ambiente. Para lograr lo anterior, en la empresa observamos la normatividad oficial vigente y la propia, así como las mejores prácticas de las organizaciones que manifiesten avances en la materia, promoviendo el cumplimiento de los indicadores y estándares fijados en todos los niveles de organización.

*(www.gruposimec.com, 2023)*

#### **1.6.9 Política de calidad:**

La empresa Simec ofrece a sus clientes productos y servicios que satisfagan sus necesidades y superen sus expectativas. La empresa Simec es una empresa integrada por personal altamente calificado, cuya actitud es congruente con valores de honestidad, sentido de responsabilidad y servicio. Para lograr los objetivos que nos hemos propuesto, trabajamos en equipo y dirigimos los esfuerzos hacia la mejora continua de sistemas, métodos y procesos. Esta dirección asume el compromiso de proporcionar los recursos, tanto humanos como materiales y técnicos, necesarios para suministrar los productos y servicios que demandan nuestros clientes.

*(www.gruposimec.com, 2023)*

#### **1.6.10 Política ambiental:**

Es política ambiental de la empresa Simec la prevención y el control de impactos negativos al medio ambiente en cada uno de sus procesos productivos y de servicio, mediante las siguientes acciones:

- El cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable a la naturaleza y escala de nuestros procesos y servicios mediante la instalación y operación de los equipos y sistemas de control técnico y administrativos adecuados.
- Personal comprometido con la mejora continua en el uso eficiente de los equipos, recursos y energéticos.
- Reutilización y reciclado de nuestros residuos industriales.
- Desarrollo y promoción interna en la comunidad de la cultura de cuidado y protección del medio ambiente, así como el uso racional de los recursos naturales.

*(www.gruposimec.com, 2023)*

#### **1.6.11 Código de ética:**

- Cumplimiento de Leyes y Reglamento
- Realizar su trabajo, tarea o función encomendada, sin importar el nivel que se tenga en la empresa, respetando las leyes, reglamentos y disposiciones jurídicas vigentes en el país en cualquier materia, incluidas la Laboral, Fiscal, Mercantil, Contable y Ambiental.
- Observación de Políticas y Procedimientos.
- Cumplir con las Políticas, Procedimientos y Reglamentos internos con el fin de mantener el orden, seguridad y productividad en sus actividades.
- Resguardo Patrimonial.
- Cuidar y mantener en buen estado los equipos, instalaciones e información, así como, evitar el desperdicio de los recursos.
- Conflicto de Intereses.
- Mostrar lealtad y honestidad, evitando beneficios personales que vayan en contra de los intereses de la empresa.
- Obsequios y Atenciones.
- Rechazar, dar o recibir gratificaciones, favores, regalos o atenciones de clientes, proveedores y autoridades.
- Compromiso y Respeto por el Trabajo.
- Desempeñar nuestro trabajo con calidad, disciplina, lealtad y honestidad, promoviendo el desarrollo personal, así como, el respeto para nuestros compañeros y compañeras.

*(www.gruposimec.com, 2023)*

#### **1.6.12 Antecedentes históricos de la empresa:**

A lo largo de más de 70 años, Industrias CH, S.A.B. de C.V. (o ICH) ha desempeñado un papel clave en el proceso de industrialización del país. ICH es una empresa mexicana productora y procesadora de acero con un crecimiento constante en los últimos años. Actualmente es la principal productora de aceros especiales en Norteamérica, y de perfiles comerciales y perfiles estructurales en México. Fue fundada en 1934 con la denominación de Herramientas, S.A. y se dedicaba principalmente a la producción de herramientas de mano, construcción y agrícolas. A principios de los años 60, como parte de una integración vertical, inició la manufactura de aceros especiales, además de diversificarse con la fabricación de estructuras metálicas, grúas viajeras, pailería y construcción de barcos, entre las más importantes. En 1991, ICH fue adquirida por la actual administración, cuya

estrategia ha sido eficientar procesos y diversificarse con productos de mayor valor agregado, a través de la adquisición de empresas de la industria del acero dentro y fuera de México.

En 2001 ICH adquiere el 82.5% de las acciones de Grupo Simec, S.A. de C.V., que cuenta con plantas fundidoras de acero ubicadas en Guadalajara, Jalisco, y Mexicali, Baja California, ambas dedicadas a fabricar perfiles estructurales, aceros especiales, perfiles comerciales y varilla. Simec (ahora S.A.B. de C.V.) es la principal subsidiaria de ICH y representó el 91% de las ventas netas del grupo en 2010. En 2004, Simec adquiere los activos en México de Grupo Sidenor: dos plantas ubicadas en Apizaco, Tlaxcala, y Cholula, Puebla, dedicadas a la fabricación de aceros especiales, perfiles comerciales y varilla. Con esta operación, se incrementaron en forma significativa la capacidad instalada y las ventas, y consolidó su posición líder como fabricante de aceros especiales en México. En 2005, Simec adquiere Republic Engineered Products Inc. –actualmente Republic Steel–, empresa líder en el mercado de aceros especiales de Estados Unidos y propietaria de siete plantas en EUA ubicadas en Canton, Solon, Lorain y Massillon en Ohio; Lackawanna, Nueva York; Gary, Indiana, y una planta más en Canadá, localizada en Hamilton, Ontario. En 2006, Simec se establece como el principal productor de aceros especiales en el continente americano, gracias a la consolidación de los resultados de Republic Steel. En 2008, Simec adquiere la Corporación Aceros DM, S.A. de C.V. y ciertas afiliadas (Grupo San), empresa productora de aceros largos y uno de los productores de varilla corrugada más importantes de la República Mexicana, ubicado en San Luis Potosí. Con ello, ICH y Simec se posicionan como el segundo productor de varilla dentro del país y como el principal productor mexicano de acero.

En 2011, Simec invierte en la construcción de una nueva planta en Brasil; Convirtiéndose en la primera empresa mexicana con presencia en dicho país sudamericano. La acería y laminación comenzaron producciones en 2015. En 2012, Simec completa un programa de inversiones en su planta ubicada en San Luis Potosí, S.L.P., México, que le permite alcanzar una capacidad de 1 millón de toneladas de billet y palanquilla de acero para producir varilla, alambrón, alambre y derivados. En 2015, Simec realiza una inversión para una nueva planta de acería y laminación en el estado de Tlaxcala para ampliar la producción de aceros especiales con nuevas dimensiones. La planta inicia operaciones en junio 2018. En 2017, Simec expande su planta de aceros D.M. con un molino de mayor capacidad aumentando de 480,000 a 580, 000 toneladas anuales. Adicional realizó una inversión para construir una nueva planta de alambrón de alto y bajo carbón con capacidad instalada de 12 mil toneladas mensuales. Finaliza su construcción en mayo 2018. En 2018, Simec adquiere dos plantas en Itauna y Cariacica en Brasil; sumando tres plantas en el país sudamericano y aumentando de 530,000 toneladas a 1,100,000 toneladas anuales; convirtiéndose en el 3er mayor productor de productos de acero largos y alambrón, en el país Sudamericano.

*([www.gruposimec.com](http://www.gruposimec.com), 2023).*

En la ilustración (ver ilustración 6) se muestra de manera cronológica los hechos ocurridos para la fundación de la empresa Simec. Se observa que comenzó en los años noventa y redacta hasta el año 2018.

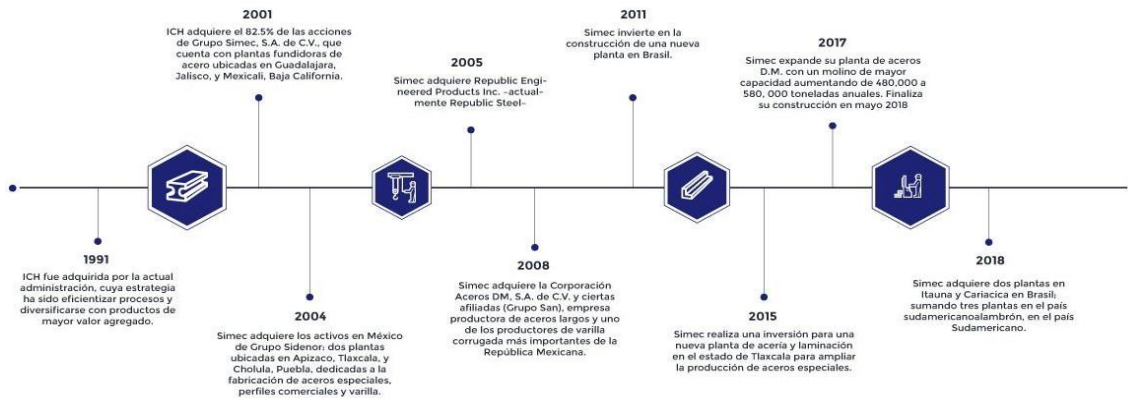


Ilustración 6: Línea del tiempo  
(www.gruposimec.com, 2023)

### 1.6.13 Proceso:

1. Se tiene como materia prima los desechos de chatarra, los cual se tienen en el almacén inicial.
2. Después se coloca en unos contenedores, para después pasarlo a su etapa de fundición.
3. Se vacía en un horno, donde se calienta hasta llegar a los 1,600 grados centígrados. Para finalmente, convertirse en acero líquido. Al mismo tiempo se le agregan las ferroaleaciones correspondientes.
4. El líquido se transporta a otro horno para su revisión y separar las impurezas (llamadas escorias).

Vaciado de acero líquido

Defosforacion de acero

Refinación del acero

Desgasificado del acero

5. Una vez revisado, se vacía en moldes para convertirse en “palanquillas”.
6. Después estás palanquillas pasan por un proceso de transformación y laminación para dar forma a perfiles de acero, alambres, varillas, clavos, y un sinnúmero de productos de la más alta calidad.

Fuente: (www.gruposimec.com, 2023)

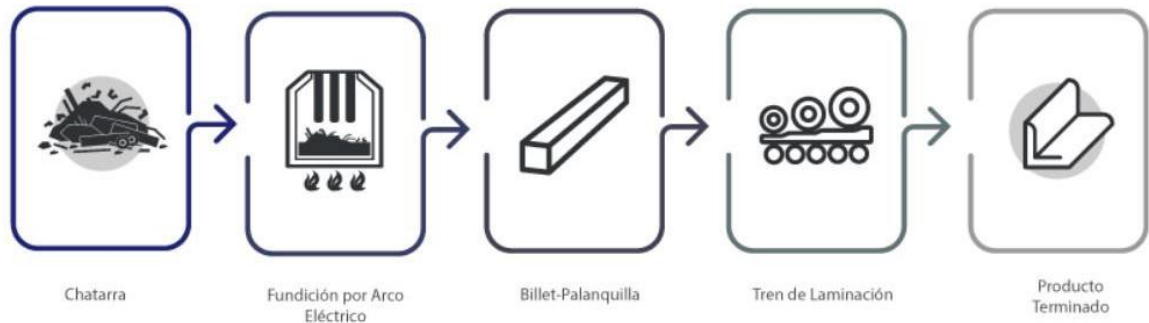


Ilustración 7: Diagrama de proceso  
Fuente: (www.gruposimec.com, 2023)

- 1.- Chatarra: Nuestra materia prima es material 100% reciclada.
- 2.- Fundición por arco eléctrico: La chatarra es fundida a 1600°C en forma de palanquilla (producto semiterminado).
- 3.- Tren de laminación: La palanquilla es transformada a producto terminado por medio de rodillos de metal.

*Fuente: (www.gruposimec.com, 2023)*

#### 1.6.14 Productos:

Se hacen productos que cumplen los más altos estándares de calidad. Desde aceros especiales, perfiles estructurales y comerciales, alambrón, derivados y varilla, como se pueden observar en las Ilustraciones. Los productos que elabora la planta, se muestran a continuación.



Ilustración 8: Redondo especial  
Fuente: (www.gruposimec.com, 2023)



Ilustración 9: Rollo especial  
Fuente: ([www.gruposimec.com](http://www.gruposimec.com), 2023)



Ilustración 10: Solera especial  
Fuente: ([www.gruposimec.com](http://www.gruposimec.com), 2023)



Ilustración 11: Hexágono especial  
Fuente: ([www.gruposimec.com](http://www.gruposimec.com), 2023)



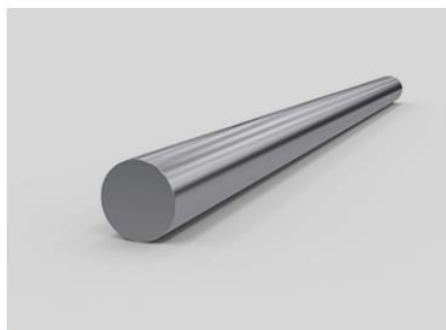
Ilustración 12: Cuadrado especial  
Fuente: ([www.gruposimec.com](http://www.gruposimec.com), 2023)



**VARILLA**

[Ver producto](#)

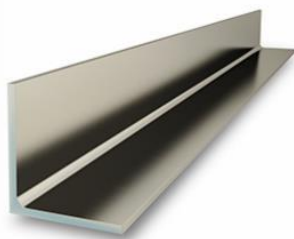
Ilustración 13: Varilla  
Fuente: ([www.gruposimec.com](http://www.gruposimec.com), 2023)



**REDONDO**

[Ver producto](#)

Ilustración 14: Redondo  
Fuente: ([www.gruposimec.com](http://www.gruposimec.com), 2023)



**ANGULO**

[Ver producto](#)

Ilustración 15: Angulo  
Fuente: ([www.gruposimec.com](http://www.gruposimec.com), 2023)



Ilustración 16: Canal  
Fuente: (www.gruposimec.com, 2023)



Ilustración 17: Viga IPS  
Fuente: (www.gruposimec.com, 2023)



Ilustración 18: Concertina  
Fuente: (www.gruposimec.com, 2023)



Ilustración 19: Alambre  
Fuente: ([www.gruposimec.com](http://www.gruposimec.com), 2023)

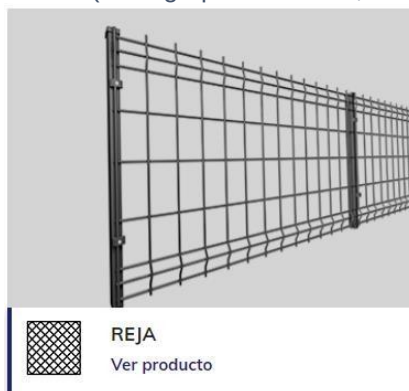


Ilustración 20: Reja  
Fuente: ([www.gruposimec.com](http://www.gruposimec.com), 2023)

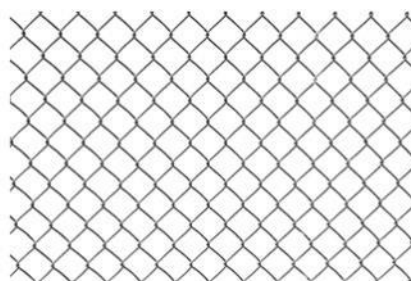


Ilustración 21: Malla  
Fuente: ([www.gruposimec.com](http://www.gruposimec.com), 2023)

#### 1.6.15 Descripción del área de trabajo:

El área donde se implementó el proyecto fue desarrollada en el tren laminador dos (ver ilustración 22), en el departamento de ingeniería de procesos de laminación.

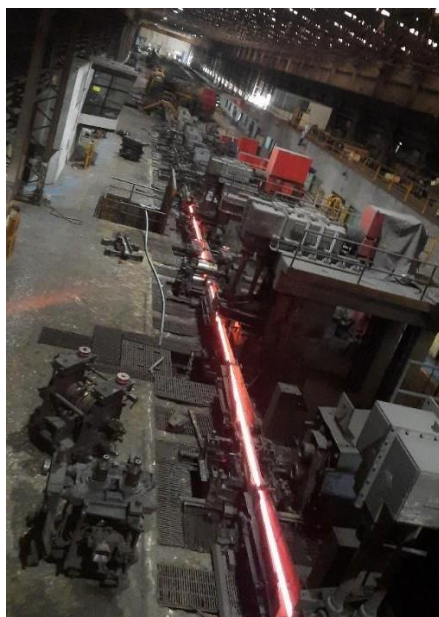


Ilustración 22: línea de laminación (Mo-Ba II) Tren dos  
Fuente: (www.gruposimec.com, 2023)

El proceso de laminación es mediante el cual se reduce la dimensión de una barra de metal con la aplicación de presión mediante rodillos. El proceso de laminación de la empresa Simec planta Tlaxcala se describe a continuación.

Capacidad instalada:

Acería: 500,000 toneladas de acero líquido anuales.

Horno Eléctrico tipo EBT para vaciar 75 toneladas de acero líquido por colada. 2 estaciones de refinación secundaria.

Estación de desgasificado al vacío entre las estaciones de refinación.

Máquina de Colada Continua con 4 líneas, torreta giratoria, doble carro portadistribuidor, y aditamentos especiales tales como: agitación electromagnética y control de nivel radiométrico para sección de 160mm x 160mm, 140mm x 140mm, 120mm x 120mm.

Laminación: 450,000 toneladas de laminación anuales.

Tren laminador continuo, 21 estantes con disposición horizontal – vertical, con 3 cajas acabadoras (sizing mill) para control dimensional, medidor de diámetros con rayo láser (Zumbach) para garantizar ASTM A29.

Equipo de inspección automático para detección de defectos internos y superficiales por medio de ultrasonido. Línea de Tratamiento Térmico (Temple y Revenido).

El proceso de producción comienza con la recepción y selección de chatarra (ver ilustración 23), la cual es la principal materia prima.

(Simec Tlaxcala,2023)



Ilustración 23: Patio de Chatarra  
Fuente: (www.gruposimec.com, 2023)

Esto es con el fin de obtener diferentes metales como se muestra en la tabla (ver tabla 1), estos metales son los que se utilizan en el proceso de laminación:

| Tipo de chatarra                  | Definición                                                                 |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Paca de primera o segunda         | Pedazos de lámina que se clasifica según su calidad de limpieza.           |
| Regreso industrial                | Material sobrante de procesos como maquinados, troquelados, Forjados, etc. |
| Rebaba                            | Virutas de material procesado por torno..                                  |
| Furgón                            | Vagones de ferrocarril cortados.                                           |
| Heckett "A/B"                     | Recuperación interna de material procesado en fusión.                      |
| Miscelánea Chatarra de todo tipo. | Fierro esponja Fierro virgen.                                              |
| Estructural                       | Varillas, vigas, perfiles, etc.                                            |
| Chicharrón                        | Pedacería de todo tipo de chatarra triturada                               |

Tabla 1: Tipos de chatarra  
Fuente: (Simec Tlaxcala,2023)

La chatarra se tritura y se separa para poder ser llevada al horno EBT (Excentring button Tilting) el cual tiene una capacidad de 70 toneladas y alcanza una temperatura mayor a 1500°C para lograr la fundición. En el proceso de fundición de la chatarra le son agregados elementos químicos aleantes como:

Cromo (Cr), níquel (Ni), manganeso (Mg), plomo (Pb), boro (Br), silicio (Si), etc., y algunos otros elementos residuales como azufre (S), fósforo (P), oxígeno (O), nitrógeno (N) e hidrógeno (H), esto para lograr obtener el grado de acero deseado.

La composición química de los aceros especiales aquí fabricados cambia de acuerdo al grado de acero que se desee obtener. A continuación, se muestran los datos de algunos

minerales que son agregados a la fundición de acero y las propiedades que le brindan (ver tabla).  
(Simec Tlaxcala,2023)

| Mineral        | Propiedades                                                                                                                                                         |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aluminio (Al)  | Desoxidación del acero, afina al grano austenítico, beneficia la ductilidad y tenacidad.                                                                            |
| Boro (B)       | Aumenta la templabilidad del acero. Forma nitruros con el nitrógeno evitando que endurezca la ferrita y disminuya la ductilidad del acero.                          |
| Cromo (Cr)     | Endurece al acero y aumenta su forjabilidad y templabilidad. Los aceros al cromo son más duros que los aceros al carbono                                            |
| Cobalto (Co)   | Aumenta la resistencia del acero a la oxidación en caliente y disminuye la templabilidad.                                                                           |
| Cobre (Cu)     | Aumenta la resistencia a la corrosión. Causa segregación por ser inmisible con el acero.                                                                            |
| Carbono (C)    | Endurece a la ferrita y la hace menos dúctil. Incrementa la templabilidad.                                                                                          |
| Manganeso(Mn)  | Actúa como desoxidante. Aumenta la tenacidad y resistencia del metal y activa la templabilidad.                                                                     |
| Molibdeno (Mo) | Es un fuerte endurecedor del acero y fuerte promotor de su templabilidad                                                                                            |
| Níquel (Ni)    | Da tenacidad al acero, y da resistencia a la oxidación                                                                                                              |
| Niobio (Nb)    | Controla la recristalización y crecimiento de los granos, siendo así afinador del grano durante la laminación del acero.                                            |
| Silicio (Si)   | Desoxidante del acero, aumenta la resistencia del acero y la templabilidad.                                                                                         |
| Titanio(Ti).   | Se combina con el carbono y el nitrógeno formando así una acción estabilizadora evitando la acción endurecedora de la ferrita que disminuya la ductilidad del acero |
| Tungsteno (W)  | Forma carburos que le dan al acero dureza y resistencia al desgaste.                                                                                                |

Tabla 2: Aleaciones de acero  
Fuente: (Simec Tlaxcala,2023)

#### Horno de arco eléctrico:

Para iniciar con la fusión debe de llegar la primera cesta de carga una vez que el horno (EBT) haya abierto la bóveda, la grúa acerca la cesta y la vacía, posteriormente aleja la cesta para que se cierre la bóveda. Bajan los electrodos para que se forme el arco eléctrico y comience a fundir. Una vez fundida la primera carga, arriba la segunda cesta para ser descargada, en éste paso se agrega la cal dolomítica, acondicionador, espato y

ferroaleaciones todo esto cae sobre el acero líquido formado por la primera carga. Se cierra la bóveda, bajan electrodos y funde. Termina de fundir la segunda carga y llega la tercera cesta, se vacía y funde nuevamente.

Al término de fusión de las tres cargas, se requiere un tiempo de calentamiento para llegar a la temperatura que se especifica en la hoja “Práctica Metalúrgica” para el grado de acero con el que se esté trabajando. Con la temperatura deseada, se procede a vaciar el acero líquido a la cuchara (ver ilustración 24).

Una vez que se termina de vaciar el acero líquido, la cuchara se mueve al inicio del transfer, en este punto se le agregan polvos de cobertura manualmente antes de que llegue la grúa y la enganche para transportarla a la cuba que le corresponde. *(Simec Tlaxcala, 2023)*



Ilustración 24: Horno de arco eléctrico  
Fuente: ([www.gruposimec.com](http://www.gruposimec.com), 2023)

### Refinación:

Para que el proceso de refinación comience, la cuchara debe ser transportada del horno a una de las dos ollas y ser movida a la estación LF1 o LF2 que le corresponda. Una vez dentro de la olla, se conecta al horno para ser calentada nuevamente con electrodos de menor diámetro y capacidad eléctrica. Un operario toma una primera muestra de acero líquido con una lanza y un cartucho especial, la cual se lleva al laboratorio para que se le realice análisis químico y manden los resultados por correo al púlpito de LF'S.

Se recibe la composición química preajustada y se comparan con los datos especificados en la hoja “Práctica Metalúrgica”, posteriormente el operario ajusta el acero nuevamente agregando las ferroaleaciones. Calientan nuevamente el horno para homogeneizar con inyección de argón y obtener buenas condiciones de escoria, desulfuración y desoxidación.

El operario toma una segunda muestra y se realiza un ajuste fino, aumentando temperatura para el desgasificado. Si se requiere se toma una tercera muestra para corroborar o finalizar el ajuste. Si la composición del acero y la escoria es la idónea, se traslada la cuba al equipo VOD si la ruta lo requiere, y si el equipo no se encuentra ocupado por la otra cuchara.

Terminado el desgasificado se vuelve a calentar y se agregan los alambres (Ca, Si, S, Pb, Al, Se, B, Ti y V) a los cuales les dan un tiempo de flotación, en este punto la agitación con

argón es más fuerte de lo normal. Dependiendo del tiempo de vacío se tiene una pérdida de temperatura, por lo tanto, se debe ajustar y obtener la requerida por la Máquina de Colada. La cuchara se traslada a espera, y manualmente se agregan polvos en la superficie del acero líquido que evitan su re-oxidación; la grúa la carga para llevarla a la torreta en la Máquina de Colada. *(Simec Tlaxcala,2023)*

#### Máquina de colada continua:

El proceso de MCC comienza desde el arribo de la olla a la torreta, gira y se alinea con la artesa (stopper o chorro libre), se coloca la tobera a la olla y se abre la boquilla para que se comience a llenar la artesa, una vez llena se procede a abrir líneas, se comienza a llenar el molde de sección (120,140 o 160mm) y si el nivel del molde es el correcto no se cierran ninguna línea.

La barra falsa sirve de guía del acero desde el molde hasta enderezadora, haciéndolo pasar por el a) enfriamiento primario, inicio en lingotera y comienza a solidificar, b) enfriamiento secundario en 4 sectores (esperas) el acero ya solidificado (no por completo) pasa por la enderezadora que lo dirige a las canaletas de forma horizontal para que el acero pueda ser cortado automáticamente y se forme la palanquilla (billet) de una longitud específica (6.0m, 8.0 m y 9.0m) dependiendo el caso. Para el estudio en calidad del billet, se cortan manualmente los macros con el soplete.

Las palanquillas suben a una primera mesa de carga mandándose a una cama de rodillos que a su vez son llevadas a la cama de enfriamiento donde con ayuda de uñas son trasladadas al final de la cama hacia una mesa de descarga, esperando ser transportadas por la grúa a zona de alotamiento, donde se les hace un análisis de calidad para saber si pueden ser llevadas al almacén como material conforme o enviarlo a chatarra (ver ilustración 25).

*(Simec Tlaxcala,2023)*



Ilustración 25: Máquina de colada continua  
Fuente: ([www.gruposimec.com](http://www.gruposimec.com), 2023)

#### Almacén de palanquillas dos:

Aquí reciben la palanquilla que fue aprobada por calidad (ver la ilustración 26), revisan el producto, cuentan el número de palanquillas y verifican si son del acero que se reporta. Si existe anomalía con el producto que está entrando lo devuelven, si no es el caso, se registra

la colada que está entrando, se clasifica y ordena para ser de fácil acceso cuando se carga y envía al horno de recalentamiento según el programa de laminación.

*(Simec Tlaxcala, 2023)*



Ilustración 26: Almacén de palanquillas  
Fuente: (www.gruposimec.com, 2023)

### Laminación en caliente:

Con objeto de obtener los perfiles, dimensiones y propiedades que se necesitan los distintos productos, las palanquillas necesitan procesos posteriores de deformación.

La laminación consiste en hacer pasar el material entre dos rodillos o cilindros que giran a la misma velocidad y en sentido contrario, con el fin de reducir la sección transversal del producto de acero, mediante la presión ejercida por estos rodillos.

Antes de pasar a los rodillos de Laminación la palanquilla es cargada de almacén al horno de recalentamiento donde es expuesta a una temperatura mayor a los 1000°C por un tiempo promedio de 40 a 60 min dependiendo del tipo o grado de acero esto con el fin de lograr que el material sea más maleable para su laminación en caliente.

Se cuenta con 2 líneas de Laminación (Moba I y Moba II) las cuales cuentan con 21 estantes donde se montan o desmontan los rodillos de acuerdo al perfil y/o medida a laminar. Del estante 1 al 6 son estantes de desbaste y descascarillado, del 7 al 12 estante intermedio de deformación, del 13 al 18 se encuentran los estantes de acabado y del 19 al 21 los estantes del Sizing Mill que son los estantes que definen la medida y perfil requerido por supervisión de calidad.

Una vez laminadas las barras, estas pasan a una cama donde a temperatura ambiente se enfrían, para posteriormente pasar a la tijera de corte y hacer los atados correspondientes.

*(Simec Tlaxcala, 2023)*

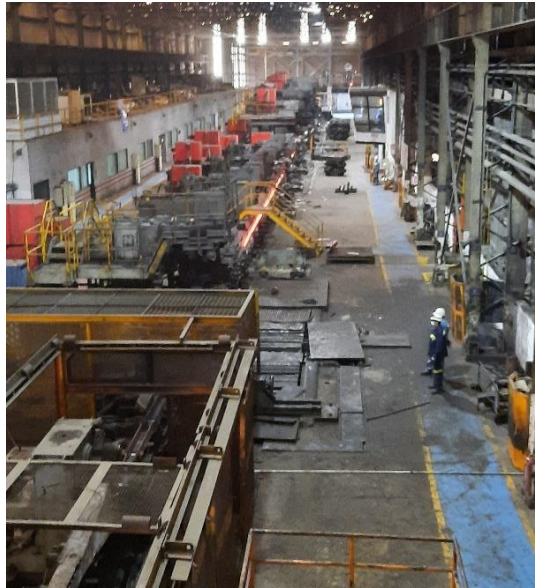


Ilustración 27: Tren laminador dos  
Fuente: (www.gruposimec.com, 2023)

#### **1.6.16 DESCRIPCION DEL PUESTO DE TRABAJO:**

El área donde se desarrolló el proyecto fue en el departamento de ingeniería de procesos, el cual se encarga:

1. Diseñar acciones y planes que estén dirigidos al control del proceso de Laminación con el propósito de mejorar y mantener la calidad del producto.
2. Inspeccionar y validar la calidad superficial de los productos laminados conforme a especificaciones de la Norma del Producto.
3. Asegurar el cumplimiento de las dimensiones del producto laminado conforme a la Norma del Producto.
4. Gestionar las actividades para la definición de la factibilidad de fabricación de los aceros.
5. Mantiene información actualizada para la laminación de cada sección, directamente en área.
6. Coordina las inspecciones en proceso, para el monitoreo y certificación de la calidad de los productos.
7. Plantea y coordina actividades para el análisis de defectos en la fabricación.
8. Verifica la elaboración de las Cédulas de Rolado

9. Verificar la ejecución y el cumplimiento de los requerimientos de calidad, respecto a la documentación específica por cliente y/o acero.
10. Verificar que la inspección al final de Laminación, cumple con los requerimientos especificados en las Normas Internas.

Actividades a realizar como residente son las siguientes:

- **Desarrollar un análisis diagnóstico para identificar los defectos que se produzcan y conocer los requerimientos del cliente en el proceso de laminación.**

Se realizará un análisis diagnóstico para identificar que defectos son los que mayormente se presentan en el proceso de laminación así mismo identificar si estos defectos son superficiales y afectan a los requerimientos del cliente.

- **Implementación de la metodología DMAIC para solución de los problemas en el proceso.**

En esta etapa se dará inicio a la metodología DMAIC; para llevar a cabo la recolección, estudio y análisis de datos que nos permitan identificar los problemas y oportunidades de mejora.

- **Implementación de herramientas de control y estadísticas descriptivas que permitan facilitar las soluciones a los problemas identificados en el proceso de laminación.**

Se implementará herramientas estadísticas descriptivas y de control de Calidad, las cuales nos ayudaran a determinar, medir y analizar el comportamiento de los defectos en el proceso de laminación, logrando así proponer posibles soluciones a los problemas identificados que afecten con la Calidad y acabado final de nuestro producto.

- **Determinar acciones que permitan disminuir el producto no conforme en el proceso de laminación.**

Presentar las acciones de mejora en el proceso de laminación que sean aplicables en las diferentes áreas, verificar los parámetros y medidas tanto de la maquinaria y apoyar con la visualización de señalizaciones o instructivos en los puestos de trabajo, además de brindar capacitaciones y entrenamiento al equipo de trabajo.

## 2. MARCO TEORICO:

### 2.1 Metodología DMAIC:

El DMAIC es una metodología estructurada para la solución de problemas usada en todo tipo de negocios. Las letras son un acrónimo de las 5 fases de la mejora de seis sigmas, por sus siglas en inglés. Define (definir), measure (medir), analyze (analizar), improve (mejorar) y por último control (controlar).

Está enfocado en la resolución de problemas, el cual se basa en los datos que promueven la mejora incremental y la optimización de los productos, el diseño y los procesos comerciales.

Este método utiliza los datos recopilados y posteriormente los analiza para poder encontrar soluciones precisas de los problemas o posibles problemas que se llegan a generar en la producción.

#### Pasos del proceso DMAIC:

DMAIC consta de 5 pasos interrelacionados: Definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Cada etapa tiene un diferente impacto, pero a la vez están conectadas, y para que este proceso funcione se deben realizar en un orden específico sin saltarse ninguna etapa.

- Definir: Viene siendo la primera etapa de la metodología DMAIC. En primer lugar, esta etapa se incluye la definición del problema y el impacto que este tiene en la empresa, así mismo, en esta etapa se identifican las metas que se quieren alcanzar. Además, se define el alcance, cuáles serán los límites, los recursos que se van a utilizar y los lapsos. Aquí se define el éxito.
- Medir: En segundo lugar, tenemos la medición del problema. En esta etapa, se toman decisiones sobre qué indicadores utilizar, así como la definición de herramientas y criterios de medición. Básicamente, se mide el rendimiento actual de un proceso comercial dado. Los datos se recopilan de acuerdo con los criterios de medición. En este paso se va a evaluar objetivamente el verdadero impacto del proyecto.
- Analizar: En el tercer paso se hace un análisis de todos los datos que se llegaron a recolectar en el paso de medición, para así poder determinar la diferencia del rendimiento actual y del que se estima. En caso de que se realicen cambios, se realiza una investigación y documentación en esta misma etapa. Sumado a ello, se presentarán varias mejoras potenciales para que explore y priorice.
- Mejorar: La penúltima fase se realizan lluvias de ideas, se documenta y aplican las mejoras. Se tratan todas las oportunidades de mejora que se llegaron a identificar en el paso anterior. Se identifican las posibles soluciones para corregir y/o evitar la razón principal del problema, se determina si la solución es efectiva o no; si la

solución de la propuesta es efectiva o no, de lo contrario, piense y reemplazarlas; si los resultados de la prueba son prometedores, se debe realizar una acción.

- **Controlar:** Esta última fase es la clave para mantener el trabajo que se realizó en las fases anteriores. Es el responsable del control más automático, gracias al cual el proceso de mejora perdura en el tiempo. El sistema de control también debe incluir un plan de mitigación y una estructura de informes definida para administrar los riesgos y responder de manera efectiva a las fallas del proceso.



Ilustración 28: Pasos del DMAIC  
Fuente: (Corral,2023)

### Ventajas de implementar el DMAIC:

El proceso sirve para la mejora directa en todas las áreas de la empresa:

- **Productividad:** Se encarga de aumentar la eficiencia y capacidad del proceso productivo.
- **Finanzas:** Ayuda cualquier tipo de reducción de costos, de energía o ganancia bruta.
- **Calidad:** Reduce el scrap, las quejas de los clientes o los costos de los productos.
- **Tiempo:** Genera ciclos más cortos y optimiza la reacción de reparación. (Corral, 2023)

## 2.2 LLUVIA DE IDEAS:

El proceso conocido como lluvia de ideas (o también popular en inglés como brainstorming) es un proceso didáctico y práctico mediante el cual se intenta generar creatividad mental respecto de un tema. Tal como lo dice su nombre, la lluvia de ideas supone el pensar rápida y de manera espontánea en ideas, conceptos o palabras que se puedan relacionar con un tema previamente definido y que, entonces, puedan servir a diferentes fines. El proceso de lluvia de ideas es hoy en día muy utilizado en espacios tales como reuniones laborales, en clases, en debates, etc.

La noción de lluvia de ideas parte del hecho de ampliar la participación, democratizarla, a todos los presentes en el espacio en el cual la reunión o el evento se lleva a cabo. Esto es así porque se considera que muchas mentes, con sus particularidades, contribuyen mejor a la generación de ideas y de posibles proyectos, que una sola. La lluvia de ideas entonces comienza con la definición de un tema o quizás también con el establecimiento de un problema o conflicto a resolver. Luego se invita a que los miembros o los presentes propongan ideas, conceptos, posibles soluciones, formas de actuar, respecto de ese tema o conflicto planteado. Es por esto mucho menos estructurado y rígido que otras técnicas de planeamiento conocidas. (Bembibre., 2023)

### 2.3 Diagrama de Ishikawa:

El diagrama de Ishikawa también llamado “Diagrama Causa-Efecto o Diagrama Esqueleto de Pescado” (ilustración) es una técnica que se muestra de manera gráfica para identificar y arreglar las causas de un acontecimiento, problema o resultado. Su creador fue el japonés Kaoru Ishikawa, experto en control de calidad. Esta técnica ilustra gráficamente la relación jerárquica entre las causas según su nivel de importancia o detalle y dado un resultado específico.

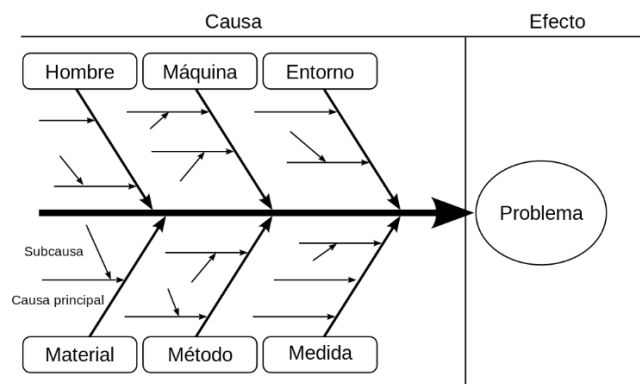


Ilustración 29: Diagrama de Ishikawa  
Fuente: (Ishikawa,2023,)

Uso del diagrama de Ishikawa:

- Concentrar el esfuerzo del equipo en la resolución de un problema complejo.
- Identificar todas las causas y las causas raíces para cada efecto, problema, condición específica.
- Analizar y relacionar algunas de las interacciones entre los factores que están afectando un proceso particular o efecto.
- Permite la acción correctiva.

Método para crear un diagrama de Ishikawa:

1. Identificar y establecer el problema o el efecto que se analizará.
2. Dibujar una caja que contenga el problema o el efecto y sobre la izquierda una espina dorsal horizontal.

3. Conducir a una sesión de tormenta de ideas. Como un primer bosquejo, para las ramas principales usted puede utilizar las siguientes categorías: o Industria de servicios: las 8 P, producto/servicio, precio, promoción, políticas, procesos, procedimientos, plaza/planta/tecnología. o Industrial: las 6 M's, mano de obra, métodos, medidas, maquinaria, materiales, madre naturaleza (ambiente).
4. Identificar las causas principales que contribuyen al efecto que es estudiado. Para esto se puede utilizar un Análisis de Pareto o un Análisis de la causa raíz.
5. Las causas principales se convierten en las etiquetas para las sucursales secundarias del diagrama.
6. Para cada rama secundaria importante, identificar otros factores específicos que puedan ser las causas del efecto. Pregunte ¿Por qué está sucediendo esta causa?
7. Identificar niveles cada vez más detallados de causas y continuar organizándolas bajo causas o categorías relacionadas.
8. Analizar diagrama.
9. Actuar sobre el diagrama y quitar las causas del problema.

Fortalezas y beneficios del diagrama de Ishikawa:

- Ayuda a encontrar y a considerar todas las causas posibles del problema.
- Ayuda a determinar las causas raíz de un problema o calidad característica, de una manera estructurada.
- Anima la participación grupal y utiliza el conocimiento del proceso que tiene el grupo.
- Ayuda a focalizarse en las causas del tema sin caer en quejas y discusiones irrelevantes.
- Utiliza y ordena, en un formato fácil de leer las relaciones del diagrama causa-efecto.
- Aumenta el conocimiento sobre el proceso, ayudando a todos a aprender más sobre los factores referentes a su trabajo y como estos se relacionan.
- Identifica las áreas para el estudio adicional donde hay una carencia de información suficiente. (Ishikawa, 2023)

## 2.4 DIAGRAMA DE PARETO:

Un diagrama de Pareto es una técnica que permite clasificar gráficamente la información de mayor a menor relevancia, con el objetivo de reconocer los problemas más importantes en los que deberías enfocarte y solucionarlos. Esta técnica se basa en el principio de Pareto o regla 80/20, la cual establece una relación de correspondencia entre los grupos 80-20, donde el 80 % de las consecuencias provienen del 20 % de las causas.

Para qué se utiliza un diagrama de Pareto:

- Analizar los diferentes productos y servicios que ofreces y mejorar su calidad.
- Observar la producción de productos en tiempo y volumen.
- Identificar qué productos generan mayores ventas y cuáles tienen más tiempo almacenados.
- Reconocer las oportunidades de mejorar tu negocio.

- Identificar cuáles son las razones por las que ocurren algunos problemas y priorizar las soluciones.

Características de un diagrama de Pareto:

- Es una técnica de cálculos simples.
- Analiza las características de un grupo y reconoce los puntos más importantes dentro de él para darles prioridad.
- Observa los elementos y enfoca los esfuerzos hacia un solo objetivo.
- Permite tomar decisiones objetivas que se basen en los datos y no en opiniones personales.
- Analiza los elementos y la frecuencia con la que sucede cada uno de los datos. (Velázquez, 2023)

## 2.5 TÉCNICA DE GRUPO NOMINAL:

El método del grupo nominal se define como un método estructurado para la lluvia de ideas grupal que fomenta las contribuciones de todos y facilita un acuerdo rápido sobre la importancia relativa de los problemas o soluciones. Los miembros del equipo comienzan escribiendo sus ideas y luego seleccionando qué idea creen que es mejor. Una vez que los miembros del equipo están listos, todos presentan su idea favorita, y las sugerencias son discutidas y enfatizadas por todo el grupo utilizando un sistema de puntos. El método combina las calificaciones de los miembros individuales del grupo con las calificaciones finales ponderadas del grupo.

Cuando utilizar el método del grupo nominal: El método del grupo nominal se puede utilizar cuando surgen temas o problemas específicos. El método se utiliza para identificarlos y, utilizando un entorno grupal, permite pensar las soluciones, analizarlas y planificar su implementación. Algunos ejemplos de su aplicación serían cuando:

- Algunos miembros del grupo son mucho más vocales que otros.
- Algunos miembros del grupo piensan mejor en silencio.
- Existe la preocupación de que algunos miembros no participen.
- El grupo no genera fácilmente cantidades de ideas.
- Algunos o todos los miembros del grupo son nuevos en el equipo.
- El tema es controvertido o hay un conflicto acalorado.

¿Qué pasos se han de seguir para llevar a cabo el método del grupo nominal?

1. Indicar el problema o pregunta que será el tema de la lluvia de ideas y asegurarse de que todos lo entiendan.
2. Cada miembro del equipo piensa en silencio en las soluciones o ideas que se le ocurren al considerar el problema y anota la mayor cantidad posible en un período de tiempo determinado (5 a 10 minutos).
3. Cada miembro comparte en voz alta una idea. El facilitador lo registra en el rotafolio.

- No se permite discusión, ni siquiera preguntas para aclarar.
  - Las ideas dadas no necesitan ser de las listas escritas de los miembros del equipo. De hecho, a medida que pasa el tiempo, muchas ideas no se encontrarán en sus listas originales.
  - Un miembro puede «pasar» su turno y luego puede agregar una idea en un turno posterior.
  - Continuar alrededor del grupo hasta que todos los miembros participen o hasta un período de tiempo acordado.
4. Discutir cada idea por turno. La redacción solo se puede cambiar cuando el creador de la idea está de acuerdo. Las ideas pueden ser eliminadas de la lista solo por acuerdo unánime o cuando haya duplicados. La discusión puede aclarar el significado, explicar la lógica o el análisis, plantear y responder preguntas, o estar de acuerdo o en desacuerdo. El grupo también puede agrupar ideas en categorías.
  5. Priorizar las ideas grabadas en relación con la pregunta original utilizando la multivotación o la reducción de listas. Por lo general, la solución con la clasificación total más alta se selecciona como la decisión final. Otras variaciones incluyen estimar la cantidad de trabajo requerido para implementar cada solución asignándole un valor en puntos; cuanto mayor es la puntuación, más trabajo implica. (Martín, 2023)

## **2.6 TIPOS DE DEFECTOS SUPERFICIALES:**

En la empresa Simec, se tiene un catálogo de los efectos superficiales que pueden ser encontrados dentro de los productos fabricados en el tren laminador 2, estos defectos se encontraran a continuación con una pequeña descripción.

1. Bigote.
2. Corte con Rebaba.
3. Fractura de Corte.
4. Fuera de Medida.
5. Grietas.
6. Hojas.
7. Incrustación de Cascarilla.
8. Marca de Pase.
9. Marca de Rodillo Alineador.
10. Marcas de rodillo camino de rodillos.
11. Marcas de Enderezado.

- 12. Marcas en los Radios.
- 13. Marca de soplete.
- 14. Material Incrustado.
- 15. Material Ondulado.
- 16. Ovalamiento
- 17. Rectitud Fuera.
- 18. Traslape.

### 2.6.1 BIGOTE

**Descripción:** Exceso de material principalmente en ambos extremos de la barra, de apariencia muy notoria (ver ilustración 30).

**Origen:** Mala calibración de las secciones de entrada en los estantes. En el desbaste se puede generar además por diferencia de velocidad.

**Acción Correctiva:** Calibrar las secciones de los estantes conforme a cédula, revisar con madera, ajustar velocidades en el desbaste.

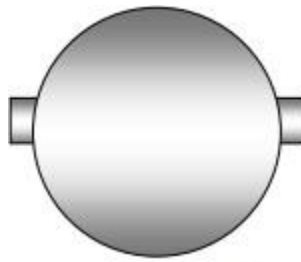


Ilustración 30: Bigote  
Fuente: (Simec Tlaxcala,2023)

### 2.6.2 CORTE CON REBABA

**Descripción:** Exceso de material en uno de los extremos de la barra cortada es de apariencia muy notoria (ver ilustración 31).

**Origen:** Cuchilla incorrecta, sin filo, demasiada luz en la porta cuchillas, falta de mantenimiento a la Tijera de Corte en Frío.

**Acción Correctiva:** Asegurarse de colocar las cuchillas correspondientes y que estas estén en buenas condiciones. Realizar mantenimiento preventivo a las piezas de la Tijera de Corte en Frío.



Ilustración 31: Corte con rebaba  
Fuente: (Simec Tlaxcala,2023)

### 2.6.3 FRACTURA DE CORTE

**Descripción:** El material presenta una grieta que recorre la cara y que atraviesa la punta de la barra (ver ilustración 32).

**Origen:** Aceros aleados (4140H, 5160 H) son muy frágiles y al ser cortados la tensión generada se libera ocasionando una fisura en el material cortado.

**Acción Correctiva:** Cortar como está indicado en la Tabla de Corte. Las coladas deben cumplir con el des gasificado.

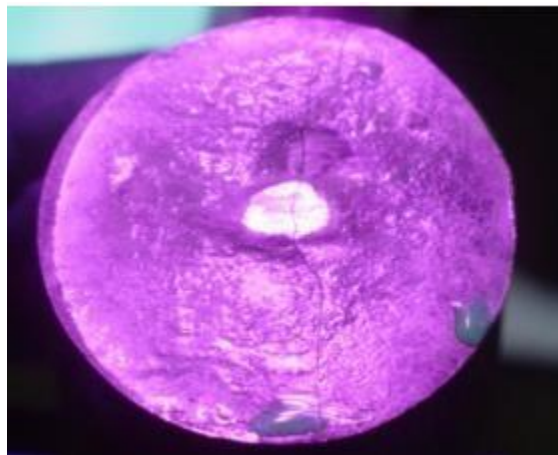


Ilustración 32: Fractura de corte  
Fuente: (Simec Tlaxcala,2023)

### 2.6.4 FUERA DE MEDIDA

**Descripción:** Material que presenta secciones fuera de lo especificado ya sea en ancho, alto, espesor, diámetro, ovala miento (ver ilustración 33).

**Origen:** Por lo general las puntas y las colas de las palanquillas tendrán una sección mayor que la parte central al estar libres o sin control de velocidad lo que genera tensión o empuje.

**Acción Correctiva:** Se deben de revisar las secciones, rodillos y pases de los estantes que estén conforme a Cedula de Laminado, se debe de eliminar tensiones o compresiones entre los estantes.



Ilustración 33: Fuera de medida  
Fuente: (Simec Tlaxcala,2023)

#### 2.6.5 GRIETAS

**Descripción:** Es un defecto superficial discontinuo de pequeña longitud, de baja profundidad y suele presentarse de forma aleatoria a lo largo de la barra laminada (ver ilustración 34).

**Origen:** Se identifican dos causas principales. Pérdida de plasticidad del material por laminar a baja temperatura o por la presencia de ciertos materiales.

**Acción Correctiva:** Asegurar las temperaturas de laminación que estén conforme a lo establecido. Recibir únicamente palanquillas que cumplan con las especificaciones.



Ilustración 34: Grietas  
Fuente: (Simec Tlaxcala,2023)

#### 2.6.6 HOJAS

**Descripción:** Se presenta como el desprendimiento de material en la superficie de las barras laminadas, generalmente son muy delgadas y pequeñas (ver ilustración 35).

**Origen:** Por lo general se debe a defectos en las palanquillas que estos al ser deformados forman las hojas. También son originados por segregaciones de algunos elementos de la composición química del acero.

**Acción Correctiva:** Verificar el comportamiento de la palanquilla en los estantes del desbaste cuidando que no aparezcan líneas blancas. No tratar de laminados aceros con problemas de composición química. Inspeccionar las palanquillas y no cargar al horno las que tengan defectos superficiales importantes.



Ilustración 35: Hojas  
Fuente: (Simec Tlaxcala,2023)

#### 2.6.7 INCRUSTACIÓN DE CASCARILLA:

Descripción: superficie de material muy rugosa (ver ilustración 36).

Origen: Principalmente por falla del desescamador al no eliminar completamente la cascarilla de la superficie de la palanquilla, esta se lamina junto con el material. También se genera durante la laminación principalmente en Soleras y es llamada cascarilla secundaria, es mucho más fina que la que se origina por la falla del desescamador.

Acción Correctiva: Asegurarse que el desescamador se encuentre trabajando correctamente, verificar que las tuberías de aire instaladas en el desbaste estén alineadas. Verificar que la velocidad de laminado corresponda a la cedula.

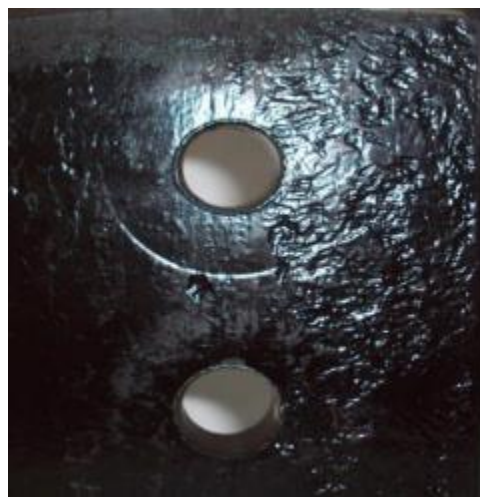


Ilustración 36: Incrustación  
Fuente: (Simec Tlaxcala,2023).

#### 2.6.8 MARCAS DE PASE

**Descripción:** El material laminado presenta una superficie muy rugosa (ver ilustración 37).

**Origen:** Pase del rodillo acabador gastado por exceso de tiempo en la línea de producción.

**Acción Correctiva:** Cambiar pases según indicaciones del Supervisor, Inspector de Proceso.



Ilustración 37: Marcas de pase  
Fuente: (Simec Tlaxcala,2023)

#### 2.6.9 MARCA DE RODILLO ALINEADOR.

**Descripción:** Es un defecto superficial generalmente repetitivo, la profundidad puede variar en el material, pero es muy notorio (ver ilustración 38).

**Origen:** Rodillos alineadores en la cama de enfriamiento siguen girando cuando la barra llega al alineador, lo que ocasiona que el material se esté tallando sobre la superficie de los rodillos. **Acción Correctiva:** Revisar la llegada del material a los rodillos alineadores y en caso de observar que siguen girando cuando el material llega al final, avisar a mantenimiento mecánico, y/o Supervisor de Turno.

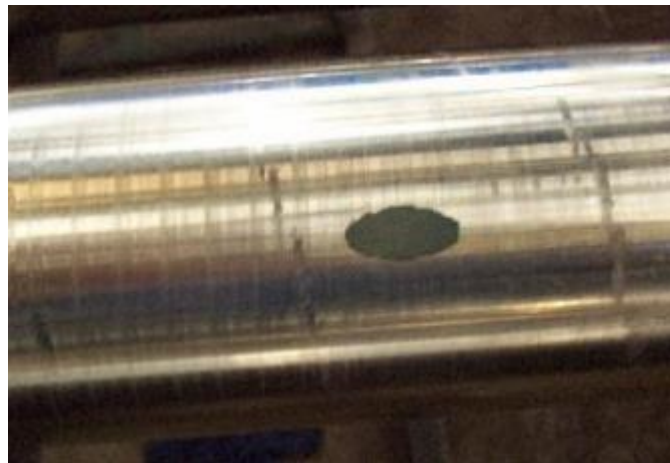


Ilustración 38: Marca de rodillo alineador  
Fuente: (Simec Tlaxcala,2023)

### 2.6.9 MARCAS DE RODILLO CAMINO DE RODILOS (ATADORAS-MESA DE RECOGIDA).

**Descripción:** El material presenta una depresión de forma elíptica con una profundidad variada, más profunda en el centro y con menor profundidad en las orillas y de longitud corta (ver ilustración 39).

**Origen:** Puede ser originado en el camino de rodillos a la salida de las atadoras o a la entrada de la mesa de recogida en los topes emparejadores de puntas.

**Acción Correctiva:** Revisar que los rodillos no estén girando cuando el material haya llegado al final de un tope emparejador.



Ilustración 39: Marca camino de rodillo  
Fuente: (Simec Tlaxcala, 2023)

### 2.6.10 MARCAS EN LOS RADIOS

**Descripción:** Es un defecto superficial repetitivo, que suele ser de poca profundidad en el material, pero muy notorio (ver ilustración 40).

**Origen:** Suele resultar del rozamiento del material contra las rodajas o contra los expulsores en la cama de enfriamiento. También puede resultar del roce con guías de caja de entrada en el Sizing y de cinchos de salida de los estantes del acabador. Material pegado en el pase del estante 20 o en el canteado anterior.

**Acción Correctiva:** Se deben revisar constantemente las rodajas del molino y reemplazar de inmediato las que estén marcadas con adherencia de material o desgastadas.



Ilustración 40: Marcas en los radios

Fuente: (Simec Tlaxcala,2023)

#### 2.6.12 MARCAS DE SOPLETE

**Descripción:** Se presenta de forma elíptica o circular, su aspecto es muy visible, no es repetitivo y se presenta puntualmente en la longitud de la barra (ver ilustración 41).

**Origen:** Descuido del personal al realizar estas actividades:

- 1.- Al cortar muestra en la cama de enfriamiento, no le da tiempo de cortar completamente la barra para obtener su muestra.
- 2.- Al tratar de retirar barra atorada en enderezadora.

**Acción Correctiva:**

- 1.- Barras que no sean cortadas completamente, se retiraran en Tijera
- 2.- Retirar soplete de Enderezadora.



Ilustración 41: Marca de soplete  
Fuente: (Simec Tlaxcala,2023)

#### 2.6.13 MATERIAL INCRUSTADO

**Descripción:** Presenta la forma del material incrustado, su aspecto es muy visible, no es repetitivo se presenta puntualmente en la longitud de la barra (ver ilustración 42).

**Origen:** Descuido del personal ya sea de Operación o Mantenimiento ya que al realizar una actividad y no es retirada la pieza u herramienta empleada se queda olvidada cerca de la línea de laminación y esta es arrastrada y laminada junto con el material.

**Acción Correctiva:** Realizar 5'S cada vez que se realiza una tarea de mantenimiento en el área de laminación. El ayudante de Laminación debe revisar visualmente que no haya objetos olvidados en el Tren de Laminación.



Ilustración 42: Material incrustado  
Fuente: (Simec Tlaxcala,2023)

#### 2.6.14 RECTITUD FUERA

**Descripción:** El material presenta aspecto de viboreado, es un defecto bastante visible (ver ilustración 43).

**Origen:** Pueden ser varios los defectos, desajuste en los tiempos de la caída del material en la cama de enfriamiento, tensión en los últimos estantes del molino.

**Acción Correctiva:** Verificar parámetros de la cama del material, eliminar tensiones o empujes en los estantes del tren de laminación.



Ilustración 43: Rectitud fuera  
Fuente: (Simec Tlaxcala,2023)

#### 2.6.15 TRASLAPE

**Descripción:** Es un defecto superficial continuo en dirección de la laminación, puede ocurrir en cualquier producto laminado (ver ilustración 44).

**Origen:** Es causado por un sobrellenado de material en los pases anteriores o por bien una raya o un bigote laminado

**Acción Correctiva:** Revisar secciones del material con madera para evitar bigotes, Cambiar los pases que ya estén muy gastados, rugosos o quemados. Revisar, corregir, alinear guías, rodajas.



Ilustración 44: Traslape  
Fuente: (Simec Tlaxcala,2023)

### 3 DESARROLLO:

#### 3.1 ETAPA DE DEFINICIÓN:

En esta primera etapa se reunió al departamento de ingeniería, ingeniería de procesos y al grupo de trabajo (ver ilustración 45) para la identificación de las causas que generan los defectos superficiales.



Ilustración 45: Reunión para identificación de causas  
Fuente: (Simec Tlaxcala, 2023)

##### 3.1.1 DESCRIPCION DEL PROCESO:

Asimismo, se dio un curso de retroalimentación al grupo de trabajo sobre el proceso de laminación cuya finalidad fue hacer hincapié sobre la importancia de la producción, abordando las siguientes áreas del proceso:

#### LAMINACIÓN:

**La laminación es un proceso de deformación en caliente y/o frío que constituye la última fase en la obtención de productos siderúrgicos.**

La laminación da inicio con un horno de calentamiento DANIELI este consta de 4 zonas 54 quemadores y alcanza temperatura hasta de 1280 °c con permanencia de las palanquillas de 4 horas y una producción de 70 t/h. (ver ilustración 46)

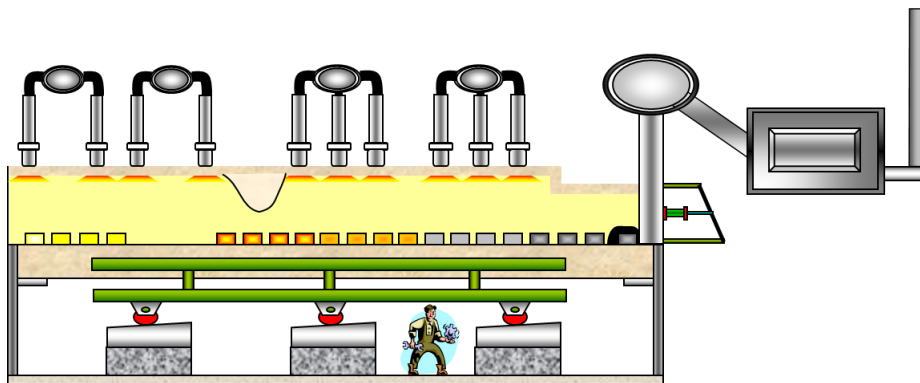


Ilustración 46: Horno de calentamiento  
Fuente: (Simec Tlaxcala,2023)

### DESESCAMADOR:

Trabaja con una presión de 250 bar y un tiempo de 15 segundos, de esta manera limpia la palanquilla libre de cascarilla. (ver ilustración 47)

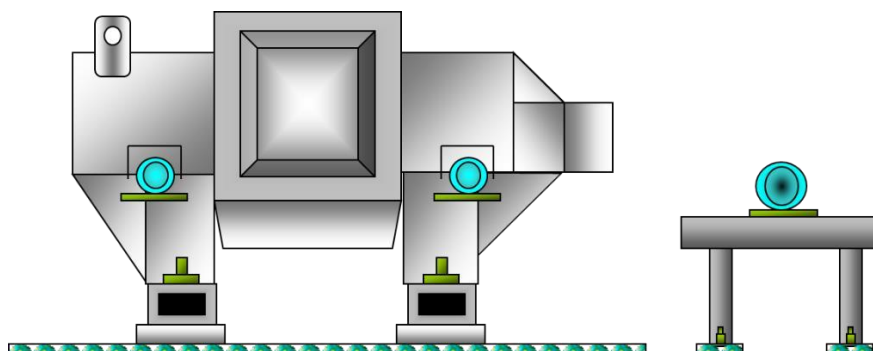


Ilustración 47: Desescamador  
Fuente: (Simec Tlaxcala,2023)

### TREN LAMINADOR:

Este consta de 18 estantes y un sizing estos son utilizados para el alargamiento del material y utilizando los necesarios según la medida a laminar estas van desde Red. 1 1/2 hasta 3 1/16. (ver ilustración 48)

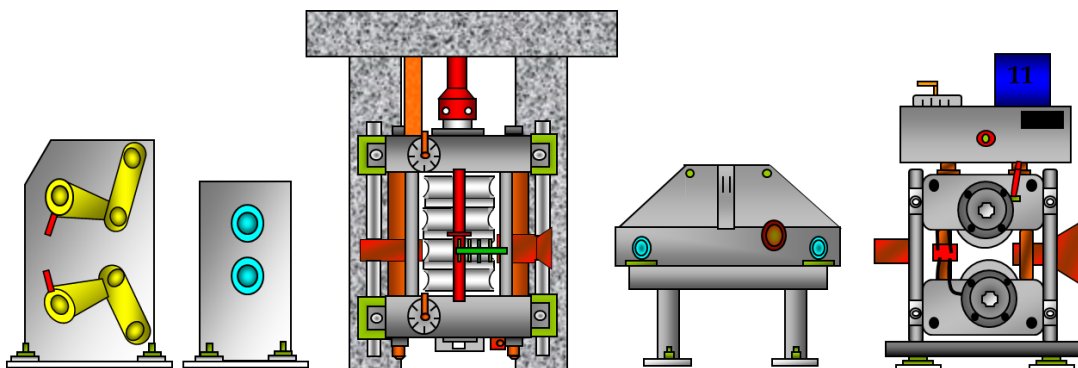


Ilustración 48: Tren Laminador

Fuente: (Simec Tlaxcala,2023)

### MESA DE ENFRIAMIENTO:

Esta presenta una longitud de 65 metros de largo, tiene 92 Espacios entre peines y cuenta con sistema de pack annealing para solera muelle. (ver ilustración 49)

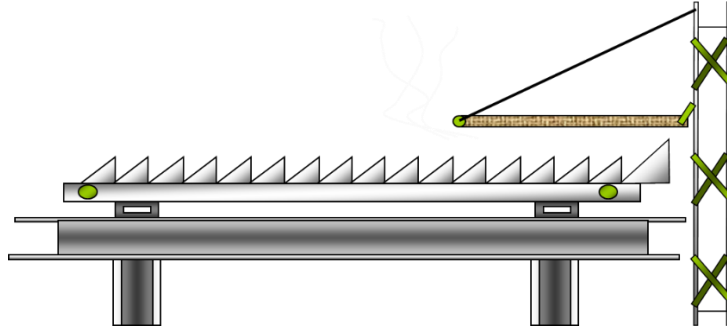


Ilustración 49: Mesa de enfriamiento  
Fuente: (Simec Tlaxcala,2023)

### 3.1.2 Carta Proyecto

Después de conocer los principios y conceptos de laminación, se acordó mediante un dialogo en llevar la realización del proyecto mediante ayuda de una carta proyecto (ver tabla 3), donde se establece el nombre del tema, los objetivos que se desean obtener, descripción del problema y alcance, riesgos potenciales que se lleguen a presentar, integrantes y desarrolladores, se realizó la delimitación y alcance de las metas propuestas, asimismo se estableció las personas que colaborarían durante la realización del proyecto y la metodología DMAIC.

#### DESCRIPCION DEL PROBLEMA

**En la empresa Simec se pretende reducir el porcentaje de producto no conforme en el área de laminación, debido a que en dicho proceso se suele presentar diversas situaciones o factores que llegan a causar defectos superficiales en el producto y no se cumpla con los parámetros y especificaciones del cliente**

NOMBRE DEL PROYECTO

**Disminución de producto no conforme en un 10% en el área de laminación II para la empresa: Simec International SA de CV**

ALCANCE

**Disminución de producto no conforme en un 10%**

| OBJETIVO                                                                                                                                                                                                | FECHA DE INICIO Y FIN DEL PROYECTO                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Disminuir un 10% el producto no conforme en el área de laminación II utilizando la metodología DMAIC para reducir los defectos en acabado final y cumplir con la satisfacción y demanda de los clientes | 23 de enero - 30 de junio del 2023                                                                   |
| BENEFICIOS                                                                                                                                                                                              | INDICADORES ALCANZADOS                                                                               |
| Productos laminados con calidad.<br><br>Mejoras en el proceso de laminación.                                                                                                                            | Calidad superficial de los productos laminados conforme a especificaciones de la Norma del Producto. |

|                                                                                                                                                                        |                                                                                                          |                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>EQUIPO DE TRABAJO</b><br><br><b>Inspector de Procesos de Laminación.</b><br><b>Supervisor de Producción.</b><br><b>El laminador.</b><br><b>El Ayudante General.</b> | Involucramiento del personal.                                                                            | Cumplimiento de las dimensiones del producto laminado                                       |
|                                                                                                                                                                        | <b>DEPARTAMENTO INVOLUCRADOS</b>                                                                         | <b>RIESGOS POTENCIALES</b>                                                                  |
|                                                                                                                                                                        | Departamento de Calidad.<br><br>Departamento de Ingeniería<br><br>Departamento de ingeniería de Procesos | Falta de personal capacitado. Proceso.<br><br>Procesos productivos de peligro considerable. |

Tabla 3: Carta Proyecto  
Fuente: Elaboración Propia.

### 3.1.3 Mapa de proceso:

Un mapeo de procesos es una herramienta grafica que representa y permite describir procesos o sistema para documentar, planificar, evaluar y mejorar procesos que suelen ser complejos en diagramas. Se describen las diversas etapas que se desarrollan en el proceso de laminación. Para la elaboración del mapa de procesos se elaboró la implementación de un diagrama de flujo y un diagrama “SIPOC” del proceso de la línea de laminación. Lo cual ayudara a **evaluar** la etapa de “Medición” para tener definidas e identificadas las etapas y variables de entrada y salida dentro del proceso de laminación.

La implementación del siguiente mapa de proceso se realizó con base a la información del proceso, las diversas actividades a realizar y observaciones obtenidas en las diferentes reuniones con los departamentos de ingeniería, ingeniería de procesos y al grupo de trabajo, asimismo.

Se muestra un diagrama de flujo (ver ilustración) y diagrama SIPOC (ver ilustración 50) de las etapas del proceso de laminación.

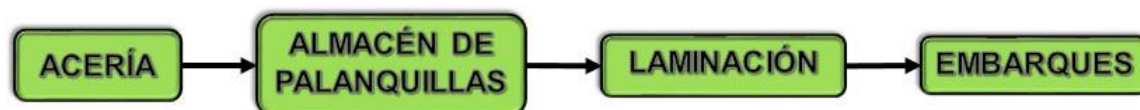


Ilustración 50: Diagrama de flujo del proceso de laminación  
Fuente: Elaboración Propia.

### 3.1.4 Diagrama SIPOC:

Posteriormente se desarrolló el diagrama SIPOC (ver ilustración 51) el cual ayuda a conocer el proceso desde el inicio hasta el final, identificando en cada etapa las variables que intervienen en el proceso, como primera etapa teniendo a los proveedores, entradas, el proceso, salidas y por último los clientes del proceso de laminación.

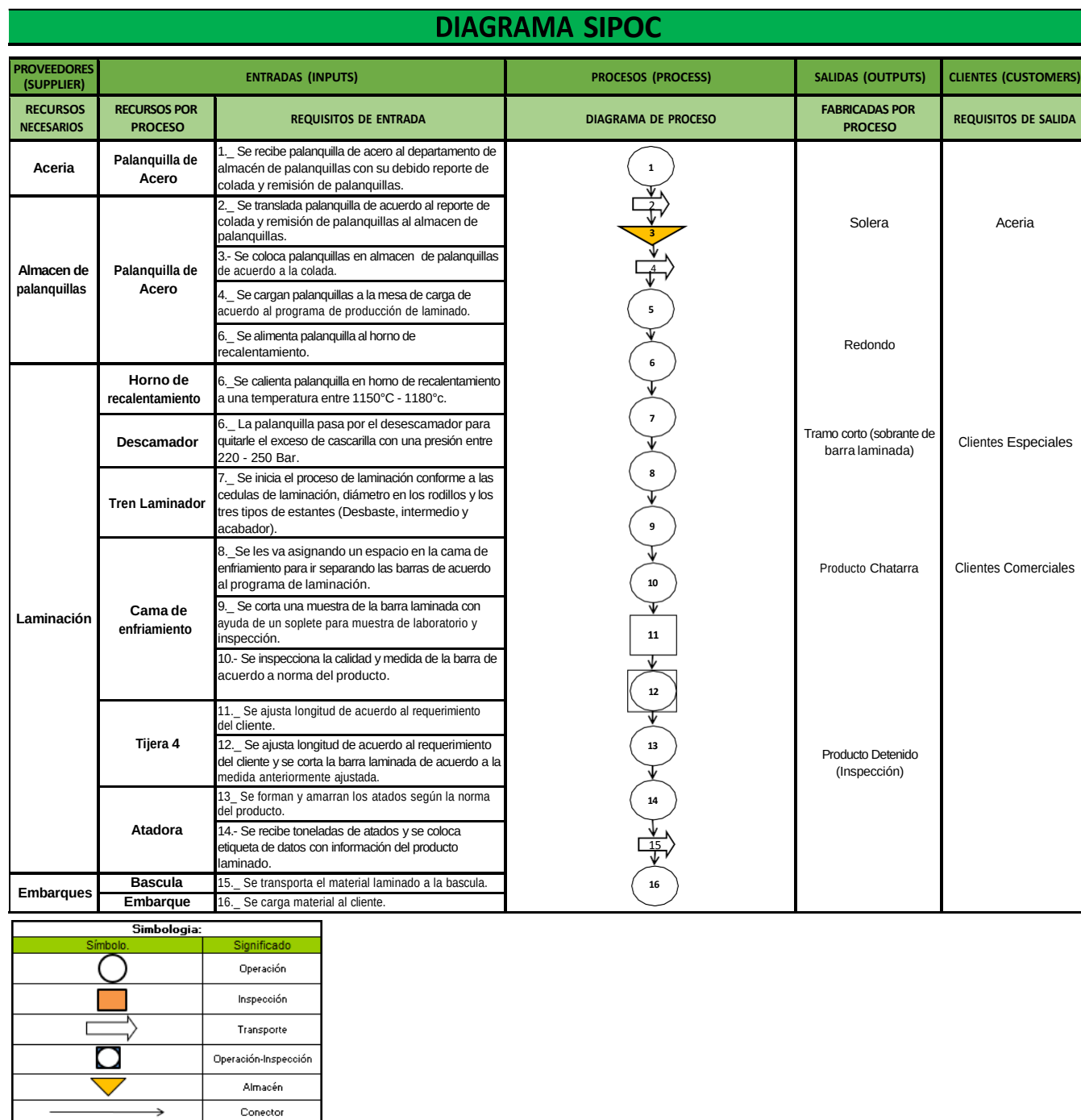


Ilustración 51: Tabla Diagrama SIPOC  
Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede observar en el diagrama; el proceso de laminación comienza desde el departamento de “Almacén de palanquillas” cuando se alimenta la palanquilla al horno de recalentamiento, hasta que pasa por último proceso al departamento de embarques.

### 3.1.5 identificación de variables:

Con representación del diagrama SIPOC, es posible evaluar más a detalle las variables de entrada y salida que interactúa con el proceso de laminación que intervienen en el proceso de laminación que se desea analizar.

Se realizó una tabla (ver tabla 4) la cual permite describir cada una de las variables y que función interactúan con el proceso.

| VARIABLES DEL PROCESO                        | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Palanquilla de acero</b>                  | Es una barra de acero fabricada a partir de acero crudo.                                                                                                                                                         |
| <b>Reporte de colada</b>                     | Es un documento que avala el grado de acero.                                                                                                                                                                     |
| <b>Documento de Remisión de palanquillas</b> | Es la liberación de la colada por laboratorio.                                                                                                                                                                   |
| <b>Almacén de palanquillas</b>               | Departamento el cual se encarga de recibir, inspeccionar, alotar y alimentar las palanquillas de acero al horno de recalentamiento.                                                                              |
| <b>Programa de producción de laminado</b>    | Es una emisión que indica el laminado de palanquillas para el producto por laminar.                                                                                                                              |
| <b>Temperatura</b>                           | La temperatura es una magnitud física que indica la energía interna de un cuerpo, de un objeto o del medio ambiente en general, medida por un termómetro<br>La temperatura varía dependiendo del grado de acero. |
| <b>Relación Aire/Gas</b>                     | Es un balance para la determinación del recalentamiento del horno para las palanquillas.                                                                                                                         |
| <b>Presión</b>                               | Magnitud que se define como la derivada de la fuerza con respecto al área. Es para eliminar la escama excedente de la palanquilla por el desprendimiento del recalentamiento                                     |
| <b>Agua</b>                                  | Es para el enfriamiento de los rodillos laminadores                                                                                                                                                              |
| <b>Aire</b>                                  | Es para eliminar la cascarilla secundaria a la salida de los estantes.                                                                                                                                           |
| <b>Cedula de laminación</b>                  | Es un reporte el cual nos indica las secciones, velocidad y pases a utilizar en rodillos laminadores                                                                                                             |
| <b>Rodillos</b>                              | Según el diámetro de cada rodillo laminador va acorde a su velocidad de laminado.                                                                                                                                |
| <b>Estantes</b>                              | Es el complemento de entradas y salidas de un rodillo laminador.                                                                                                                                                 |
| <b>Velocidad</b>                             | Es el cambio de posición de un objeto con respecto al tiempo.<br>Esta reflejado en el proceso de laminado de cada producto, dependiendo el volumen del producto varia las revoluciones por minuto                |

|                                              |                                                                                                             |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Muestra</b>                               | Muestra que se corta en cama de enfriamiento para la inspección de la calidad.                              |
| <b>Formar atados</b>                         | Procedimiento donde se amarran/forman los fajos de material laminado para producto terminado.               |
| <b>Etiqueta de información de laminación</b> | Identificación de producto laminado que corresponde grado de acero, sección de material, longitud y cliente |
| <b>Embarques</b>                             | Departamento que se encarga de recibir, alotar, inspeccionar, validar y dar salida el producto terminado.   |
| <b>Consumidor</b>                            | Cliente a quien va dirigido el producto.                                                                    |

Tabla 4: Variables del proceso de laminación  
Fuente: (Simec Tlaxcala,2023)

## 3.2 ETAPA DE MEDICIÓN:

En esta segunda etapa, se obtuvo la recolección de datos mediante bitácora de registro, de los defectos superficiales generados en acabado final de los productos laminados del periodo octubre 2022 – febrero 2023.

### 3.2.1 Creación de base de datos históricos:

Para la creación de dicha información, se recabaron y utilizaron los reportes diarios de inspección de producto terminado, estos reportes son enviados al departamento de ingeniería de procesos por parte del encargado de sistemas de calidad, el cual manda un correo con el documento adjunto.

Este archivo contiene una base de datos que nos proporciona la información necesaria para analizar la información y poder realizar gráficas para tener una mejor interpretación de la situación.

Dicho documento nos proporciona la siguiente información:

- No de colada
- Grado de acero
- Tipo de perfil
- Toneladas totales
- Toneladas rechazadas
- Tipo de defecto

En la siguiente imagen (ver Ilustración 52), se muestra la base de datos utilizada para realizar las gráficas que se utilizaron para realizar el análisis de defectos superficiales y de esta manera identificar el defecto más presentado en el proceso.

| LME= 1407.57                                                                                                           |        | Actualizar |     | #REF!     |          | Para empujar: |      | #REF! |       |      |                       |                   |                   |        |          |            |                      |      |            |            |          |                  |                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------|-----|-----------|----------|---------------|------|-------|-------|------|-----------------------|-------------------|-------------------|--------|----------|------------|----------------------|------|------------|------------|----------|------------------|-----------------------|
| Reporte de Asignación, Liberación y Degradación de Acero Especificado de U2 / V1:                                      |        |            |     |           |          |               |      |       |       |      |                       |                   |                   |        |          |            |                      |      |            |            |          |                  |                       |
| Campaña Ene a Dic 2016 + Ene a Dic 2017 + Ene a Dic 2018 + Ene a Dic 2019+Ene a Dic 2020+Ene a Dic 2021+Ene a Dic 2022 |        |            |     |           |          |               |      |       |       |      |                       |                   |                   |        |          |            |                      |      |            |            |          |                  |                       |
| Mes                                                                                                                    | año    | Día Fec    | Lib | Orden de  | Colado   | Aero          | Ins  | Per   | p.    | Tipo | Recepción de material |                   | Material liberado |        | Embarcar | Quemada    | Asignación de ayudas |      | 6.- Hojas  | 7.- Marcas | 8.- Raya | 9.- Incrust Case | 12.- Oval / Descuadre |
|                                                                                                                        |        |            |     |           |          |               |      |       |       |      | Recepción de material | Material liberado | Adidos            | Degrad |          |            |                      |      |            |            |          |                  |                       |
| Actual                                                                                                                 | oct-22 | 28         | 28  | 762063200 | 3198022  | E5160H        | H SW | 23    | 62.13 | 23   | 61.81                 | 0                 | 0                 | 23     | 0.00     | Henrickson | paq 1016222          | 0.32 | 15/10/2022 |            |          |                  |                       |
| Actual                                                                                                                 | oct-22 | 28         | 28  | 762063200 | 3197022  | E5160H        | H SW | 11    | 27.76 | 11   | 27.76                 | 0                 | 0                 | 11     | 0.00     | Henrickson | paq 1016111          | 0.00 | 15/10/2022 |            |          |                  |                       |
| Actual                                                                                                                 | dic-22 | 17         | 17  | 762063200 | 3577022  | E5160H        | H SW | 5     | 14.95 | 5    | 14.95                 | 0                 | 0                 | 5      | 0.00     | Henrickson | paq 2016205          | 0.00 | 15/10/2022 |            |          |                  |                       |
| Actual                                                                                                                 | dic-22 | 17         | 17  | 762063200 | 3578122  | E5160H        | H SW | 23    | 71.19 | 22   | 71.19                 | 0                 | 0                 | 22     | 0.00     | Henrickson | paq 2016221          | 3.57 | 15/10/2022 |            |          |                  |                       |
| Actual                                                                                                                 | dic-22 | 17         | 17  | 762063200 | 3579022  | E5160H        | H SW | 15    | 30.93 | 16   | 30.54                 | 0                 | 0                 | 16     | 0.00     | Henrickson | paq 2016207          | 0.39 | 15/10/2022 |            |          |                  |                       |
| Actual                                                                                                                 | dic-22 | 17         | 17  | 762063200 | 3579822  | E5160H        | H SW | 13    | 42.12 | 13   | 42.12                 | 0                 | 0                 | 8      | 16.20    | Henrickson | paq 2016220          | 0.00 | 15/10/2022 |            |          |                  |                       |
| Actual                                                                                                                 | dic-22 | 17         | 17  | 762063200 | 3580122  | E5160H        | H SW | 20    | 67.97 | 19   | 67.97                 | 0                 | 0                 | 18     | 3.33     | Henrickson | paq 2016116          | 0.00 | 15/10/2022 |            |          |                  |                       |
| Actual                                                                                                                 | dic-22 | 17         | 17  | 762063200 | 3580122  | E5160H        | H SW | 23    | 70.19 | 23   | 69.32                 | 0                 | 0                 | 23     | 0.00     | Henrickson | paq 2016223          | 0.67 | 15/10/2022 |            |          |                  |                       |
| Actual                                                                                                                 | dic-22 | 17         | 17  | 762063200 | 3580822  | E5160H        | H SW | 17    | 54.88 | 17   | 54.88                 | 0                 | 0                 | 17     | 0.00     | Henrickson | paq 1016117          | 0.00 | 15/10/2022 |            |          |                  |                       |
| Actual                                                                                                                 | ene-23 | 26         | 26  | 762063474 | 02180023 | E5160H        | H SW | 13    | 43.67 | 13   | 43.67                 | 0                 | 0                 | 13     | 0.00     | Henrickson | paq 2016213          | 0.00 | 15/10/2023 |            |          |                  |                       |
| Actual                                                                                                                 | ene-23 | 26         | 26  | 762063474 | 02190023 | E5160H        | H SW | 20    | 68.20 | 18   | 64.63                 | 0                 | 0                 | 18     | 0.00     | Henrickson | paq 2016217          | 3.57 | 15/10/2023 |            |          |                  |                       |
| Actual                                                                                                                 | ene-23 | 26         | 26  | 762063474 | 02200023 | E5160H        | H SW | 21    | 68.51 | 21   | 68.51                 | 0                 | 0                 | 9      | 39.15    | Henrickson | paq 2016207          | 0.00 | 15/10/2023 |            |          |                  |                       |
| Actual                                                                                                                 | ene-23 | 26         | 26  | 762063474 | 02210023 | E5160H        | H SW | 23    | 67.40 | 23   | 67.40                 | 0                 | 0                 | 23     | 0.00     | Henrickson | paq 2016323          | 0.00 | 15/10/2023 |            |          |                  |                       |
| Actual                                                                                                                 | ene-23 | 26         | 26  | 762063474 | 02220023 | E5160H        | H SW | 22    | 65.88 | 22   | 65.88                 | 0                 | 0                 | 18     | 11.98    | Henrickson | paq 2016317          | 0.00 | 15/10/2023 |            |          |                  |                       |

Ilustración 52: Base de Datos  
Fuente: (Simec Tlaxcala,2023)

Como primer paso de análisis, gracias a los datos proporcionados se realizó una estratificación de defectos superficiales en el tren de laminación dos (ver ilustración 53), donde se identificó y se analizó cada uno de los defectos uno de los defectos potenciales que se presenta en el proceso de laminación en el periodo de octubre 2022 – febrero 2023.

| ESTRATIFICACIÓN DE DEFECTOS DE EN EL MOLINO 2 POR MESES "OCTUBRE 2022 A FEBRERO 2023" |                     |              |           |            |          |                  |                  |                  |                       |                 |                 |                   |                   |                       |                           |                    |                 |                       |               |             |                 |                             |                  |                |                        |            |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------|-----------|------------|----------|------------------|------------------|------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------|-----------------|-----------------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------------|------------------|----------------|------------------------|------------|---|
| Defectos                                                                              |                     |              |           |            |          |                  |                  |                  |                       |                 |                 |                   |                   |                       |                           |                    |                 |                       |               |             |                 |                             |                  |                |                        |            |   |
|                                                                                       |                     |              |           |            |          |                  |                  |                  |                       |                 |                 |                   |                   |                       |                           |                    |                 |                       |               |             |                 |                             |                  |                |                        |            |   |
| MESES                                                                                 | 4.- Grietas Superf. | 5.- Traslape | 6.- Hojas | 7.- Marcas | 8.- Raya | 9.- Incrust Casc | 10.- Alto Medida | 11.- Bajo Medida | 12.- Oval / Descuadre | 13.- Ancho Alto | 14.- Ancho Bajo | 15.- Espesor Alto | 16.- Espesor Bajo | 17.- Planicidad Fuera | 18.- Diferencia Espesores | 20.- Corte Deform. | 25.- Long corta | 26.- B puntas y colas | 27.- Rectitud | 28.- Camber | 29.- Ondulacion | 46.- Marcas de enderezadora | 47.- Inclusiones | 52.- Sopletazo | Material no encontrado | Diferencia |   |
|                                                                                       |                     |              |           |            |          |                  |                  |                  |                       |                 |                 |                   |                   |                       |                           |                    |                 |                       |               |             |                 |                             |                  |                |                        |            |   |
|                                                                                       | Octubre 2022        | 1897.7       | 0         | 11.8       | 141      | 0                | 0                | 0                | 0                     | 0               | 0               | 0                 | 0                 | 0                     | 0                         | 0                  | 0.6             | 0                     | 0             | 0           | 0               | 0                           | 8.27             | 1080.6         | 19.8                   | 0          | 0 |
|                                                                                       | Noviembre 2022      | 1555.9       | 0         | 8.55       | 12.44    | 1.15             | 36.97            | 0                | 0                     | 10.884          | 0               | 0                 | 0                 | 0                     | 0                         | 0                  | 0               | 0                     | 0             | 4.44        | 0               | 0                           | 7.66             | 505.05         | 0                      | 0          | 0 |
|                                                                                       | Diciembre 2022      | 974.46       | 0         | 38.61      | 15.26    | 33.16            | 43.67            | 0                | 4.71                  | 12.33           | 0               | 0                 | 0                 | 0                     | 0                         | 0                  | 0               | 0                     | 0             | 0           | 0               | 0                           | 23.53            | 180.23         | 0                      | 0          | 0 |
|                                                                                       | Enero 2023          | 808.63       | 0         | 14.15      | 0        | 16.6             | 80.39            | 0                | 0                     | 108.36          | 0               | 0                 | 0                 | 0                     | 0                         | 0                  | 0               | 0                     | 0             | 0           | 0               | 0                           | 5.2              | 401.15         | 0                      | 0          | 0 |
|                                                                                       | Febrero 2023        | 746.66       | 0         | 6.45       | 0        | 59.81            | 14.21            | 0                | 0                     | 0               | 0               | 0                 | 0                 | 0                     | 0                         | 0                  | 0               | 4                     | 0             | 0           | 0               | 0                           | 10.07            | 348.37         | 0                      | 0          | 0 |
| AL POR MESES:                                                                         | 6068.4              | 0            | 76.94     | 83.11      | 103.72   | 181.24           | 0                | 9.72             | 4.71                  | 140.57          | 0               | 0                 | 0                 | 0                     | 0                         | 0.6                | 4               | 0.66                  | 4.44          | 0           | 0               | 54.73                       | 2535.4           | 19.8           | 0                      | 0          |   |

Ilustración 53: Estratificación de defectos superficiales  
Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se realizó una lista de defectos para descartar que no se generan en el proceso de laminación como se muestra a continuación:

| DEFECTOS            |                          |     |                        |
|---------------------|--------------------------|-----|------------------------|
| LISTADO DE DEFECTOS |                          |     |                        |
| No.                 | Descripción              | No. | Descripción            |
| 1                   | análisis químico         | 29  | marcas de enderezado   |
| 2                   | ancho alto               | 30  | marcas discontinuas    |
| 3                   | ancho bajo               | 31  | Mat. De prueba         |
| 4                   | atrape                   | 32  | Mat. Quemado           |
| 5                   | bigote                   | 33  | mezcla de aceros       |
| 6                   | camber                   | 34  | mezcla de coladas      |
| 7                   | corte agrietado          | 35  | ondulación             |
| 8                   | corte deformado          | 36  | ovalamiento            |
| 9                   | corte fracturado         | 37  | planicidad             |
| 10                  | costilla                 | 38  | puntas disperejas      |
| 11                  | decarburacion            | 39  | Puntas quemadas        |
| 12                  | defecto interno          | 40  | radios fuera           |
| 13                  | descuadre                | 41  | raya                   |
| 14                  | Diam. Alto y ovalamiento | 42  | Rectitud fuera         |
| 15                  | Diam. Bajo               | 43  | rombosidad             |
| 16                  | Diam. Bajo y ovalamiento | 44  | segregacion            |
| 17                  | dureza                   | 45  | sobrepeso              |
| 18                  | espesor alto             | 46  | tamaño de grano        |
| 19                  | espesor bajo             | 47  | tramo corto            |
| 20                  | gietas                   | 48  | traslape               |
| 21                  | grieta interna           | 49  | zopletazo              |
| 22                  | Hojas                    | 50  | Bisel con enterrones   |
| 23                  | inclusiones              | 51  | Bisel incompleto       |
| 24                  | Incrust.de cascarilla    | 52  | Bisel en mala posición |
| 25                  | Long. Corta              | 53  | Barras sin Bisel       |
| 26                  | Long. Larga              | 54  | Mat. Enderezado/dañado |
| 27                  | marcas                   | 55  | Puntas Azules          |
| 28                  | marcas continuas         |     |                        |

| DEFECTOS EN AREA DE LAMINACIÓN |                   |            |             |
|--------------------------------|-------------------|------------|-------------|
| Defecto de corte               |                   | Dimension: |             |
| 1                              | corte agrietado   | 1          | long. Corta |
| 2                              | corte deformado   | 2          | long. Larga |
| 3                              | corte fracturado  | 3          | tramo corto |
| 4                              | corte con rebaba  |            |             |
| 5                              | corte desuniforme |            |             |

| Defecto superficial |                            | Defecto interno |                 |
|---------------------|----------------------------|-----------------|-----------------|
| 1                   | grieta                     | 1               | grieta interna  |
| 2                   | hojas                      | 2               | inclusiones     |
| 3                   | atrape                     | 3               | segregacion     |
| 4                   | decarburacion              | 4               | defecto interno |
| 5                   | raya                       |                 |                 |
| 6                   | traslape                   |                 |                 |
| 7                   | zopletazo                  |                 |                 |
| 8                   | incrust.de cascarilla      |                 |                 |
| 9                   | marcas de rodillos         |                 |                 |
| 10                  | marcas continuas           |                 |                 |
| 11                  | rectitud fuera             |                 |                 |
| 12                  | marcas discontinuas-golpes |                 |                 |

### 3.2.2 Análisis del proceso:

Después de segmentar los defectos generales a solo los defectos superficiales, se realizó la recopilación de datos de los 5 defectos que más porcentaje presentan en el proceso de laminación del tren laminador dos. (ver tabla 5)

| MOLINO<br>2 | Defectos         | 6.-<br>Hojas | 7.-<br>Marcas | 8.-<br>Raya | 9.-<br>Incrust<br>Casc | 12.-<br>Oval /<br>Descua<br>dre | TOTAL  |
|-------------|------------------|--------------|---------------|-------------|------------------------|---------------------------------|--------|
|             | MESES            |              |               |             |                        |                                 |        |
|             | Octubre 2022     | 11.18        | 1.41          | 0           | 0                      | 0                               | 12.59  |
|             | Noviembre 2022   | 8.55         | 72.44         | 1.15        | 36.97                  | 19.884                          | 138.99 |
|             | Diciembre 2022   | 36.61        | 15.26         | 33.16       | 49.67                  | 12.33                           | 147.03 |
|             | Enero 2023       | 14.15        | 0             | 16.6        | 80.39                  | 108.36                          | 219.50 |
|             | Febrero 2023     | 6.45         | 0             | 58.81       | 14.21                  | 0                               | 79.47  |
|             | TOTAL POR MESES: | 76.94        | 89.11         | 109.72      | 181.24                 | 140.574                         |        |

|            |        |
|------------|--------|
| SUMATORIA: | 597.58 |
|------------|--------|

|                        |     |     |     |     |     |
|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| % DE DEFECTOS POR MES: | 13% | 15% | 18% | 30% | 24% |
|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|

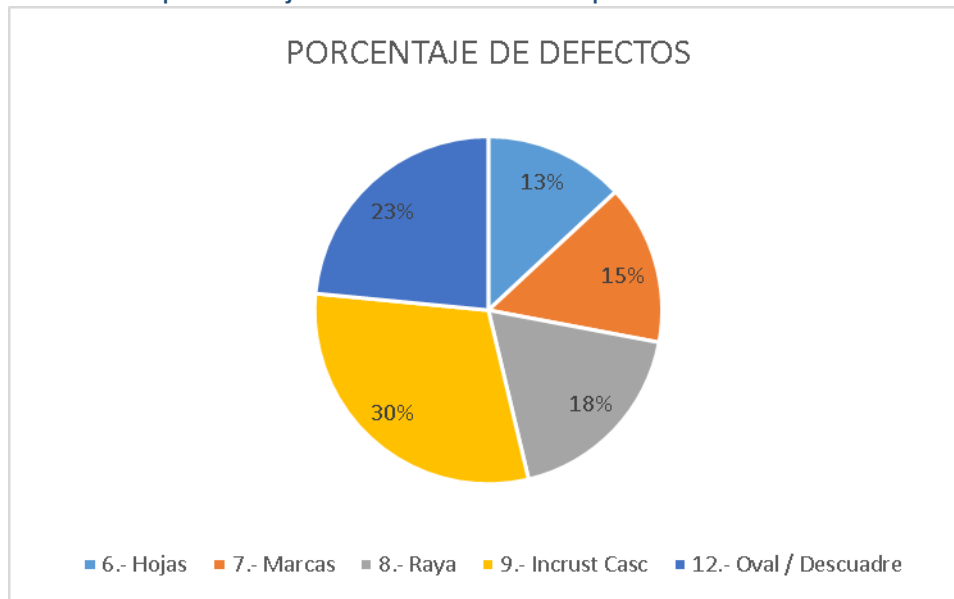
  

|                         |  |
|-------------------------|--|
| TOTAL DE DEFECTOS EN %: |  |
|-------------------------|--|

Tabla 5: 5 defectos con mayor porcentaje en proceso de laminación

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.2.1 Gráfica de porcentajes de los defectos superficiales

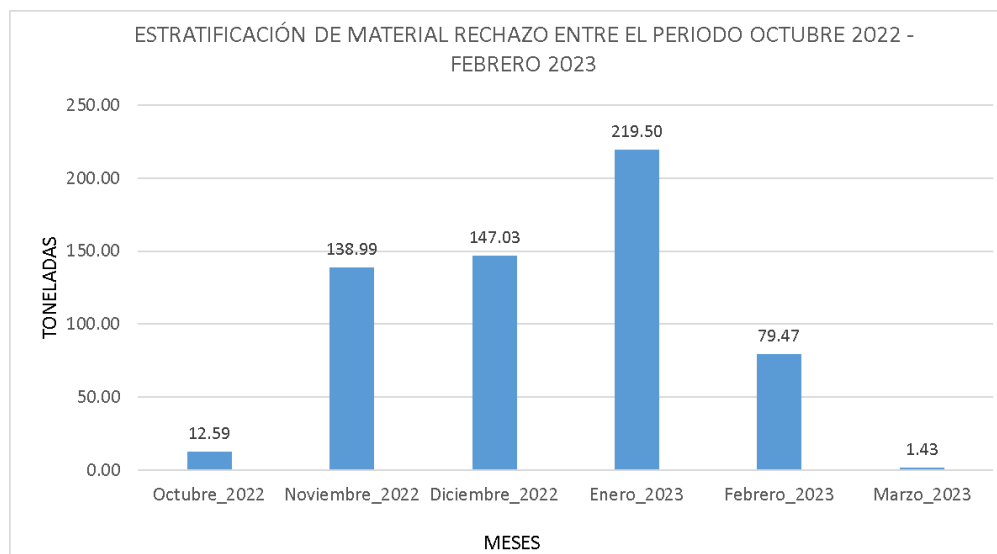


Gráfica1: Porcentajes de los defectos superficiales  
Fuente: Elaboración propia

Como se logra representar en la gráfica, el defecto de incrustación de cascarilla presenta mayor porcentaje con un 30% mientras que en segundo lugar tenemos el defecto de ovalamiento/ descuadre con un porcentaje de 24% y por último el defecto de raya con 18%.

### 3.2.2.2 Estratificación de material rechazado

Posteriormente se realizó una estratificación de material rechazado en el periodo entre octubre 2022 – febrero 2023, la cual nos representa que el mes de enero fue el que presentó mayores toneladas rechazadas con un total de 219.50:



Gráfica 2: estratificación de material rechazado  
Fuente: Elaboración propia

### 3.2.2.3 Estratificación de defectos superficiales por mes

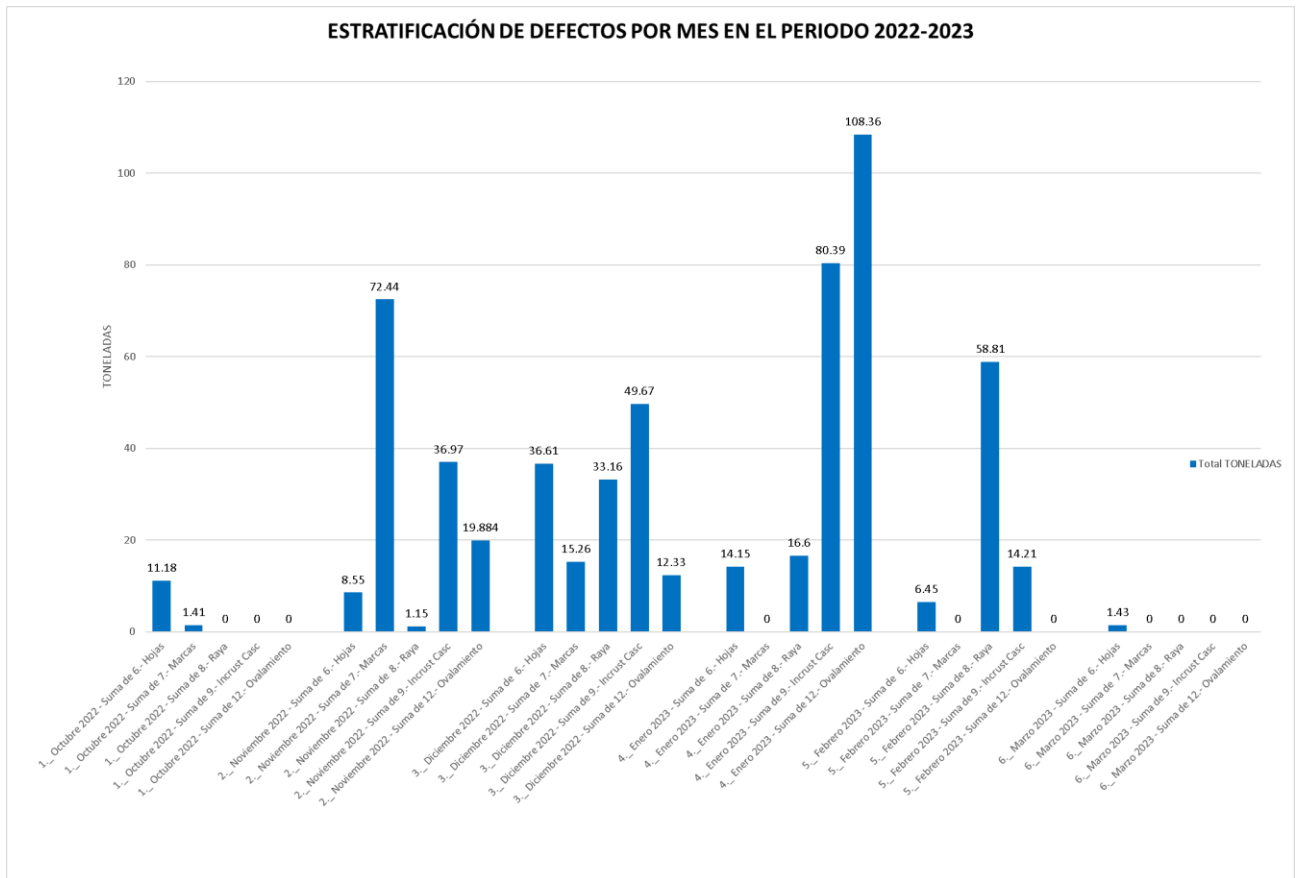
Asimismo, se hizo una tabulación de defectos superficiales por mes (ver tabla 6) en el mismo periodo para conocer el comportamiento y la relación con el mes:

#### ESTRATIFICACIÓN DE DEFECTOS SUPERFICIALES POR MES EN EL PERIODO 2022-2023

| DEFECTOS POR MESES AÑO 2022                  | Total TONELADAS |
|----------------------------------------------|-----------------|
| 1. Octubre 2022 - Suma de 6.- Hojas          | 11.18           |
| 1. Octubre 2022 - Suma de 7.- Marcas         | 1.41            |
| 1. Octubre 2022 - Suma de 8.- Raya           | 0               |
| 1. Octubre 2022 - Suma de 9.- Incrust Casc   | 0               |
| 1. Octubre 2022 - Suma de 12.- Ovalamiento   | 0               |
| 2. Noviembre 2022 - Suma de 6.- Hojas        | 8.55            |
| 2. Noviembre 2022 - Suma de 7.- Marcas       | 72.44           |
| 2. Noviembre 2022 - Suma de 8.- Raya         | 1.15            |
| 2. Noviembre 2022 - Suma de 9.- Incrust Casc | 36.97           |
| 2. Noviembre 2022 - Suma de 12.- Ovalamiento | 19.884          |
| 3. Diciembre 2022 - Suma de 6.- Hojas        | 36.61           |
| 3. Diciembre 2022 - Suma de 7.- Marcas       | 15.26           |
| 3. Diciembre 2022 - Suma de 8.- Raya         | 33.16           |
| 3. Diciembre 2022 - Suma de 9.- Incrust Casc | 49.67           |
| 3. Diciembre 2022 - Suma de 12.- Ovalamiento | 12.33           |

| DEFECTOS POR MESES AÑO 2022             | Total TONELADAS |
|-----------------------------------------|-----------------|
| 4. Enero 2023 - Suma de 6.- Hojas       | 14.15           |
| 4. Enero 2023 - Suma de 7.- Marcas      | 0               |
| 4. Enero 2023 - Suma de 8.- Raya        | 16.6            |
| 4. Enero 2023 - Suma de 9.- Incrust Ca  | 80.39           |
| 4. Enero 2023 - Suma de 12.- Ovalamie   | 108.36          |
| 5. Febrero 2023 - Suma de 6.- Hojas     | 6.45            |
| 5. Febrero 2023 - Suma de 7.- Marcas    | 0               |
| 5. Febrero 2023 - Suma de 8.- Raya      | 58.81           |
| 5. Febrero 2023 - Suma de 9.- Incrust C | 14.21           |
| 5. Febrero 2023 - Suma de 12.- Ovalam   | 0               |

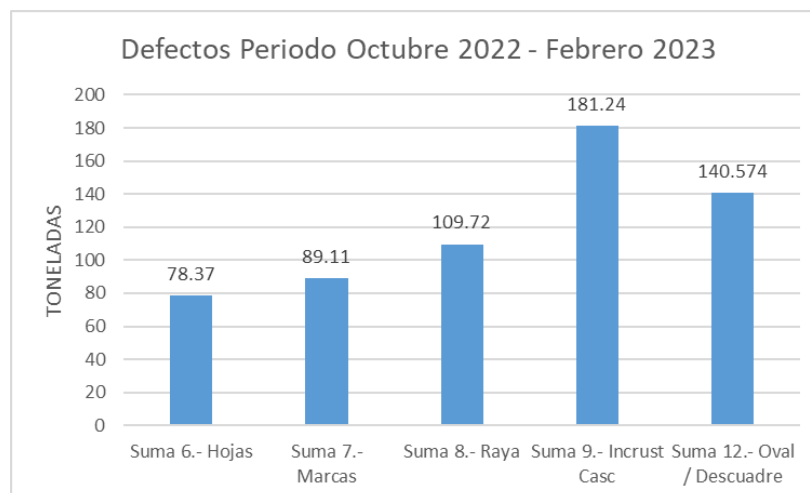
Tabla 6: Estratificación de defectos superficiales por mes  
Fuente: Elaboración propia



Grafica 3: Defectos superficiales por mes  
Fuente: Elaboración propia

### 3.2.2.4 Graficas para identificar la suma de las toneladas rechazadas por cada uno de los defectos:

En esta gráfica de toneladas de rechazadas se puede apreciar el defecto superficial con mayor tonelaje laminado, en este caso el defecto de incrustación de cascarilla con un tonelaje total de 181.24 toneladas durante en el periodo de 5 meses.



Grafica 4: Sumatoria de toneladas de Defectos superficiales  
Fuente: Elaboración propia

De igual manera se realizaron graficas individuales por cada defecto para analizar más a detalle que mes fue el que tuvo mayor tonelaje rechazado y que grado de acero fue, para así después implementar una lluvia de ideas y dar las posibles soluciones. a continuación, se, muestran las gráficas por defectos:

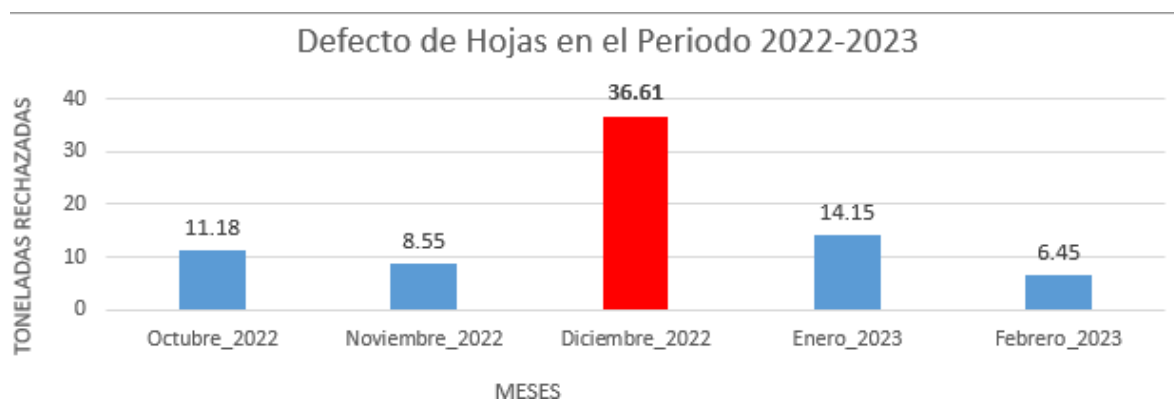
#### 3.2.2.4.1 Datos de las toneladas rechazadas del defecto de Hojas

##### 1.\_ DEFECTO DE HOJAS:

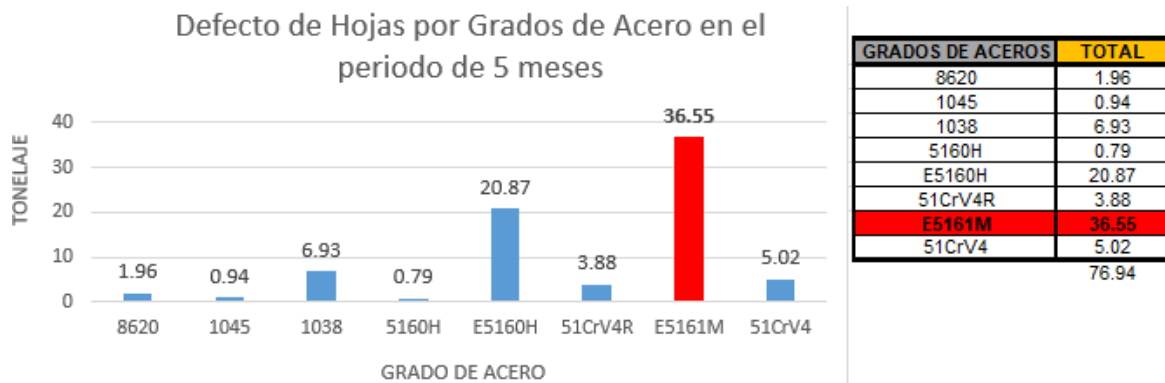
Como se puede observar en la tabla, el mes que presento mayor tonelaje de producto laminado rechazado fue diciembre con un total de 36.61 toneladas. (ver tabla 7)

| MOLINO<br>2 | Defecto        | 6.-<br>Hojas |
|-------------|----------------|--------------|
|             | MESES          |              |
|             | Octubre 2022   | 11.18        |
|             | Noviembre 2022 | 8.55         |
|             | Diciembre 2022 | 36.61        |
|             | Enero 2023     | 14.15        |
|             | Febrero 2023   | 6.45         |
|             |                | 76.94        |

Tabla 7: Datos de las toneladas rechazadas del defecto de Hojas  
Fuente: Elaboración propia



Gráfica 5: Defecto de Hojas en el Periodo 2022-2023  
Fuente: Elaboración propia



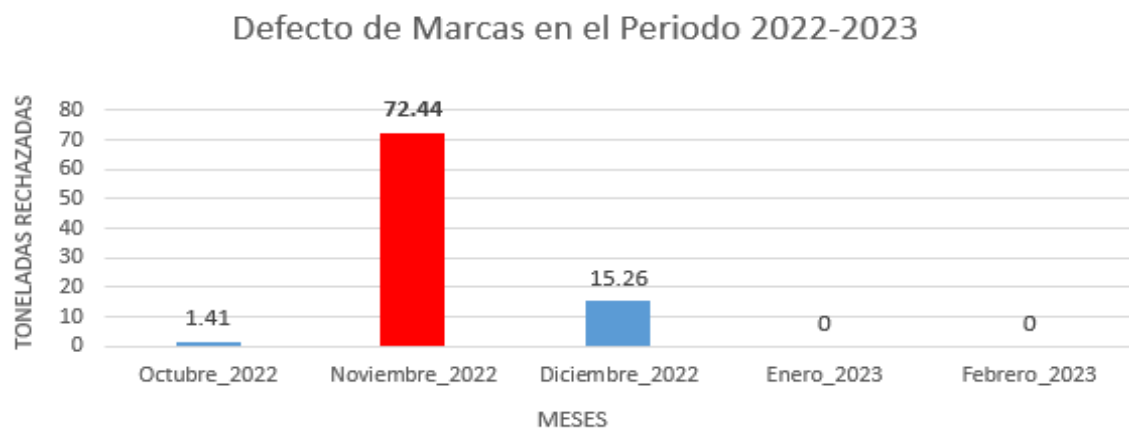
Gráfica 6: Defecto de Hojas por Grado de Acero en el periodo 2022-2023  
Fuente: Elaboración propia

#### 3.2.2.4.2 Datos de las toneladas rechazadas del defecto de marcas

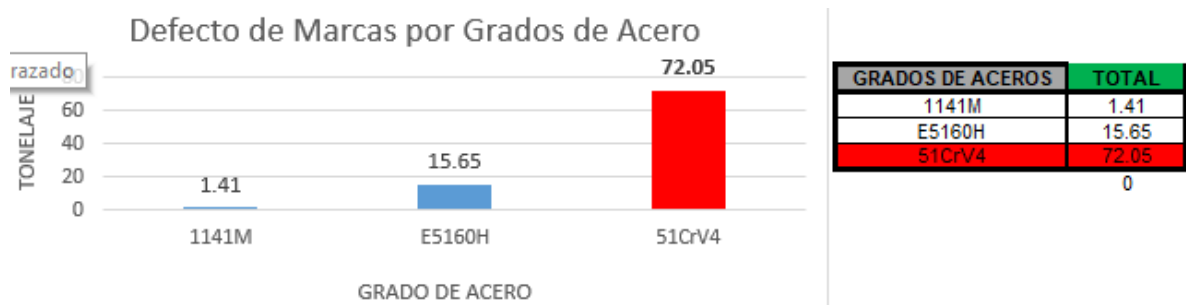
Como se puede observar en la tabla, el mes que presento mayor tonelaje de producto laminado rechazado fue noviembre con un total de 72.44 toneladas. (ver tabla 8).

| MOLINO 2 | Defecto               | Suma<br>7 -<br>Marcas |
|----------|-----------------------|-----------------------|
|          | MESES                 |                       |
|          | Octubre 2022          | 1.41                  |
|          | <b>Noviembre 2022</b> | <b>72.44</b>          |
|          | Diciembre 2022        | 15.26                 |
|          | Enero 2023            | 0                     |
|          | Febrero 2023          | 0                     |
|          | Marzo 2023            | 0                     |
|          |                       | 89.11                 |

Tabla 8: Datos de las toneladas rechazadas del defecto de Hojas  
Fuente: Elaboración propia



Gráfica 7: Defecto de Marcas en el Periodo 2022-2023  
Fuente: Elaboración propia



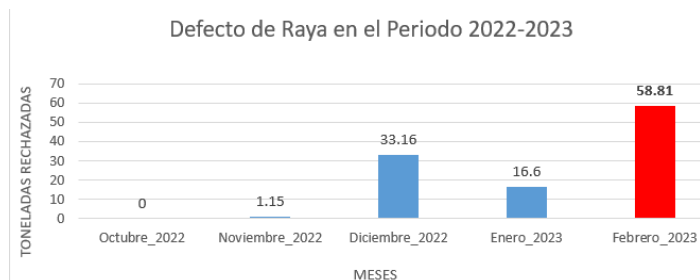
Gráfica 8: Defecto de Marcas por Grado de Acero en el periodo 2022-2023  
Fuente: Elaboración propia

#### 3.2.2.4.3 Datos de las toneladas rechazadas del defecto de raya:

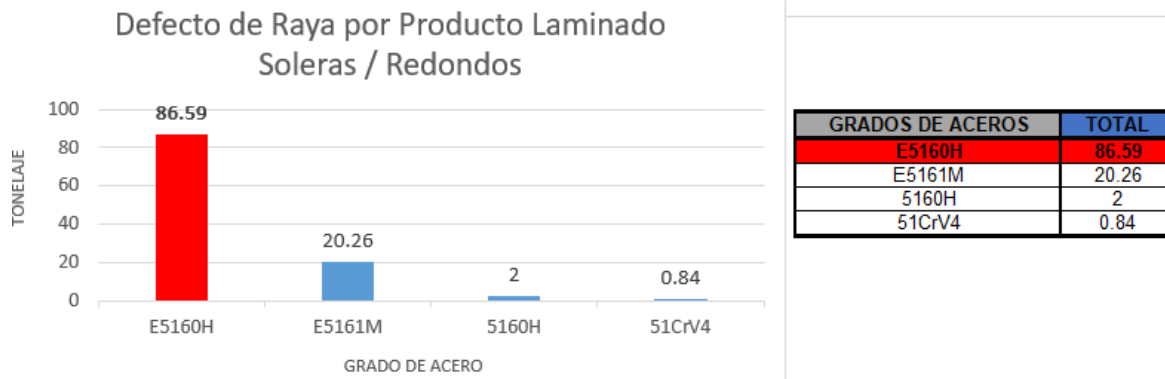
Como se puede observar en la tabla, el mes que presento mayor tonelaje de producto laminado rechazado fue febrero con un total de 58.81 toneladas. (ver tabla 9).

| MOLINO 2 | Defecto        | Suma 8.-<br>Raya |
|----------|----------------|------------------|
|          | MESES          |                  |
|          | Octubre 2022   | 0                |
|          | Noviembre 2022 | 1.15             |
|          | Diciembre 2022 | 33.16            |
|          | Enero 2023     | 16.6             |
|          | Febrero 2023   | 58.81            |
|          | Marzo 2023     | 0                |
|          |                | 109.72           |

Tabla 9: Datos de las toneladas rechazadas del defecto de Rayas  
Fuente: Elaboración propia



Gráfica 9: Defecto de Rayas en el Periodo 2022-2023  
Fuente: Elaboración propia



Gráfica 10: Defecto de Rayas por Grado de Acero en el periodo 2022-2023  
Fuente: Elaboración propia

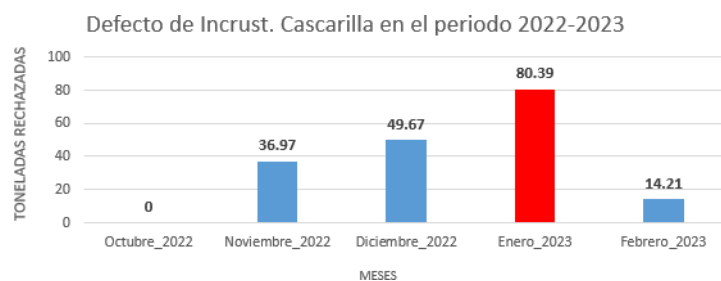
#### 3.2.2.4.4 Datos de las toneladas rechazadas del defecto de incrustación de cascarilla:

Como se puede observar en la tabla, el mes que presento mayor tonelaje de producto laminado rechazado fue enero con un total de 80.39 toneladas. (ver tabla 10).

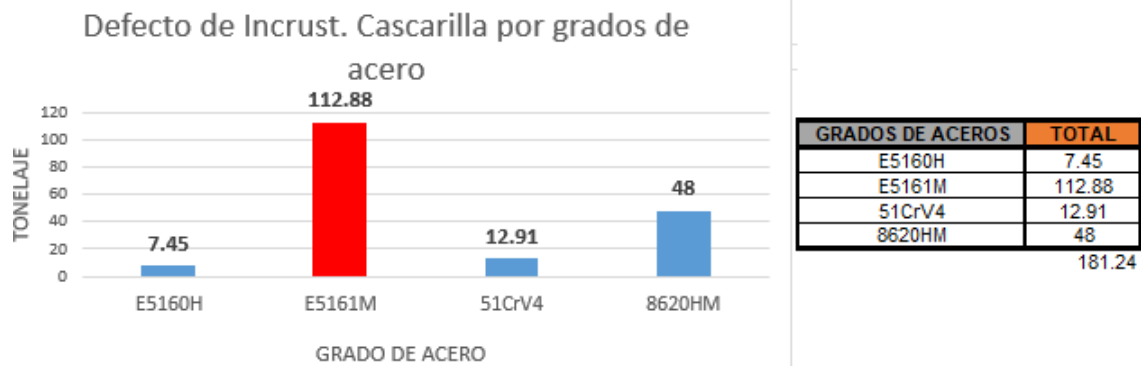
| MOLINO 2 | Defectos       | Suma<br>9 -<br>Incrust<br>Casc |
|----------|----------------|--------------------------------|
|          | MESES          |                                |
|          | Octubre 2022   | 0                              |
|          | Noviembre 2022 | 36.97                          |
|          | Diciembre 2022 | 49.67                          |
|          | Enero 2023     | 80.39                          |
|          | Febrero 2023   | 14.21                          |
|          | Marzo 2023     | 0                              |

181.24

Tabla 10: Datos de las toneladas rechazadas del defecto de Incrustación de Cascarilla  
Fuente: Elaboración propia



Gráfica 11: Defecto de Incrustación de cascarilla en el Periodo 2022-2023  
Fuente: Elaboración propia



Gráfica 12: Defecto de Incrustación de cascarilla por Grado de Acero en el periodo 2022-2023  
Fuente: Elaboración propia

#### 3.2.2.4.5 Datos de las toneladas rechazadas del defecto de Ovalamiento / descuadre:

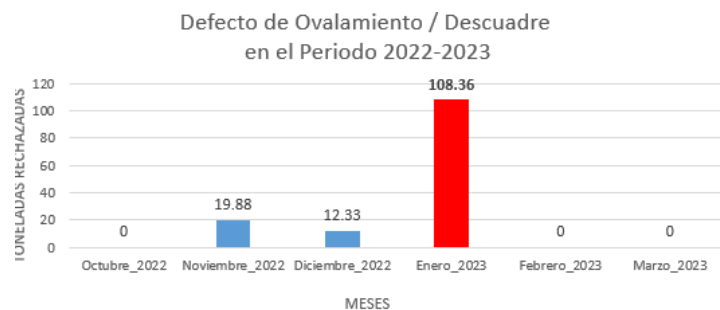
Como se puede observar en la tabla, el mes que presento mayor tonelaje de producto laminado rechazado fue el mes de enero con un total de 108.36 toneladas. (ver tabla 11).

| MOLINO 2 | Defectos       | Suma 12-<br>Ovalamien<br>to /<br>Descuadr<br>e |
|----------|----------------|------------------------------------------------|
|          | MESES          |                                                |
|          | Octubre_2022   |                                                |
|          | Noviembre_2022 |                                                |
|          | Diciembre_2022 |                                                |
|          | Enero_2023     |                                                |
|          | Febrero_2023   |                                                |
|          | Marzo_2023     |                                                |

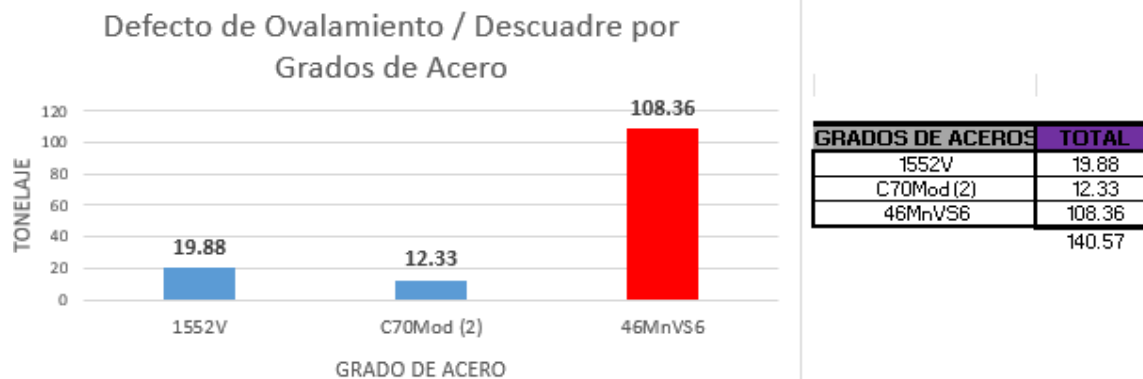
140.57

Tabla 11: Datos de las toneladas rechazadas del defecto de Oval/Descuadre

Fuente: Elaboración propia



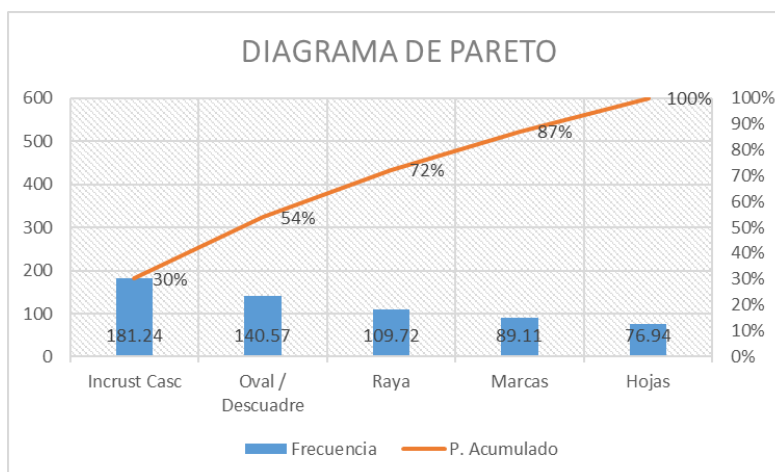
Gráfica 13: Defecto de Oval/Descuadre en el Periodo 2022-2023  
Fuente: Elaboración propia



Gráfica 14: Defecto de Oval/Descuadre por Grado de Acero en el periodo 2022-2023  
Fuente: Elaboración propia

### 3.2.2.5 Diagrama de Pareto:

Con ayuda del diagrama de Pareto, nos indica que los el 20 % del esfuerzo supone el 80% de los resultados. Como lo indica la gráfica el 80 % de los defectos en el periodo de octubre 2022 – febrero 2023 están dados por: incrustación de cascarilla, ovalamiento / descuadre y raya y el 20% defecto de rayas y hojas.



Gráfica 15: Diagrama de Pareto  
Fuente: Elaboración propia

## 4.- Etapa de Analizar:

En esta fase de la metodología, se analizó la información recopilada en la etapa anterior, con el objetivo de obtener las variables de entrada o salidas que afecten al proceso, asimismo definir cuáles son de mayor importancia para el proceso, es por ello que gracias al diagrama de Pareto; se evaluará los tres principales defectos que muestran mayor impacto, los cuales son:

1. Incrustación de cascarilla.
2. Raya
3. Ovalamiento / Descuadre.

Para mejorar la situación que enfrente el tren de laminación dos con respecto a los defectos superficiales, se contará con la participación del departamento de ingeniería, ingeniería de procesos y al equipo de trabajo que contribuirá con ideas de la posible causa de los defectos superficiales, comentar que se evaluó desde lo general, que provoca los defectos superficiales hasta evaluar los principales defectos que están afectando a la línea de laminación dos

Asimismo, esta etapa se compone por tres actividades:

- Lluvia de ideas: Se mencionan ideas de las posibles causas que un problema.
- Diagrama de Ishikawa: Nos permite representar los procesos a partir de sus causas y sus efectos.
- Técnica de grupo nominal: implica la identificación de un problema organizando las causas, para determinar la causa raíz.

#### 4.1 Identificación de los defectos superficiales en la línea de laminación dos mediante lluvia de ideas.

Se realizó la lluvia de ideas para defectos superficiales para conocer las variables que afectan directamente al proceso y que algunas se ven reflejadas desde el diagrama SIPOC (ver tabla 12).

| LLUVIA DE IDEAS                                             |  |
|-------------------------------------------------------------|--|
| DEFECTOS SUPERFICIALES                                      |  |
| DEFINICION DEL PROBLEMA:                                    |  |
| ¿Qué está generando los <b>DEFECTOS SUPERFICIALES?</b>      |  |
| POTENCIALES CAUSAS                                          |  |
| 1. Defectos en palanquillas                                 |  |
| 2. Guías mal alineadas                                      |  |
| 3. Altura incorrecta de los loopers                         |  |
| 4. Mal acomodo de del material en la T-4                    |  |
| 5. Mal muestreo de los estantes                             |  |
| 6. Mala alineacion de los canalones de paso                 |  |
| 7. Rodajas amarradas                                        |  |
| 8. Exceso de confianza del Personal de Operación            |  |
| 9. Mala alineacion de los estantes                          |  |
| 10. Falta de capacitación a Operadores T-4                  |  |
| 11. Rodillos (Camino de rodillos ) Gastados                 |  |
| 12. Canalones de paso en malas condiciones                  |  |
| 13. Falta de comunicación a mantto (Elec/ Mec)              |  |
| 14. Falta de definición de Puestos                          |  |
| 15. Mal maquinado de los rodillos laminadores               |  |
| 16. Falta de Cédulas de laminado                            |  |
| 17. No existe tiempo de vida para cambio de pases/ rodillos |  |
| 18. Mal calentamiento de Palanquillas                       |  |
| 19. Baja presión de agua en el molino                       |  |
| 20. Falla del empilador / cursor                            |  |
| 21. Alta velocidad en camino de rodillos                    |  |
| 22. Mala calibración de los equipo de medición              |  |

Tabla 12: Lluvia de ideas de defectos superficiales  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.1 Diagrama de Ishikawa de defectos superficiales en la línea de laminación dos:

Posteriormente se realizó el diagrama de Ishikawa (ver ilustración 54) para analizar y evaluar de manera visual los defectos generales y que afectan al proceso de laminación dos.

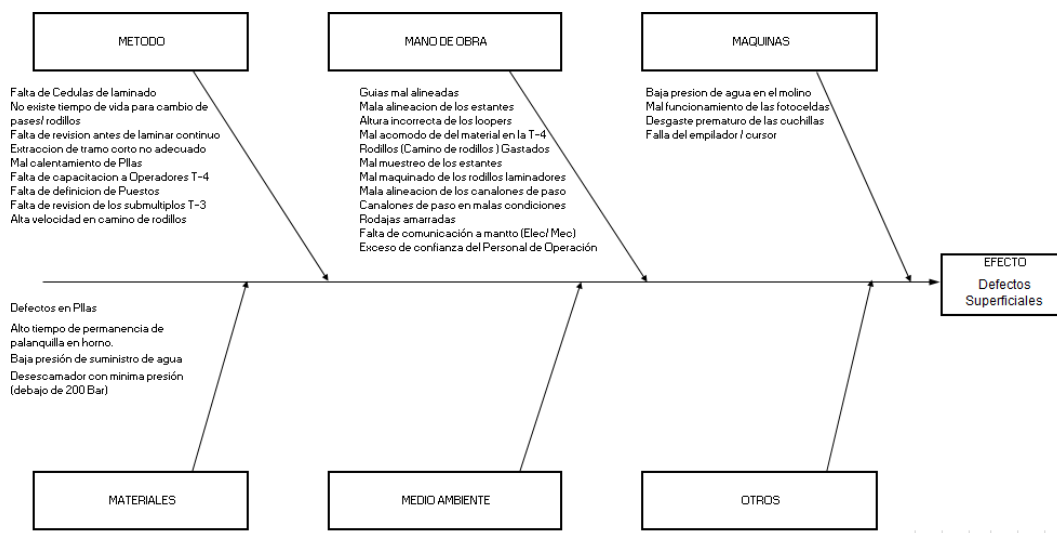


Ilustración 54: Diagrama de Ishikawa de defectos superficiales  
Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2 Identificación de los defectos potenciales en la línea de laminación dos.

##### 4.2.1 Lluvias de ideas de los defectos potenciales

Diagramas de Lluvias de ideas de los defectos potenciales en la línea de laminación dos:

## LLUVIA DE IDEAS

### DEFECTO DE INCRUSTACIÓN DE CASCARILLA

#### DEFINICIÓN DEL PROBLEMA:

¿Qué está generando el **DEFECTO DE INCRUSTACIÓN DE CASCARILLA**?

#### POTENCIALES CAUSAS

|     |                                                                          |
|-----|--------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | Incertidumbre calidad agua.                                              |
| 2.  | Descuido del operador del pulpito al poner el equipo (ON).               |
| 3.  | Falta de Seguimiento a temperaturas más alta de los termopares.          |
| 4.  | No se disminuye la temperatura en el horno en cada parada en el proceso. |
| 5.  | Falta de Requisición para el cambio de platos de los quemadores.         |
| 6.  | Quemadores Dañados.                                                      |
| 7.  | Falta de desescamador en el desbaste (aire).                             |
| 8.  | Tubería dañada del desescamador.                                         |
| 9.  | Cámara dañada.                                                           |
| 10. | Fugas de aire en los sistemas.                                           |
| 11. | Falla de alarma de presión mínima del desescamador.                      |
| 12. | Incertidumbre composición del acero.                                     |
| 13. | Incertidumbre en temperatura en la palanquilla.                          |
| 14. | Alta temperatura palanquillas                                            |
| 15. | Alto tiempo permanencia de palanquilla.                                  |
| 16. | Baja presión suministro de agua.                                         |
| 17. | Aire demasiado húmedo.                                                   |
| 18. | Termopares sin repuesto.                                                 |
| 19. | Paros imprevistos molino.                                                |
| 20. | Alta velocidad camino de rodillos.                                       |
| 21. | Baja frecuencia de guía de inspección.                                   |
| 22. | Baja presión en el desescamador.                                         |
| 23. | Tiempo de permanencia del material dentro del Horno de recalentamiento.  |
| 24. | Falta supervisión.                                                       |
| 25. | No se registran las temperaturas reales en las condiciones de laminado.  |
| 26. | Falta monitorear los grados de acero que presenten cascarilla.           |

Tabla 13: Lluvia de ideas del defecto de incrustación de cascarilla.  
Fuente: Elaboración Propia

## LLUVIA DE IDEAS

### DEFECTO DE RAYA

#### DEFINICIÓN DEL PROBLEMA:

¿Qué está generando el **DEFECTO DE RAYA**?

#### POTENCIALES CAUSAS

|     |                                                                                          |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | Falta cambiar rodillos con desgaste en el CDR entrada a cama de enfriamiento             |
| 2.  | Rodajas con material pegado en los módulos del cursor de la cama de enfriamiento         |
| 3.  | Canalones falsos entrada a la tijera 4 con rebabas                                       |
| 4.  | Falta de nivelación y transmisión en los rodillos alineadores de la cama de Enfriamiento |
| 5.  | Módulos con desgaste de la mesa de enfriamiento                                          |
| 6.  | La barra se desplaza hacia el lado sur del camino de rodillos salida de la tijera 3      |
| 7.  | Falta de alineación del herramental a la línea de laminación en molino acabador          |
| 8.  | Módulos fijos y móviles de la cama de enfriamiento con rebabas                           |
| 9.  | Camino de rodillos (Motores amarrados).                                                  |
| 10. | Camino de rodillos (Exceso desprendimiento de material).                                 |
| 11. | Módulos de cursor desgastados en entrada de estante                                      |
| 12. | Falta de supervisión                                                                     |
| 13. | Inspección deficiente del proceso                                                        |
| 14. | Falta de limpieza en canalones                                                           |
| 15. | Falta de alineación del herramental a la línea de laminación en molino acabador          |

Tabla 14: Lluvia de ideas del defecto de raya  
Fuente: Elaboración Propia

# LLUVIA DE IDEAS

## DEFECTO DE OVALAMIENTO/DESCUADRE

### DEFINICIÓN DEL PROBLEMA:

¿Qué está generando el **DEFECTO DE OVALAMIENTO / DESCUADRE**?

### POTENCIALES CAUSAS

|     |                                                        |
|-----|--------------------------------------------------------|
| 1.  | Equipo de medición en mal estado.                      |
| 2.  | Equipo de medición con mala calibración.               |
| 3.  | Falta de limpieza en equipos de medición.              |
| 4.  | Rodillos del acabador con juego.                       |
| 5.  | Calibre incorrecto en guías y rodillos.                |
| 6.  | Variación de velocidad.                                |
| 7.  | Cajas mal calibradas.                                  |
| 8.  | Desgaste de baleros.                                   |
| 9.  | Cajas abiertas (tensión).                              |
| 10. | Rodillos corridos (desfase).                           |
| 11. | Pases erróneos (pases anteriores).                     |
| 12. | Personal Vacante (rotación de personal entre molinos). |
| 13. | Exceso de confianza del personal .                     |

Tabla 15: Lluvia de ideas del defecto de ovalamiento/Descuadre

Fuente: Elaboración Propia

## 4.3 Diagramas de Ishikawa de los defectos potenciales en la línea de laminación dos:

En el diagrama de Ishikawa del defecto de incrustación de cascarilla (ver ilustración 55), se observa que las mayores variables que generan este defecto se encuentran en Mano de obra, Método y máquina.

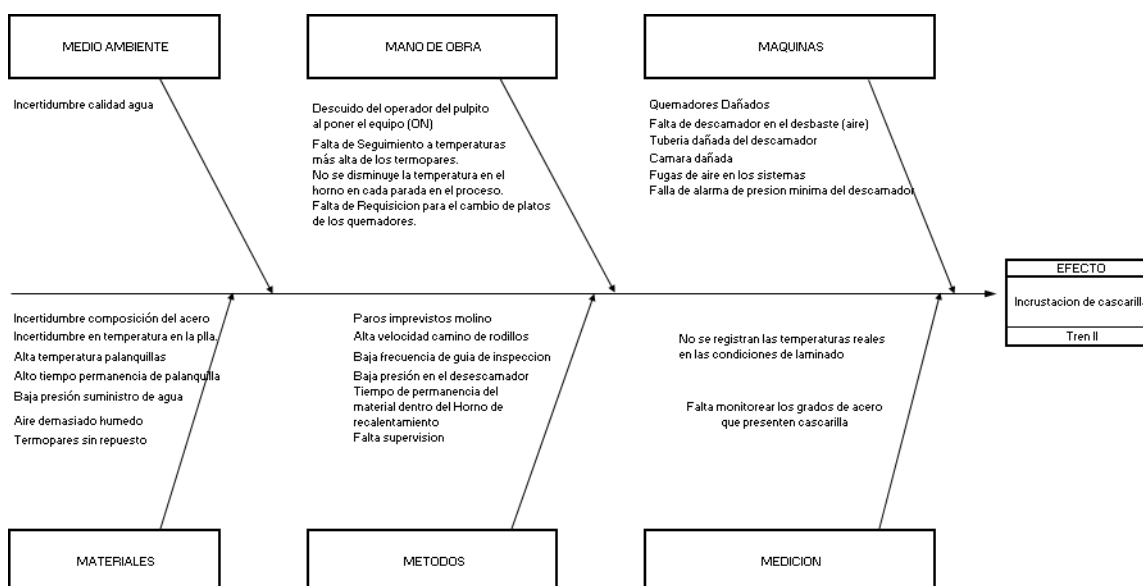
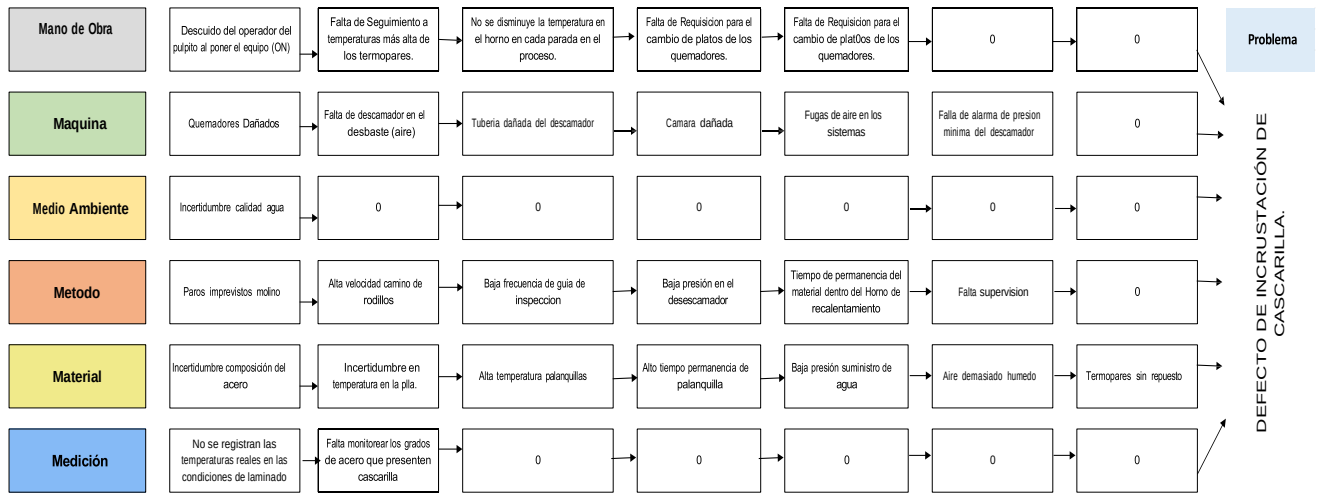


Ilustración 55: Diagrama de Ishikawa del defecto de incrustación de cascarilla.  
Fuente: Elaboración Propia



| Evaluación de Causas |                                                                          |                        |   |                       |   |   |       |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------|---|-----------------------|---|---|-------|
| No.                  | Causa                                                                    | Participantes          |   |                       |   |   |       |
|                      |                                                                          | 1                      | 2 | 3                     | 4 | 5 | Total |
| 1                    | Descuido del operador del pulpito al poner el equipo (ON)                | 3                      | 1 | 3                     | 1 | 3 | 11    |
| 2                    | Falta de Seguimiento a temperaturas más alta de los termopares.          | 1                      | 3 | 1                     | 3 | 3 | 11    |
| 3                    | No se disminuye la temperatura en el horno en cada parada en el proceso. | 3                      | 3 | 3                     | 3 | 3 | 15    |
| 4                    | Falta de Requisición para el cambio de platos de los quemadores.         | 1                      | 1 | 3                     | 1 | 3 | 9     |
| 5                    | Falta de Requisición para el cambio de platos de los quemadores.         | 3                      | 1 | 1                     | 3 | 3 | 11    |
| 6                    | 0                                                                        | 0                      | 0 | 0                     | 0 | 0 | 0     |
| 7                    | Quemadores Dañados                                                       | 5                      | 5 | 5                     | 5 | 5 | 25    |
| 8                    | Falta de descamador en el desbaste (aire)                                | 3                      | 3 | 1                     | 3 | 3 | 13    |
| 9                    | Tubería dañada del descamador                                            | 3                      | 3 | 3                     | 3 | 3 | 15    |
| 10                   | Camara dañada                                                            | 5                      | 5 | 5                     | 5 | 5 | 25    |
| 11                   | Fugas de aire en los sistemas                                            | 3                      | 1 | 1                     | 3 | 1 | 9     |
| 12                   | Falla de alarma de presión mínima del descamador                         | 3                      | 3 | 1                     | 1 | 1 | 9     |
| 13                   | 0                                                                        | 0                      | 0 | 0                     | 0 | 0 | 0     |
| 14                   | Incertidumbre calidad agua                                               | 1                      | 1 | 1                     | 1 | 1 | 5     |
| 15                   | 0                                                                        | 0                      | 0 | 0                     | 0 | 0 | 0     |
| 16                   | 0                                                                        | 0                      | 0 | 0                     | 0 | 0 | 0     |
| 17                   | 0                                                                        | 0                      | 0 | 0                     | 0 | 0 | 0     |
| 18                   | 0                                                                        | 0                      | 0 | 0                     | 0 | 0 | 0     |
| 19                   | Paros imprevistos molino                                                 | 1                      | 1 | 1                     | 3 | 3 | 9     |
| 20                   | Alta velocidad camino de rodillos                                        | 1                      | 1 | 1                     | 3 | 3 | 9     |
| 21                   | Baja frecuencia de guía de inspección                                    | 1                      | 3 | 3                     | 1 | 1 | 9     |
| 22                   | Baja presión en el desescamador                                          | 1                      | 1 | 3                     | 1 | 1 | 7     |
| 23                   | Tiempo de permanencia del material dentro del Horno de recalentamiento   | 5                      | 5 | 5                     | 5 | 5 | 25    |
| 24                   | Falta supervisión                                                        | 0                      | 0 | 0                     | 0 | 0 | 0     |
| 25                   | 0                                                                        | 1                      | 3 | 1                     | 3 | 1 | 9     |
| 26                   | Incertidumbre composición del acero                                      | 1                      | 1 | 3                     | 3 | 1 | 9     |
| 27                   | Incertidumbre en temperatura en la pla.                                  | 1                      | 3 | 3                     | 3 | 1 | 11    |
| 28                   | Alta temperatura palanquillas                                            | 3                      | 3 | 3                     | 3 | 3 | 15    |
| 29                   | Alto tiempo permanencia de palanquilla                                   | 3                      | 1 | 1                     | 3 | 3 | 11    |
| 30                   | Baja presión suministro de agua                                          | 3                      | 3 | 1                     | 1 | 1 | 9     |
| 31                   | Aire demasiado húmedo                                                    | 1                      | 3 | 1                     | 3 | 1 | 9     |
| 32                   | Termopares sin repuesto                                                  | 1                      | 1 | 3                     | 1 | 1 | 7     |
| 33                   | No se registran las temperaturas reales en las condiciones de laminado   | 3                      | 1 | 1                     | 3 | 3 | 11    |
| 34                   | Falta monitorear los grados de acero que presenten cascarilla            | 1                      | 1 | 3                     | 3 | 3 | 11    |
| 35                   | 0                                                                        | 0                      | 0 | 0                     | 0 | 0 | 0     |
| 36                   | 0                                                                        | 0                      | 0 | 0                     | 0 | 0 | 0     |
| 37                   | 0                                                                        | 0                      | 0 | 0                     | 0 | 0 | 0     |
| 1 = No Significativo |                                                                          | 3 = Poco Significativo |   | 5 = Muy Significativo |   |   |       |

Tabla 16: Resultados de la técnica TGN del defecto de incrustación de cascarilla.  
Fuente: Elaboración Propia

El segundo diagrama de Ishikawa del defecto de raya (ver ilustración 56) se muestra que las mayores causas se determinan en máquinas y métodos, teniendo el mismo número de variables de entrada.

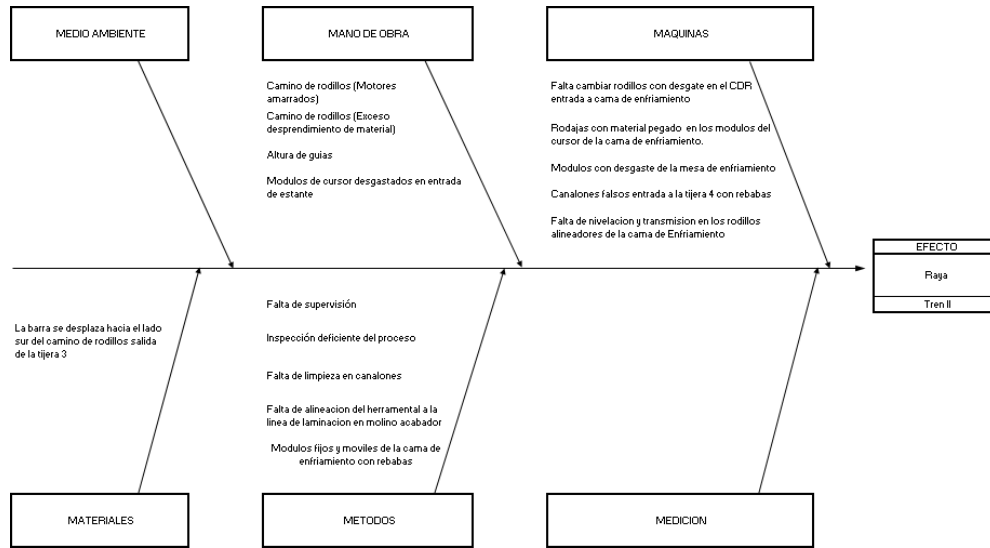
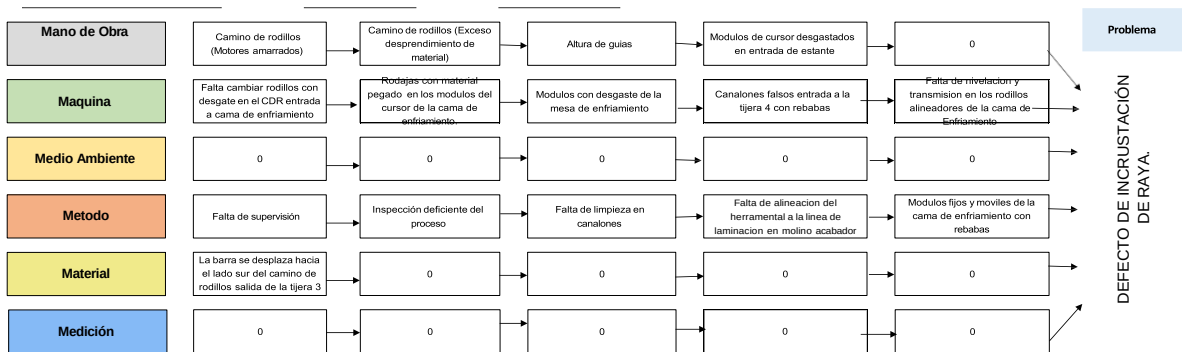


Ilustración 56: Diagrama de Ishikawa del defecto de raya  
Fuente: Elaboración Propia



| Evaluación de Causas |                                                                                          |                        |   |                       |   |    |       |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---|-----------------------|---|----|-------|
| No.                  | Causa                                                                                    | Participantes          |   |                       |   |    |       |
|                      |                                                                                          | 1                      | 2 | 3                     | 4 | 5  | Total |
| 1                    | Camino de rodillos (Motores amarrados)                                                   | 1                      | 3 | 1                     | 1 | 3  | 9     |
| 2                    | Camino de rodillos (Exceso desprendimiento de material)                                  | 1                      | 1 | 1                     | 3 | 1  | 7     |
| 3                    | Altura de guías                                                                          | 1                      | 1 | 3                     | 3 | 1  | 9     |
| 4                    | Módulos de cursor desgastados en entrada de estante                                      | 1                      | 3 | 1                     | 1 | 1  | 7     |
| 5                    | 0                                                                                        | 0                      | 0 | 0                     | 0 | 0  | 0     |
| 6                    | Falta cambiar rodillos con desgaste en el CDR entrada a cama de enfriamiento             | 5                      | 5 | 5                     | 5 | 5  | 25    |
| 7                    | Rodajas con material pegado en los módulos del cursor de la cama de enfriamiento.        | 1                      | 1 | 3                     | 1 | 13 | 19    |
| 8                    | Módulos con desgaste de la mesa de enfriamiento                                          | 5                      | 5 | 5                     | 5 | 5  | 25    |
| 9                    | Canalones falsos entrada a la tijera 4 con rebabas                                       | 1                      | 3 | 1                     | 1 | 1  | 7     |
| 10                   | Falta de nivelación y transmisión en los rodillos alineadores de la cama de Enfriamiento | 1                      | 3 | 1                     | 1 | 1  | 7     |
| 11                   | 0                                                                                        | 0                      | 0 | 0                     | 0 | 0  | 0     |
| 12                   | 0                                                                                        | 0                      | 0 | 0                     | 0 | 0  | 0     |
| 13                   | 0                                                                                        | 0                      | 0 | 0                     | 0 | 0  | 0     |
| 14                   | 0                                                                                        | 0                      | 0 | 0                     | 0 | 0  | 0     |
| 15                   | 0                                                                                        | 0                      | 0 | 0                     | 0 | 0  | 0     |
| 16                   | Falta de supervisión                                                                     | 5                      | 5 | 5                     | 3 | 3  | 21    |
| 17                   | Inspección deficiente del proceso                                                        | 1                      | 3 | 3                     | 5 | 3  | 15    |
| 18                   | Falta de limpieza en canalones                                                           | 3                      | 1 | 3                     | 5 | 5  | 17    |
| 19                   | Falta de alineación del herramienta a la línea de laminación en molino acabador          | 1                      | 3 | 3                     | 5 | 5  | 17    |
| 20                   | Módulos fijos y móviles de la cama de enfriamiento con rebabas                           | 5                      | 5 | 5                     | 5 | 5  | 25    |
| 21                   | La barra se desplaza hacia el lado sur del camino de rodillos salida de la tijera 3      | 1                      | 1 | 1                     | 3 | 1  | 7     |
| 22                   | 0                                                                                        | 0                      | 0 | 0                     | 0 | 0  | 0     |
| 23                   | 0                                                                                        | 0                      | 0 | 0                     | 0 | 0  | 0     |
| 24                   | 0                                                                                        | 0                      | 0 | 0                     | 0 | 0  | 0     |
| 25                   | 0                                                                                        | 0                      | 0 | 0                     | 0 | 0  | 0     |
| 26                   | 0                                                                                        | 0                      | 0 | 0                     | 0 | 0  | 0     |
| 27                   | 0                                                                                        | 0                      | 0 | 0                     | 0 | 0  | 0     |
| 28                   | 0                                                                                        | 0                      | 0 | 0                     | 0 | 0  | 0     |
| 29                   | 0                                                                                        | 0                      | 0 | 0                     | 0 | 0  | 0     |
| 30                   | 0                                                                                        | 0                      | 0 | 0                     | 0 | 0  | 0     |
| 1 = No Significativo |                                                                                          | 3 = Poco Significativo |   | 5 = Muy Significativo |   |    |       |

Tabla 17: Resultados de la técnica TGN del defecto de raya.  
Fuente: Elaboración Propia

Por último, tenemos el diagrama de Ishikawa del defecto de ovalamiento / descuadre:

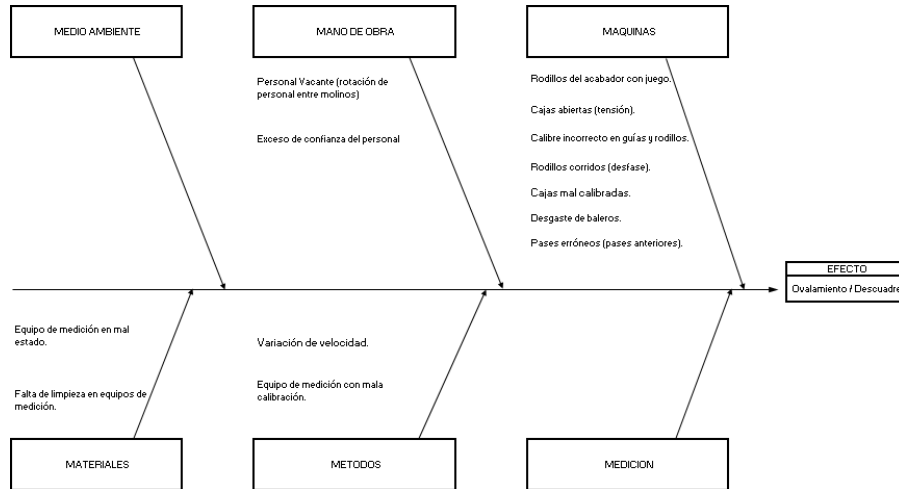


Ilustración 57: Diagrama de Ishikawa del defecto de Ovalamiento/Descuadre  
Fuente: Elaboración Propia

| Evaluación de Causas |                                                       |               |   |   |   |   |
|----------------------|-------------------------------------------------------|---------------|---|---|---|---|
| No.                  | Causa                                                 | Participantes |   |   |   |   |
|                      |                                                       | 1             | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1                    | Personal Vacante (rotación de personal entre molinos) | 5             | 3 | 3 | 3 | 1 |
| 2                    | Exceso de confianza del personal                      | 5             | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 3                    | 0                                                     | 0             | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4                    | 0                                                     | 0             | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5                    | 0                                                     | 0             | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6                    | Rodillos del acabador con juego.                      | 5             | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 7                    | Cajas abiertas (tensión).                             | 1             | 3 | 3 | 5 | 1 |
| 8                    | Calibre incorrecto en guías y rodillos.               | 5             | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 9                    | Rodillos corridos (desfase).                          | 3             | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 10                   | Cajas mal calibradas.                                 | 3             | 1 | 3 | 3 | 1 |
| 11                   | Desgaste de baleros.                                  | 1             | 1 | 1 | 3 | 3 |
| 12                   | Pases erróneos (pases anteriores).                    | 1             | 1 | 3 | 1 | 3 |
| 13                   | 0                                                     | 0             | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14                   | 0                                                     | 0             | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15                   | 0                                                     | 0             | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16                   | 0                                                     | 0             | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17                   | 0                                                     | 0             | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18                   | Variación de velocidad.                               | 3             | 1 | 1 | 3 | 3 |
| 19                   | Equipo de medición con mala calibración.              | 1             | 3 | 3 | 5 | 5 |
| 20                   | 0                                                     | 0             | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21                   | 0                                                     | 0             | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22                   | 0                                                     | 0             | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23                   | Equipo de medición en mal estado.                     | 1             | 3 | 3 | 5 | 3 |
| 24                   | Falta de limpieza en equipos de medición.             | 1             | 3 | 5 | 1 | 5 |
| 25                   | 0                                                     | 0             | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26                   | 0                                                     | 0             | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27                   | 0                                                     | 0             | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28                   | 0                                                     | 0             | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29                   | 0                                                     | 0             | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30                   | 0                                                     | 0             | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31                   | 0                                                     | 0             | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 32                   | 0                                                     | 0             | 0 | 0 | 0 | 0 |

1 = No Significativo      3 = Poco Significativo      5 = Muy Significativo

Tabla 18: Resultados de la técnica TGN del defecto de Ovalamiento/Descuadre  
Fuente: Elaboración Propia

## 5 ETAPA DE MEJORA:

En esta cuarta fase se plantea implementar mejoras o posibles alternativas ante los resultados de las técnicas TGN (Técnica de grupo nominal) para mejorar el proceso de laminación, logrando así la disminución de la ocurrencia de los defectos superficiales y la intervención de las variables que se desarrollan.

Dentro del proceso de laminación, se determinaron e implementaron varias oportunidades de mejora en los defectos.

### 5.1 MEJORA EN EL DEFECTO DE INCRUSTACIÓN DE CASCARILLA:

Con ayuda del resultado de la etapa anterior, pudimos decretar que las variables que más afectan al proceso de laminación son:

- Quemadores dañados
- Cámara dañada
- Tiempo de permanencia dentro del horno de recalentamiento.

Estas variables fueron las más altas, dado a esto se comenzó a implementar posibles mejoras con respecto al proceso.

Para la situación de los quemadores dañados, se realizó una inspección inicial con los quemadores armados, uno por uno; a simple vista se encontraron muy sucios, oxidados, algunos rotos y otros con soldaduras de emergencia, con muestras de una carencia total de mantenimiento preventivo. Se procedió a limpiar y desarmar los quemadores, posteriormente se encontraron en todo un deterioro causado por la operación a alta temperatura, superior a 900°C, durante muchos años.

Se intentó desmontar partes y accesorios de los quemadores, lo cual no se pudo realizar debido al riesgo de causar fractura a las partes de fundición, piezas que por la acción del tiempo y la temperatura a las que se han sometido están muy frágiles. Se realizó una selección de equipo para definir cuales ya no servían y cuales se podrían aprovechar, con las reservas correspondientes a la edad del equipo.

Diagnostico final del equipo de trabajo fue:

Después de la revisión de los quemadores, consideramos que estos están muy dañados, y por su estado no cumplirían con una operación segura, continua y eficiente. Además, que sus niveles de contaminación son altos. Aun cambiando algunas de las piezas su consumo de energía por el tipo de quemador también es alto.

Otro problema al momento de operar será que por su estado; la forma y estabilidad de la flama no serán las adecuadas y podría causar un rápido deterioro de los tubos radiantes.

Se cambió todos los quemadores viejos por quemadores nuevos. Generando una operación segura, sin daño a los tubos radiantes en corto plazo. Y tendría garantía de un año, en operación normal y nos ayudaría a disminuir consumo de gas y contaminación ambiental.

se optó por cambiarlos y dar mantenimiento a las tuberías y al resto de los quemadores (ver ilustración 58), para que el funcionamiento sea el óptimo y así no se genere el defecto de incrustación de cascarilla.

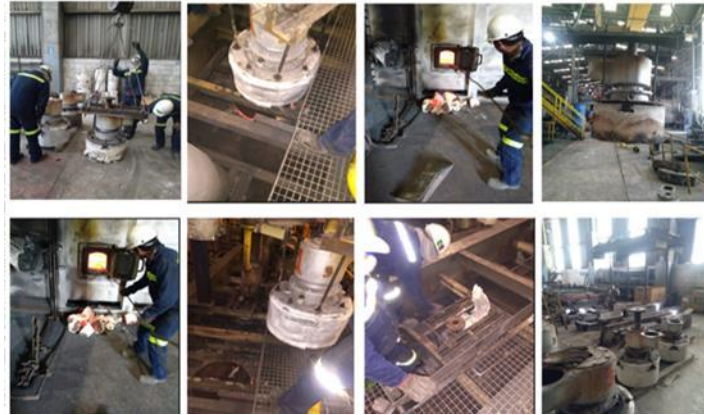


Ilustración 58: Cambio y mantenimiento de Quemadores  
Fuente: (Simec Tlaxcala,2023)

Como parte de mantenimiento se realizó el cambio del sensor de presión por un electrónico (ver ilustración 59) el cual nos ayuda a tener una visualización real y precisa, mientras que el anterior se tenía que ir al pulpito para saber la presión.

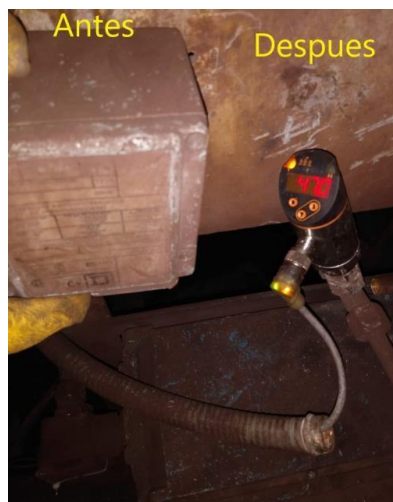


Ilustración 59: Cambio de sensor  
Fuente: (Simec Tlaxcala,2023)

De igual forma para la cámara dañada, es la sección de tubería de gas en las zonas 3 y 4 a lo cual se le dio mantenimiento (ver ilustración 60).



Ilustración 60: Cambio y mantenimiento de cámara  
Fuente: (Simec Tlaxcala,2023)

Para la variable de tiempo de permanencia dentro del horno de recalentamiento, se debe de registrar la permanencia junto la temperatura de los grados de aceros conforme al reporte histórico de las condiciones de laminado. (ver ilustración 61)



GERENCIA DE LAMINACION  
INGENIERIA DE PROCESOS  
MOLINO DE BARRAS

#### CONDICIONES DE LAMINADO

| No. | Numero de Colada | Turno | Perfil | Acero  | Fecha de Laminación | Temperatura [°C] |     |     |     |     | RELACION AIRE/GAS |     |     |     |     | Presion |      | Velocidad | Palanquillas |        |       |         |          |      | Inspector de Procesos |                            |            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----|------------------|-------|--------|--------|---------------------|------------------|-----|-----|-----|-----|-------------------|-----|-----|-----|-----|---------|------|-----------|--------------|--------|-------|---------|----------|------|-----------------------|----------------------------|------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|     |                  |       |        |        |                     | Z-6              | Z-4 | Z-3 | Z-2 | Z-1 | Z-5               | Z-4 | Z-3 | Z-2 | Z-1 | Int.    | Desc | [m/s]     | Total        | Recib. | Carg. | Enfriar | Atoradas | Lam. |                       | Operador Pulpito Principal | Supervisor |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1   | VARIOS           | 2     | SOL    | VARIOS | 19/05/2023          | A                | J   | U   | S   | T   | E                 | S   |     |     |     |         |      |           |              |        |       |         |          |      |                       |                            |            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Ilustración 61: Reporte Histórico de Condiciones de Laminado  
Fuente: (Simec Tlaxcala,2023)

Asimismo, para la mejora de la temperatura y el tiempo de permanencia se registra en el concentrado de condiciones de laminado (ver ilustración 62) para tener una rastreabilidad, identificar alguna variable significativa y control de las zonas del horno con respecto a la relación aire/gas y los tipos de acero que se calientan para evitar altas o bajas temperaturas en las palanquillas.

| <div>  <div> <b>INGENIERÍA DE PROCESOS</b><br/> GERENCIA DE LAMINACIÓN<br/> HORNO DE RECALENTAMIENTO DANIELI </div> </div> <div>Revisión: 14-01-2022</div> |                |                     |                |                     |                |                     |                |                     |                    |                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------|----------------|---------------------|----------------|---------------------|----------------|---------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| APLICACIÓN DE CICLOS DE CALENTAMIENTO                                                                                                                                                                                                       |                |                     |                |                     |                |                     |                |                     |                    |                                                                                                                                                                |
| GRUPO                                                                                                                                                                                                                                       | ZONA 1<br>[°C] | RATIO<br>[AIRE/GAS] | ZONA 2<br>[°C] | RATIO<br>[AIRE/GAS] | ZONA 3<br>[°C] | RATIO<br>[AIRE/GAS] | ZONA 4<br>[°C] | RATIO<br>[AIRE/GAS] | PRESION<br>INTERNA | TIPOS DE ACERO INCLUIDOS                                                                                                                                       |
| I                                                                                                                                                                                                                                           | OFF            | 10.5-11.5           | 850-1000       | 9.5-11              | 1240-1280      | 9 - 10              | 1240-1280      | 9 - 10              | 0.5-1.0            | 1213, 1214, 1215, 302, 303, 304, 304-L, 310, 321, 416                                                                                                          |
| II                                                                                                                                                                                                                                          | OFF            | 10.5-11.5           | 850-1000       | 9-10                | 1140-1200      | 9 - 10              | 1140-1180      | 9-10                | 0.5-1.0            | A-36, A-36-M, A-529-50, G-65, G-65-L, 415, 46                                                                                                                  |
| III                                                                                                                                                                                                                                         | OFF            | 10.5-11.5           | 850-1000       | 9-10                | 1200 +/- 15    | 9-10                | 1200 +/- 10    | 9-10                | 0.5-1.0            | 1008, 1008M, 1010, 1010T, 1018, 101806, 4118, 4120, 1020, 1025, 1026, 1026M, 1030, 1036, 1117, 1137, 1141, 86L20, 4320, 5120, 8620, 9625                       |
| IV                                                                                                                                                                                                                                          | OFF            | 10.5-11.5           | 850-1000       | 9-10                | 1175 +/- 15    | 9-10                | 1150 +/- 10    | 9-10                | 0.5-1.0            | 1036, 369-3, 9238, 92V46, 9840, 1040, 10V40, 1042, 41V38, 4142, 1045P, 1045T, 1045, 10545, 1045M, 1055, 10V52, 10V52 C-50, AC-45, UC-1, 15V43, 1055, Y-SIMILAR |
| V                                                                                                                                                                                                                                           | OFF            | 10.5-11.5           | 850-1000       | 9-10                | 1140-1160      | 8.5 - 10.0          | 1120-1150      | 8.5-10.0            | 0.5-1.0            | 4140, 4140P, 5100P, 4150, 4340, 4350, 4815, 1041, 1052, 5150, 1060, 1065, 1070, 1070, 1074, 1080, 1085, 1090, 1090V, 1095, 10V95, Y-SIMILAR                    |
| VI                                                                                                                                                                                                                                          | OFF            | 10.5                | 850-1000       | 9.5 +/- 0.5         | 1140 MAX       | 8.5 a 10.0          | 1080-1120      | 8.5-10.0            | 0.5-1.0            | 5100M1                                                                                                                                                         |

Ilustración 62: Concentrado de condiciones de Laminado  
Fuente: (Simec Tlaxcala, 2023)

Posteriormente se sugieren las siguientes recomendaciones para tener un control más adecuado en el proceso de laminación:

- Registrar las temperaturas reales en el formato Condiciones de Laminado
- Dar seguimiento a los grados de acero que han presentado Incrustación de Cascarilla
- Realizar estudio de oxígeno en las cámaras del Horno de Recalentamiento
- Revisar continuamente las boquillas en el desescamador
- Adquirir termopares y tener de reserva
- Ajustar las guías de entrada al desescamador
- Cumplir con la presión de salida en el desescamador no menor a 250 bar
- Dar mantenimiento al sistema de apertura y cierre del damper
- Revisar el control de la alarma de presión de agua en la entrada al desescamador
- Eliminar las fugas de aire en las tuberías de aire
- Dar seguimiento a la adquisición (Req. 032004006) de la cámara del Horno de recalentamiento
- Difundir la tabla de paradas en el proceso de Laminación
- Documentar en bitácora de operación los eventos especiales que se generen e el molino de barras
- Verificar los enfriamientos a lo largo de la línea de laminación
- Limpiar continuamente las fosas de escama de los molinos de Barras
- Realizar grafica de la verificación del llenado de la Lista de Verificación
- Asegurar el tiempo de permanencia de los grados de acero conforme a histórico de las condiciones de laminado
- Asegurar una presión de 250 bar en la salida del desescamador

Por último, se realizó un plan de acción en formato Excel para el defecto de incrustación de cascarilla (ilustración 63).

| Area                              | Nº | Hallazgo                                                                  | Acción                                                                                                     | Quien                                  | Fecha de vencimiento | Estado    | Timing   | Comentario |
|-----------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------|-----------|----------|------------|
| <b>Incrustacion de Cascarilla</b> |    |                                                                           |                                                                                                            |                                        |                      |           |          |            |
| Laminacion                        | 1  | Baja presion en el descamador                                             | Garantizar la presion de entrada en el descamador de 5 bar                                                 | Erick Corona                           | 10/05/2023           | Completed | Achieved |            |
| Laminacion                        | 2  | Quemadores dañados (Platos)                                               | Cambiar quemadores dañados                                                                                 | Gerardo Sanchez                        | 15/05/2023           | Completed | Achieved |            |
| Laminacion                        | 3  | Tubería de gas dañada en zona 3 y 4                                       | Crear requisición para limpieza de la tubería de gas en las zonas 3 y 4 (Dar seguimiento a la requisición) | Gerardo Sanchez                        | 19/05/2023           | Completed | Achieved |            |
| Laminacion                        | 4  | Falta de comunicación entre personal de Operación e Inspector de Procesos | Revisar y difundir el metodo de comunicación establecido en el área de laminacion                          | Ruben Romero                           | 20/05/2023           | Completed | Achieved |            |
| Laminacion                        | 5  | Tubería dañada del Descamador dañadas                                     | Cambiar tubería dañada                                                                                     | Ferrando Leon Ortiz                    | 20/05/2023           | Completed | Achieved |            |
| Laminacion                        | 6  | Sensor de presion minima con periodo de vida máximo                       | Cambiar sensor de presion por un electronico                                                               | Francisco Gallardo D                   | 21/05/2023           | Completed | Achieved |            |
| Laminacion                        | 7  | Falta de limpieza de las fosas de escama (agua sucia)                     | Establecer un periodo de limpieza para las fosas de escama                                                 | Erick Corona                           | 22/05/2023           | Completed | Achieved |            |
| Laminacion                        | 8  | Tiempo de permanencia del material dentro del Horno de recalentamiento    | Difundir la tabla de Aplicación de ciclos de temperaturas en el Horno de Recalentamiento                   | Eduardo Rodriguez / Osiel Tiburcio Gtz | 23/05/2023           | Completed | Achieved |            |
| Laminacion                        | 9  | Suministro de agua al descamador con el sistema indirecto                 | Garantizar el suministro de agua al descamador con el sistema Directo                                      | Ruben Romero                           | 25/05/2023           | Completed | Achieved |            |
| Laminacion                        | 10 | Cambios en el proceso sin documentar                                      | Documentar cada cambio en el proceso que altere las condiciones de este                                    | Ruben Romero                           | 27/05/2023           | Completed | Achieved |            |

Ilustración 63: Plan de acción para el defecto de Incrustación de Cascarilla  
Fuente: (Simec Tlaxcala,2023)

## 5.2 MEJORA EN EL DEFECTO DE RAYA:

De la misma manera, la con ayuda de la técnica TGN del defecto de raya, se evaluó las tres principales causas que generan el defecto en el proceso de laminación las cuales son las siguientes:

- Falta cambiar rodillos con desgaste en el CDR entrada a cama de enfriamiento
- Módulos con desgaste de la mesa de enfriamiento
- Módulos fijos y móviles de la cama de enfriamiento con rebabas

Para los rodillos con desgaste se optó por esmerilar cualquier tipo de rebaba, filo, exceso de material, material sobresaliente, orilla de la boca de guía o cualquier tipo de inconsistencia que se presentara; esto con ayuda de la herramienta mototull, (ver ilustración 64).



Ilustración 64: Proceso de esmerilar guías y rodillos  
Fuente: (Simec Tlaxcala,2023)

Para las dos variables se aplica el mismo proceso, debido a que, en el área de cama de enfriamiento, se esmerila o pule los módulos fijos y móviles de la cama que enfriamiento que permites transportar el producto laminado a la entrada de la tijera 4 (ver ilustración 65)



Ilustración 65: Esmerilado de módulos fijos y móviles en cama de enfriamiento  
Fuente: (Simec Tlaxcala,2023)

De igual manera se realizó un plan de acción para contrarrestar el defecto de raya:

| Nume | ¿Qué?                                                                                                    | ¿Quién?                                       | ¿Cuándo?   | ¿Dónde?                               | ¿Porqué?                        | ¿Cómo?                                               | Estado    | Timing   | Comentarios (Comments)                                                                                                                             |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------|---------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------|-----------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | Cambiar continuamente los rodillos que presenten desgaste                                                | Fernando Leon Ortiz                           | 05/04/2023 | CDR entrada a la cama de enfriamiento | Para no macar la barra laminada | Cambiando continuamente los rodillos desgastados     | Completed | Achieved | Los rodillos se deben cambiar cada que presenten desgaste y/o deformidad en la tabla y mandar a reparados para los rodillos que presentan desgaste |
| 2    | Cambiar rodajas con material pegado cada que se detecte y revisar cada cambio de medida                  | Ignacio Alvarado Trejo                        | 07/04/2023 | CDR entrada a la cama de enfriamiento | Para no macar la barra laminada | Cambiando las rodajas con material pegado            | Completed | Achieved | giren estando montadas en la línea de laminado y remaquirarse para remover la superficie dañada                                                    |
| 3    | Esmerilar/pulir los canalones falsos entrada a la tijera 4                                               | Fernando Leon Ortiz / Francisco Perez Montiel | 10/04/2023 | Mesa de enfriamiento                  | Para no macar la barra laminada | Esmerinando y puliendo canalones falsos entrada a la | Completed | Achieved | Sin comentarios                                                                                                                                    |
| 4    | Nivelar y habilitar los rodillos alineadores en la cama de enfriamiento                                  | Fernando Leon Ortiz                           | 12/04/2023 | Cama de Enfriamiento                  | Para no macar la barra laminada | Acoplando los rodillos al motorreductor              | Completed | Achieved | esta actividad se viene de realizar en un paro por mantenimiento, para obtener los niveles optimos de operación                                    |
| 5    | Cambiar módulos con desgaste en la cama de Enfriamiento                                                  | Fernando Leon Ortiz                           | 15/04/2023 | Cama de Enfriamiento                  | Para no rayar la barra          | Cambiando módulos desgastados                        | Completed | Achieved | Asegurando tener siempre módulos de reserva                                                                                                        |
| 6    | Dar un angulo de inclinacion al canalon del lado contrario al que la barra se desplaza (pega a la pared) | Francisco Perez Montiel                       | 19/04/2023 | CDR entrada a la cama de enfriamiento | Para central la barra al CDR    | Elevando de un lado el canalon del CDR               | Completed | Achieved | ya se realizo y la barra permanece al centro del camino de rodillos entrada a la cama de Enfriamiento mejorando el proceso.                        |
| 7    | Alinear el herramental a la línea de laminacion en cada cambio de medida                                 | Francisco Perez Montiel                       | 21/04/2023 | CDR entrada a la cama de enfriamiento | Para central la barra al CDR    | Alineado el herramental a la línea de laminacion     | Completed | Achieved | Se sigue trabajando en la alineacion del herramental                                                                                               |
| 8    | Esmerilar/pulir los módulos fijos y móviles de la cama de enfriamiento                                   | Francisco Perez Montiel                       | 25/04/2023 | Cama de Enfriamiento                  | Para no rayar la barra          | Esmerinando y puliendo módulos fijos y móviles       | Completed | Achieved | Asegurando eliminar imperfecciones en las superficies en contacto con el material                                                                  |

Ilustración 66: Plan de acción para el defecto de Raya.  
Fuente: Elaboración propia

### 5.3 MEJORA EN EL DEFECTO DE OVALAMIENTO/ DESCUADRE:

Como última mejora y con ayuda del resultado de la etapa anterior, pudimos decretar que las variables que más afectan al proceso de laminación para el defecto de ovalamiento / descuadre son:

- Exceso de confianza del personal
- Rodillos del acabador con juego
- Calibre incorrecto en guías y rodillos

Para erradicar estos problema por parte del personal de trabajo, se implementó una conferencia acerca de los defectos superficiales y del defecto de “ovalamiento / descuadre” , cuya la finalidad es lograr erradicar el exceso de confianza por parte del personal, asimismo se realizó evaluación acerca de los defectos superficiales para conocer si los trabajadores conocen acerca del tema (ver ilustración 67) , además se dio capacitación sobre evaluación de inspección visual y superficial (ver ilustración 68) para que conozcan cual es el proceso que debe seguir un inspector y hacer conciencia de la importancia de este proceso.

De igual manera se realizó un registro de entrenamiento para mantener un control sobre el personal de trabajo y así identificar que trabajador se le dio capacitación. (ver ilustración 69).



Ilustración 67: Conferencia y evaluación de Defectos superficiales.  
Fuente: (Simec Tlaxcala,2023)



Ilustración 68: Capacitación de evaluación de calidad superficial y dimensional.  
Fuente: (Simec Tlaxcala,2023)

| SIMEC INTERNACIONAL                                                                                                                                                                      |                         | REGISTRO DE ENTRENAMIENTO |                                                                                               | HOJA<br>1 DE 1  |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------|
| Descripción Entrenamiento: INSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA PERSONAL DE LAMINACIÓN P1                                                                                                         |                         |                           | Fecha: 24-may-23                                                                              |                 |       |
| Lugar: SALA DE JUNTAS DE LAMINACIÓN                                                                                                                                                      |                         |                           | Horario:                                                                                      |                 |       |
| Nombre del Instructor:                                                                                                                                                                   |                         |                           | Interno indicar Depto. Externo indicar Cita                                                   |                 |       |
| <input type="checkbox"/> Educación formal <input type="checkbox"/> Asesoramiento <input type="checkbox"/> Qsp. en el trabajo <input type="checkbox"/> Otro                               |                         |                           | <input type="checkbox"/> Interno indicar Depto. <input type="checkbox"/> Externo indicar Cita |                 |       |
| No.                                                                                                                                                                                      | Nombre del participante | Depto.                    | Puesto                                                                                        | Ctrl Asistencia | Firma |
| 01                                                                                                                                                                                       | Edgar Sanchez H         | MOBA II                   | A General                                                                                     |                 |       |
| 02                                                                                                                                                                                       | José Reyes Rodríguez    | MOBA II                   | A General                                                                                     |                 |       |
| 03                                                                                                                                                                                       | León García Hernández   | MOBA II                   | A General                                                                                     |                 |       |
| 04                                                                                                                                                                                       | José Luis Flores        | MOBA II                   | A-G                                                                                           |                 |       |
| 05                                                                                                                                                                                       | Helio Reyes Rodríguez   | MOBA II                   | A-G                                                                                           |                 |       |
| 06                                                                                                                                                                                       | Antonio Muñoz Sánchez   | MOBA II                   | A General                                                                                     |                 |       |
| 07                                                                                                                                                                                       | Sumaira Rodríguez       | MOBA II                   | A General                                                                                     |                 |       |
| 08                                                                                                                                                                                       | Gabriel Vázquez R       | MOBA II                   | SUP                                                                                           |                 |       |
| 09                                                                                                                                                                                       | Esteban Muñoz R         | MOBA II                   | SUP                                                                                           |                 |       |
| 10                                                                                                                                                                                       | Clasencia Hernández     | MOBA II                   | SUP                                                                                           |                 |       |
| 11                                                                                                                                                                                       | German Escaraga L       | MOBA II                   | Laminador                                                                                     |                 |       |
| 12                                                                                                                                                                                       |                         |                           |                                                                                               |                 |       |
| 13                                                                                                                                                                                       |                         |                           |                                                                                               |                 |       |
| 14                                                                                                                                                                                       |                         |                           |                                                                                               |                 |       |
| 15                                                                                                                                                                                       |                         |                           |                                                                                               |                 |       |
| 16                                                                                                                                                                                       |                         |                           |                                                                                               |                 |       |
| 17                                                                                                                                                                                       |                         |                           |                                                                                               |                 |       |
| 18                                                                                                                                                                                       |                         |                           |                                                                                               |                 |       |
| 19                                                                                                                                                                                       |                         |                           |                                                                                               |                 |       |
| 20                                                                                                                                                                                       |                         |                           |                                                                                               |                 |       |
| <input type="checkbox"/> Registro Adicional <input type="checkbox"/> Examen <input type="checkbox"/> Constancia/diploma <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/> No Aplica |                         |                           |                                                                                               |                 |       |
| INSTRUCTOR                                                                                                                                                                               |                         |                           |                                                                                               |                 |       |
| Nombre y firma                                                                                                                                                                           |                         |                           |                                                                                               |                 |       |

1-F004-RH

| SIMEC INTERNACIONAL                                                                                                                                                                      |                         | REGISTRO DE ENTRENAMIENTO |                                                                                               | HOJA<br>1 DE 1  |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------|
| Descripción Entrenamiento: INSPECCIÓN DIMENSIONAL PARA PERSONAL DE LAMINACIÓN P1                                                                                                         |                         |                           | Fecha: 24-may-23                                                                              |                 |       |
| Lugar: SALA DE JUNTAS DE LAMINACIÓN                                                                                                                                                      |                         |                           | Horario:                                                                                      |                 |       |
| Nombre del Instructor:                                                                                                                                                                   |                         |                           | Interno indicar Depto. Externo indicar Cita                                                   |                 |       |
| <input type="checkbox"/> Educación formal <input type="checkbox"/> Asesoramiento <input type="checkbox"/> Qsp. en el trabajo <input type="checkbox"/> Otro                               |                         |                           | <input type="checkbox"/> Interno indicar Depto. <input type="checkbox"/> Externo indicar Cita |                 |       |
| No.                                                                                                                                                                                      | Nombre del participante | Depto.                    | Puesto                                                                                        | Ctrl Asistencia | Firma |
| 01                                                                                                                                                                                       | José Reyes Rodríguez    | MOBA II                   | A General                                                                                     |                 |       |
| 02                                                                                                                                                                                       | León García Hernández   | MOBA II                   | A General                                                                                     |                 |       |
| 03                                                                                                                                                                                       | Edgar Sanchez H         | MOBA II                   | A General                                                                                     |                 |       |
| 04                                                                                                                                                                                       | José Luis Flores        | MOBA II                   | A-G                                                                                           |                 |       |
| 05                                                                                                                                                                                       | Helio Reyes Rodríguez   | MOBA II                   | A-G                                                                                           |                 |       |
| 06                                                                                                                                                                                       | Antonio Muñoz Sánchez   | MOBA II                   | A General                                                                                     |                 |       |
| 07                                                                                                                                                                                       | Sumaira Rodríguez       | MOBA II                   | A General                                                                                     |                 |       |
| 08                                                                                                                                                                                       | Gabriel Vázquez R       | MOBA II                   | SUP                                                                                           |                 |       |
| 09                                                                                                                                                                                       | Esteban Muñoz R         | MOBA II                   | SUP                                                                                           |                 |       |
| 10                                                                                                                                                                                       | Clasencia Hernández     | MOBA II                   | SUP                                                                                           |                 |       |
| 11                                                                                                                                                                                       | German Escaraga L       | MOBA II                   | Laminador                                                                                     |                 |       |
| 12                                                                                                                                                                                       |                         |                           |                                                                                               |                 |       |
| 13                                                                                                                                                                                       |                         |                           |                                                                                               |                 |       |
| 14                                                                                                                                                                                       |                         |                           |                                                                                               |                 |       |
| 15                                                                                                                                                                                       |                         |                           |                                                                                               |                 |       |
| 16                                                                                                                                                                                       |                         |                           |                                                                                               |                 |       |
| 17                                                                                                                                                                                       |                         |                           |                                                                                               |                 |       |
| 18                                                                                                                                                                                       |                         |                           |                                                                                               |                 |       |
| 19                                                                                                                                                                                       |                         |                           |                                                                                               |                 |       |
| 20                                                                                                                                                                                       |                         |                           |                                                                                               |                 |       |
| <input type="checkbox"/> Registro Adicional <input type="checkbox"/> Examen <input type="checkbox"/> Constancia/diploma <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/> No Aplica |                         |                           |                                                                                               |                 |       |
| INSTRUCTOR                                                                                                                                                                               |                         |                           |                                                                                               |                 |       |
| Nombre y firma                                                                                                                                                                           |                         |                           |                                                                                               |                 |       |

1-F004-RH

Ilustración 69: Registro de entrenamiento de inspección superficial y dimensional.  
Fuente: (Simec Tlaxcala,2023)

Posteriormente con los resultados obtenidos de la evaluación, se realizó un registro de los resultados de las evaluaciones para tener un control y saber la situación actual de los trabajadores con respecto al conocimiento de los defectos (ver ilustración 70).

|                        |                                                                                                            |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lugar:                 | Sala De Juntas De Laminación Planta 1 Tlaxcala                                                             |
| Nombre del Instructor: | Aldair Mogollon Huerta / Carlos David Fernandez Zamora / Joel De Gante De Gante / Rubén Romero Cocol etzi. |
| Horario:               | 15:00 A 15:30 Hrs                                                                                          |

| Descripción de Entrenamiento                          | Departamento                                     | Nombre del participante      | Puesto             | Calificación de evaluación |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------|--------------------|----------------------------|
| Difusión platica de Defectos superficiales Laminación | Molino De Barras (Moba )<br>Tren Laminador Uno   | Rufino Saldaña Hernandez     | Supervisor         | 6 / 10                     |
|                                                       |                                                  | Eligio Sanchez Sanchez       | Laminador          | 7 / 10                     |
|                                                       |                                                  | Josue Garcia P.              | O.Atadora          | 9 / 10                     |
|                                                       |                                                  | German Escorceso L.          | Laminador          | 8.5 / 10                   |
|                                                       |                                                  | Javier Parra M.              | Op. Grua           | 9 / 10                     |
|                                                       |                                                  | Jorge Lopez Camarillo        | Ayu.General        | 8.5 / 10                   |
|                                                       |                                                  | Leonardo Miguel Camacho      | Ayu.General        | 7 / 10                     |
|                                                       |                                                  | Manuel Fernandez F.          | Op. O              | 4.5 / 10                   |
|                                                       |                                                  | Mario Romero Lopez.          | Ayu.General        | 8.5 / 10                   |
|                                                       |                                                  | Miguel Angel Grande Diaz     | Ayu. General       | 5.5 / 10                   |
|                                                       | Molino De Barras (Moba II)<br>Tren Laminador Dos | Jorge Luis Fernandez Sanchez | Op. Grua           | 6 / 10                     |
|                                                       |                                                  | Crsotforo Sanchez            | Ayudante           | 0 / 10                     |
|                                                       |                                                  | Jaime Martinez Hernandez     | O.A                | 9.25 / 10                  |
|                                                       |                                                  | David Ramirez M.             | Ayu.General        | 7.5 / 10                   |
|                                                       |                                                  | Ricardo Muñoz Gonzalez       | Op. Grua           | 7.5 / 10                   |
|                                                       |                                                  | Charly Roman Vazquez Flores  | Ayu.General        | 6.5 / 10                   |
|                                                       |                                                  | Sergio Galaviz               | Sup                | 9 / 10                     |
|                                                       |                                                  | Gabriel Vazquez Rivera       | Supervisor         | 9 / 10                     |
|                                                       |                                                  | Cliserio Hernandez Taneco    | Op. Pulpito        | 8.5 / 10                   |
|                                                       |                                                  | Federico Ceron Lopez         | Sup.               | 10 / 10                    |
|                                                       |                                                  | Jorge Romero G.              | Laminador          | 8.5 / 10                   |
|                                                       |                                                  | Luis Garcia Hernandez        | Ayudante Laminador | 9 / 10                     |
|                                                       |                                                  | Florencio Herrera Ortiz      | Op.Pulpito         | 10 / 10                    |
|                                                       |                                                  | Abraham Lopez Sanchez        | Ayu.General        | 8.5 / 10                   |
|                                                       |                                                  | Rogelio Corona Hernandez     | Ayu.General        | 3.5 / 10                   |
|                                                       |                                                  | Edgar Sanchez H.             | Ayu.General        | 10 / 10                    |
|                                                       |                                                  | Enrique Lopez Camarillo      | Supervisor         | 10 / 10                    |
|                                                       |                                                  | Juan Manuel Cortes Miranda   | Ayu. General       | 7 / 10                     |
|                                                       |                                                  | Bonifacio Perez Perez        | Op.Grua            | 6 / 10                     |
|                                                       |                                                  | José Luis Islas              | Ayu.General        | 9.25 / 10                  |
|                                                       |                                                  | Jesus Ortega Garcia          | Ayu.General        | 8 / 10                     |
|                                                       |                                                  | Heli Reyes Netzahual         | Ayu.General        | 6 / 10                     |
|                                                       |                                                  | J. Francisco Cruz Rojas      | Ayu.General        | 2.5 / 10                   |
|                                                       |                                                  | Jose Reyes Netzahual         | Op. Atadora        | 5 / 10                     |
|                                                       |                                                  | Esteban Molina               | Op. Tijera 4       | 6 / 10                     |
|                                                       | Atadoras                                         | Felipe Gomez Duran           | Ayu.General        | 4.25 / 10                  |
|                                                       | T.G.R 1                                          | Erick Jimenez Sanchez        | Op. E              | 7.5 / 10                   |

Ilustración 70: Registro de resultados de evaluación de Defectos superficiales.  
Fuente: Elaboración propia.

En la conferencia que se dio, los inspectores nos hicieron comentarios argumentando que los equipos de medición (Vernier, flexómetro y micrómetro) se encuentran en mal estado, sucio o mal calibrados, argumentando que cuando realizan la inspección, los equipos llegan a fallar o tener variación de medida, a lo cual el defecto no se llega a detectar por lo mismo, generando así que el producto este mal laminado y se presente una no conformidad o una reclamación por parte del cliente. Incluso se comentó que tienen varios vernieres los cuales están guardados y no se utilizan por falta de calibración.

Dando respuesta a estos comentarios, se realizó la calibración de los equipos con ayuda del departamento de metrología de la planta, generando resultados positivos al equipo de inspectores (ver ilustración 71).



Ilustración 71: Equipos de medición calibrados.

Fuente: (Simec Tlaxcala,2023)

Para los problemas de “Rodillos del acabador con juego” y “Calibre incorrecto en guías y rodillos” son causados por error en las cedulas de laminación, debido a que en este documento, se encuentra el calibre adecuado, velocidad de laminado, numero de pases y el número de estante, es decir; cuando se realiza el maquinado de un producto, con un calibre inadecuado en el rodillo acabador, llega a presentar juego axial, esto ocurre debido a que el producto está pasando libre, es decir no hace juego con los rodillos o guías y esto causa un descuadre del material.

Se evaluaron las cedulas de laminación y se observó que la mayoría de las cedulas estaban modificadas, es decir; tenían otros datos escritos por encima de los valores, cedulas dadas de baja por el departamento de calidad, cedulas con fechas atrasadas y sin verificar, tenían notas o era cedulas de productos que ya no se laminan (ver ilustración 72).



**EMERGENCIA**  
**GERENCIA DE LAMINACION**  
**MOLINO DANIELI**  
**CEDULA DE LAMINADO**  
**DATOS DE REFERENCIA**

**SOLERA 1.75x318"**  
 (ACABANDO ESTANTE 31)  
**USANDO BILDUP DE 160 X 160 MM**  
**REDUCCION ASIAVE**

| S |  |   |  |   |  |   |  |   |  | T |  |   |  |   |  |   |  |   |  | G |  |   |  |   |  |   |  |   |  | R |  |   |  |   |  |   |  |   |  | A |  |   |  |   |  |   |  |   |  | D |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |  |  |
|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|--|--|
| S |  | R |  | O |  | D |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  | U |  | C |  | A |  | P |  | A |  | S |  | E |  | C |  | I |  | O |  | N |  | M |  |  |  |

Ilustración 72: Hoja de Cedula de laminación vieja.

Fuente: (Simec Tlaxcala,2023)

Como mejora, se revisaron dichas cedulas con ayuda de los inspectores y normas de acuerdo a los programas de producción del sistema, actualizando dichos datos y dando de alta el nuevo formato por parte de ingeniería de procesos al departamento de gestión de calidad (ver ilustración 73).

| GERENCIA DE LAMINACION               |        |     |     |       |       |       |         |       |       |     |        |          |                 |          | SOLERA 1.750x315"             |    |      |                |       |   |
|--------------------------------------|--------|-----|-----|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-----|--------|----------|-----------------|----------|-------------------------------|----|------|----------------|-------|---|
| MOLINO DANIELI                       |        |     |     |       |       |       |         |       |       |     |        |          |                 |          | ACABADOR ESTANTE 21)          |    |      |                |       |   |
| CEDULA DE LAMINADO                   |        |     |     |       |       |       |         |       |       |     |        |          |                 |          | USANDO BILLET DE 160 X 160 MM |    |      |                |       |   |
| DATOS DE REFERENCIA                  |        |     |     |       |       |       |         |       |       |     |        |          |                 |          | REDUCCION SUAVE               |    |      |                |       |   |
| E                                    | R      | T   | ROD | F     | CA    | PASES | SECCION |       |       | NON | BLON   | VELOC    | GUIA DE ENTRADA |          |                               |    |      | GUIA DE SALIDA |       |   |
|                                      |        |     |     |       |       |       | ALTO    | ANCHO | CLARO |     |        |          | TIPO            | Nº       | Nº                            | Nº | TIPO | Nº             | Nº    |   |
| A                                    | M      | B   | A   | B     | A     | A     | A       | A     | A     | A   | A      | A        | A               | A        | A                             | A  | A    | A              | A     | A |
| 1H                                   | STA-1  | C   | 1   | 1AL3  | 115.0 | 176.0 | 23.5    | 350   | 1.000 | 92  | 0.162  | STATIC   | E-1             |          |                               |    |      | STATIC         | S-1   |   |
| 2H                                   | STA-1  | C   | 2   | 1AL3  | 128.0 | 131.0 | 17.0    | 650   | 1.257 | 111 | 0.2040 | STATIC   | E-2             |          |                               |    |      | STATIC         | S-2   |   |
| 3H                                   | STA-1  | C   | 3   | 1AL3  | 162.0 | 145.0 | 26.0    | 650   | 1.354 | 59  | 0.2760 | STATIC   | E-3             |          |                               |    |      | STATIC         | S-3   |   |
| 4H                                   | STA-1L | ROD | L4  | 2AL4  | 106.0 | 106.0 | 16.0    | 550   | 1.285 | 47  | 0.3550 | SR-8     | GE1-SR8         | REL3-R38 | 64.0                          |    |      | SDG100         | SCA-A |   |
| 5H                                   | STA-1L | ROD | L5  | 2AL4  | 106.0 | 106.0 | 16.0    | 550   | 1.285 | 47  | 0.3550 | SR-8     | GE1-SR8         | REL3-R38 | 64.0                          |    |      | SDG100         | SCA-A |   |
| 6H                                   | STA-1L | ROD | L6  | 2AL4  | 106.0 | 106.0 | 16.0    | 550   | 1.285 | 47  | 0.3550 | SR-8     | GE1-SR8         | REL3-R38 | 64.0                          |    |      | SDG100         | SCA-A |   |
| POSICION DEL VOLANTE T-1             |        |     |     |       |       |       |         |       |       |     |        |          |                 |          |                               |    |      |                |       |   |
| AFUERA                               |        |     |     |       |       |       |         |       |       |     |        |          |                 |          |                               |    |      |                |       |   |
| 7H                                   | STA-1L | ROD | L7  | 1.2Y4 | 85.5  | 93.8  | 7.5     | 550   | 1.378 | 36  | 0.601  | SEG-8125 | GRL8-R125       |          |                               |    |      | SDG100         | SCA-A |   |
| 8H                                   | STA-1L | ROD | L8  | 1.2Y4 | 85.5  | 93.8  | 7.5     | 550   | 1.378 | 36  | 0.601  | SEG-8125 | GRL8-R125       |          |                               |    |      | SDG100         | SCA-A |   |
| 9H                                   | STA-1L | ROD | L9  | 1.2Y4 | 85.5  | 93.8  | 7.5     | 550   | 1.378 | 36  | 0.601  | SEG-8125 | GRL8-R125       |          |                               |    |      | SDG100         | SCA-A |   |
| 10H                                  | STA-1L | ROD | L10 | 1.2Y4 | 85.5  | 93.8  | 7.5     | 550   | 1.378 | 36  | 0.601  | SEG-8125 | GRL8-R125       |          |                               |    |      | SDG100         | SCA-A |   |
| 11H                                  | STA-1L | ROD | L11 | 1.2Y4 | 85.5  | 93.8  | 7.5     | 550   | 1.378 | 36  | 0.601  | SEG-8125 | GRL8-R125       |          |                               |    |      | SDG100         | SCA-A |   |
| 12H                                  | STA-1L | ROD | L12 | 1.2Y4 | 85.5  | 93.8  | 7.5     | 550   | 1.378 | 36  | 0.601  | SEG-8125 | GRL8-R125       |          |                               |    |      | SDG100         | SCA-A |   |
| POSICION DEL VOLANTE T-2             |        |     |     |       |       |       |         |       |       |     |        |          |                 |          |                               |    |      |                |       |   |
| AFUERA                               |        |     |     |       |       |       |         |       |       |     |        |          |                 |          |                               |    |      |                |       |   |
| 13H                                  | STA-1  | C   | 1   | 1AL3  | 115.0 | 176.0 | 23.5    | 350   | 1.000 | 92  | 0.162  | STATIC   | E-1             |          |                               |    |      | STATIC         | S-1   |   |
| 14H                                  | STA-1  | C   | 2   | 1AL3  | 128.0 | 131.0 | 17.0    | 650   | 1.257 | 111 | 0.2040 | STATIC   | E-2             |          |                               |    |      | STATIC         | S-2   |   |
| 15H                                  | STA-1  | C   | 3   | 1AL3  | 162.0 | 145.0 | 26.0    | 650   | 1.354 | 59  | 0.2760 | STATIC   | E-3             |          |                               |    |      | STATIC         | S-3   |   |
| 16H                                  | STA-1L | ROD | L4  | 2AL4  | 106.0 | 106.0 | 16.0    | 550   | 1.285 | 47  | 0.3550 | SR-8     | GE1-SR8         | REL3-R38 | 64.0                          |    |      | SDG100         | SCA-A |   |
| 17H                                  | STA-1L | ROD | L5  | 2AL4  | 106.0 | 106.0 | 16.0    | 550   | 1.285 | 47  | 0.3550 | SR-8     | GE1-SR8         | REL3-R38 | 64.0                          |    |      | SDG100         | SCA-A |   |
| 18H                                  | STA-1L | ROD | L6  | 2AL4  | 106.0 | 106.0 | 16.0    | 550   | 1.285 | 47  | 0.3550 | SR-8     | GE1-SR8         | REL3-R38 | 64.0                          |    |      | SDG100         | SCA-A |   |
| POSICION VOLANTE CRANK T-3           |        |     |     |       |       |       |         |       |       |     |        |          |                 |          |                               |    |      |                |       |   |
| AFUERA                               |        |     |     |       |       |       |         |       |       |     |        |          |                 |          |                               |    |      |                |       |   |
| 19H                                  | STA-1  | C   | 1   | 1AL3  | 115.0 | 176.0 | 23.5    | 350   | 1.000 | 92  | 0.162  | STATIC   | E-1             |          |                               |    |      | STATIC         | S-1   |   |
| 20H                                  | STA-1  | C   | 2   | 1AL3  | 128.0 | 131.0 | 17.0    | 650   | 1.257 | 111 | 0.2040 | STATIC   | E-2             |          |                               |    |      | STATIC         | S-2   |   |
| 21H                                  | STA-1  | C   | 3   | 1AL3  | 162.0 | 145.0 | 26.0    | 650   | 1.354 | 59  | 0.2760 | STATIC   | E-3             |          |                               |    |      | STATIC         | S-3   |   |
| 22H                                  | STA-1L | ROD | L4  | 2AL4  | 106.0 | 106.0 | 16.0    | 550   | 1.285 | 47  | 0.3550 | SR-8     | GE1-SR8         | REL3-R38 | 64.0                          |    |      | SDG100         | SCA-A |   |
| 23H                                  | STA-1L | ROD | L5  | 2AL4  | 106.0 | 106.0 | 16.0    | 550   | 1.285 | 47  | 0.3550 | SR-8     | GE1-SR8         | REL3-R38 | 64.0                          |    |      | SDG100         | SCA-A |   |
| 24H                                  | STA-1L | ROD | L6  | 2AL4  | 106.0 | 106.0 | 16.0    | 550   | 1.285 | 47  | 0.3550 | SR-8     | GE1-SR8         | REL3-R38 | 64.0                          |    |      | SDG100         | SCA-A |   |
| RELACION ENGRANES 20/20              |        |     |     |       |       |       |         |       |       |     |        |          |                 |          |                               |    |      |                |       |   |
| DESHABILITADO                        |        |     |     |       |       |       |         |       |       |     |        |          |                 |          |                               |    |      |                |       |   |
| 25H                                  | STA-1  | C   | 1   | 1AL3  | 115.0 | 176.0 | 23.5    | 350   | 1.000 | 92  | 0.162  | STATIC   | E-1             |          |                               |    |      | STATIC         | S-1   |   |
| 26H                                  | STA-1  | C   | 2   | 1AL3  | 128.0 | 131.0 | 17.0    | 650   | 1.257 | 111 | 0.2040 | STATIC   | E-2             |          |                               |    |      | STATIC         | S-2   |   |
| 27H                                  | STA-1  | C   | 3   | 1AL3  | 162.0 | 145.0 | 26.0    | 650   | 1.354 | 59  | 0.2760 | STATIC   | E-3             |          |                               |    |      | STATIC         | S-3   |   |
| 28H                                  | STA-1L | ROD | L4  | 2AL4  | 106.0 | 106.0 | 16.0    | 550   | 1.285 | 47  | 0.3550 | SR-8     | GE1-SR8         | REL3-R38 | 64.0                          |    |      | SDG100         | SCA-A |   |
| 29H                                  | STA-1L | ROD | L5  | 2AL4  | 106.0 | 106.0 | 16.0    | 550   | 1.285 | 47  | 0.3550 | SR-8     | GE1-SR8         | REL3-R38 | 64.0                          |    |      | SDG100         | SCA-A |   |
| 30H                                  | STA-1L | ROD | L6  | 2AL4  | 106.0 | 106.0 | 16.0    | 550   | 1.285 | 47  | 0.3550 | SR-8     | GE1-SR8         | REL3-R38 | 64.0                          |    |      | SDG100         | SCA-A |   |
| ELABORO: ING. DE PROCESOS LAMINACION |        |     |     |       |       |       |         |       |       |     |        |          |                 |          |                               |    |      |                |       |   |
| FECHA Y REVISION: 29/05/2023         |        |     |     |       |       |       |         |       |       |     |        |          |                 |          |                               |    |      |                |       |   |
| 1-FES-01                             |        |     |     |       |       |       |         |       |       |     |        |          |                 |          |                               |    |      |                |       |   |

Ilustración 73: Hoja de Cedula de laminación actualizada.  
Fuente: (Simec Tlaxcala,2023)

## 6 ETAPA DE CONTROLAR:

Con base a las mejoras implementadas en los meses de abril y mayo, se recopilaban los datos de acuerdo al programa de producción de dicho periodo y analizados se obtuvieron las siguientes graficas:

### 6.1 Material Rechazado después de implementación de mejoras:

Como se observa en la tabla, se tomó el mes de marzo y mitad del mes de abril para lograr implementar las mejoras para reducir los defectos, posteriormente se obtuvo que la producción de toneladas rechazadas en los meses de abril-mayo 2023 disminuyeron, logrando obtener un total de 42.40 toneladas rechazadas entre dichos periodos (ver tabla 19).

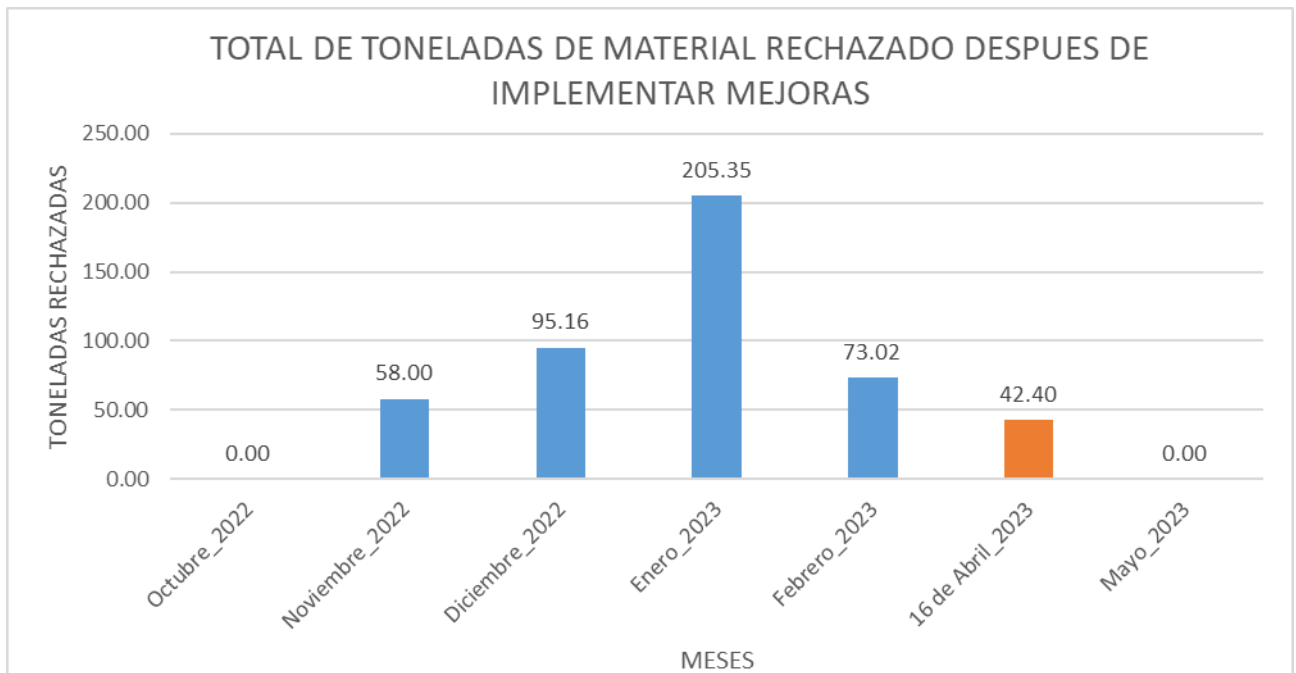
## MATERIAL RECHAZADO DESPUES DE IMPLEMENTAR MEJORAS

| MOLINO 2 | Defectos<br>MESES | 8.- Raya                                    | 9.- Incrust<br>Casc | 12.- Oval /<br>Descuadre | TOTAL  |
|----------|-------------------|---------------------------------------------|---------------------|--------------------------|--------|
|          | Octubre_2022      | 0                                           | 0                   | 0                        | 0.00   |
|          | Noviembre_2022    | 1.15                                        | 36.97               | 19.884                   | 58.00  |
|          | Diciembre_2022    | 33.16                                       | 49.67               | 12.33                    | 95.16  |
|          | Enero_2023        | 16.6                                        | 80.39               | 108.36                   | 205.35 |
|          | Febrero_2023      | 58.81                                       | 14.21               | 0                        | 73.02  |
|          | Marzo_2023        | IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS                   |                     |                          |        |
|          | Abril_2023        | IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS HASTA 15 DE ABRIL |                     |                          |        |
|          | 16 de Abril_2023  | 15.9                                        | 9.1                 | 17.4                     | 42.40  |
|          | Mayo_2023         | 0                                           | 0                   | 0                        | 0.00   |

Tabla 19: Material Rechazado después de implementación de mejoras  
Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla, los resultados obtenidos arrojan que el mes de abril se disminuyeron las toneladas por cada defecto mientras que en el mes de mayo se obtuvo un resultado de 0 toneladas rechazadas por los tres defectos.

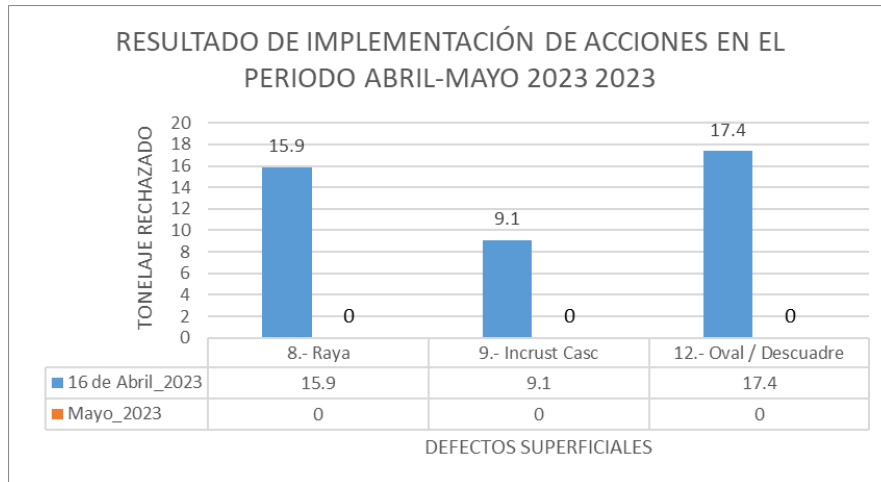
A continuación, se muestra una gráfica comparativa (ver grafica 16) del total de toneladas de material rechazado entre los diferentes meses:



Gráfica 16: Comparación de total de toneladas rechazadas

Fuente: Elaboración propia

Continuando con los resultados obtenidos, se muestra una gráfica de las toneladas totales rechazadas por defectos en los meses de abril y mayo posteriormente implementadas las mejoras (ver grafica 17).



Gráfica 17: Implementación de acciones en el periodo abril – mayo 2023  
Fuente: Elaboración propia

Comenzaremos con los resultados por cada defecto:

#### 6.1.1 Defecto de raya en el periodo de abril – mayo 2023:

Como se puede observar en la tabla, el mes de abril presento tonelaje de producto laminado rechazado con un total de 15.9 toneladas. (ver tabla 20).

| MOLINO 2 | Defecto      | Suma 8.-<br>Raya |
|----------|--------------|------------------|
|          | MESES        |                  |
|          |              |                  |
|          | Abril _ 2023 | 15.9             |
|          | Mayo _ 2023  | 0                |
|          |              | 15.9             |

| GRADOS DE ACEROS | TOTAL |
|------------------|-------|
| 51CrV4           | 6.2   |
| E5161M           | 5.9   |
| 1141M            | 3.8   |
|                  | 15.9  |

Tabla 20: Datos de las toneladas rechazadas del defecto de Hojas  
Fuente: Elaboración propia

Con la siguiente formula se calcula el porcentaje de toneladas que se rechazan para el defecto de raya:

**PORCENTAJE TOTAL DE DISMINUCION DE TONELADAS RECHAZADAS PARA EL DEFECTO DE RAYA**

$$\% \text{ Rechazado} = \frac{\text{Toneladas Rechazadas del mes}}{\text{Toneladas Rechazadas Total}} \times 100 = \frac{15.9 \text{ Toneladas}}{109.72 \text{ Toneladas}} \times 100 = 0.145 \times 100 = 14.49\%$$

Como se puede observar, el porcentaje de toneladas rechazadas después de las implementaciones de mejoras que se realizaron en el defecto de raya fue un total de 14.49 % en el periodo de abril - mayo 2023.

### 6.1.2 Defecto de incrustación de cascarilla en el periodo de abril – mayo 2023:

Como se puede observar en la tabla, el mes de abril presento tonelaje de producto laminado rechazado con un total de 9.1 toneladas. (ver tabla 21).

| MOLINO 2 | Defecto      | Suma 9.-<br>Incrust Casc |
|----------|--------------|--------------------------|
|          | MESES        |                          |
|          | Abril _ 2023 | 9.1                      |
|          | Mayo _ 2023  | 0                        |
|          |              | 9.1                      |

| GRADOS DE ACEROS | TOTAL |
|------------------|-------|
| 8620             | 2.4   |
| E5161M           | 5.4   |
| 51CrV4           | 1.3   |
| 9.1              |       |

Tabla 21: Datos de las toneladas rechazadas del defecto de Incrustación de cascarilla  
Fuente: Elaboración propia

Con la siguiente formula se calcula el porcentaje de toneladas que se rechazan para el defecto de raya:

**PORCENTAJE TOTAL DE DISMINUCION DE TONELADAS RECHAZADAS PARA EL DEFECTO DE INCRUST. CASCAR.**

$$\% \text{ Rechazado} = \frac{\text{Toneladas Rechazadas del mes}}{\text{Toneladas Rechazadas Total}} \times 100 = \frac{9.1 \text{ Toneladas}}{181.24 \text{ Toneladas}} \times 100 = 0.050 \times 100 = 5.02\%$$

Como se puede observar, el porcentaje de toneladas rechazadas después de las implementaciones de mejoras que se realizaron en el defecto de incrustación de cascarilla fue un total de 5.02 % en el periodo de abril - mayo 2023.

### 6.1.3 Defecto de ovalamiento / descuadre en el periodo de abril – mayo 2023:

Como se puede observar en la tabla, el mes de abril presento tonelaje de producto laminado rechazado con un total de 17.4 toneladas. (ver tabla 22).

| MOLINO 2 | Defecto      | Suma 12.-<br>Ovalamiento<br>/ Descuadre |
|----------|--------------|-----------------------------------------|
|          | MESES        |                                         |
|          | Abril _ 2023 | 17.4                                    |
|          | Mayo _ 2023  | 0                                       |
|          |              | 17.4                                    |

| GRADOS DE ACEROS | TOTAL |
|------------------|-------|
| E5161M           | 9.7   |
| 1038             | 4.8   |
| E5160H           | 2.9   |
|                  | 17.4  |

Tabla 22: Datos de las toneladas rechazadas del defecto de Ovalamiento / descuadre  
Fuente: Elaboración propia

Con la siguiente formula se calcula el porcentaje de toneladas que se rechazan para el defecto de raya:

$$\text{PORCENTAJE TOTAL DE DISMINUCION DE TONELADAS RECHAZADAS PARA EL DEFECTO DE OVAL / DESCUA.}$$

$$\% \text{ Rechazado} = \frac{\text{Toneladas Rechazadas del mes}}{\text{Toneladas Rechazadas Total}} \times 100 = \frac{17.4 \text{ Toneladas}}{140.57 \text{ Toneladas}} \times 100 = 0.124 \times 100 = 12.38\%$$

Como se puede observar, el porcentaje de toneladas rechazadas después de las implementaciones de mejoras que se realizaron en el defecto de ovalamiento / descuadre fue un total de 12.38 % en el periodo de abril - mayo 2023.

## 6.2 RESULTADO:

Se muestra esta tabla el total de las sumatorias de las diferentes toneladas rechazadas con cada defecto comparando los dos diferentes periodos de meses. Mediante esta tabla se puede observar que los valores de rechazo en el mes de abril son bajos a comparación de los meses atrás; los cuales presentan un mayor valor de tonelaje, sin embargo, el mes de mayo presento en los tres defectos un valor de cero tonelajes, lo cual nos indica que las mejoras que se implementaron fueron exitosas. Sin embargo, en los defectos de Incrustación de cascarilla y ovalamiento / descuadre, ambos defectos presentaron toneladas rechazadas con valor bajo a comparación de los otros meses, esto también se puede deber a una variación por parte de los productos laminados o por parte de los trabajadores, debido a que no se laminan todos los meses las mismas medidas con los diferentes grados de acero.

Esta tabla comparativa representa el total de las sumatorias de las toneladas rechazadas por cada defecto en los dos diferentes periodos los cuales se demuestra que se logró la disminución del total de toneladas en un 10%. (ver tabla 23)

| DEFECTOS                      | PERIODO<br>ANTES DE<br>MEJORAS         | PERIODO<br>DESPUES DE<br>MEJORAS |
|-------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|
|                               | <i>Octubre 2022 –<br/>Febrero 2023</i> | <i>Abril - Mayo<br/>2023</i>     |
| Raya                          | 109.72                                 | 15.9                             |
| Incrustación<br>de cascarilla | 181.24                                 | 9.1                              |
| Oval /<br>Descuadre           | 140.57                                 | 17.4                             |
| <b>Total de<br/>Toneladas</b> | <b>431.53</b>                          | <b>42.4</b>                      |

|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| <b>% DE DEFECTO DISMINUIDO :</b> | <b>10%</b> |
|----------------------------------|------------|

Tabla 23: Comparación de toneladas rechazadas entre los dos periodos  
Fuente: Elaboración propia

## 7 Conclusión:

El análisis que se dio en la empresa con respecto al proceso de laminación, se implementó en la línea de laminación del tren dos “MOBA II”, evidenciando variables y factores que evidenciaron la presencia de los diferentes defectos superficiales que se hicieron presentes en el periodo de estudio.

Con la implementación de la metodología DMAIC en sus 5 fases (Definición, Medición, Análisis, Mejora y Control) permitió implementar acciones que logren un mejoramiento en el proceso de laminación con la finalidad de reducir los defectos en acabado final y cumplir con la satisfacción y demanda de los clientes; además que se implementaron diversas herramientas que ayudaron a reconocer los problemas y así delimitar, analizar y eliminar o disminuir la presencia de dicho defectos, obteniendo resultados para erradicar cualquier tipo de defectos que se presente durante el proceso de producción.

Conforme el presente proyecto de estudio realizado durante estos 6 meses, se logró cumplir con el propósito y objetivo del proyecto, el cual fue disminuir en un 10% el producto no conforme en el área de laminación II, de esta forma se obtiene un impacto positivo hacia la empresa, ya que de las toneladas que se rechazaban en los diversos meses, se lo logro disminuir durante el mes de mayo acero toneladas en tres de los defectos que presentaban mayor presencia, cumpliendo así con la empresa generando mayor productividad, menos retrabajos en el proceso de laminación, reduciendo perdidas económicas, disminuyendo reclamaciones por parte de los clientes y cumplir con tiempo y calidad nuestros productos.

Conforme a lo considerado se recomienda las siguientes acciones:

- Dar seguimiento en el tren de laminación dos, supervisar y controlar el estado de la producción ya sea por un determinado lapso de tiempo, sea por turno, por día o por

semana, cuya finalidad sea mantener la presencia de ceros defectos y lograr una mejora continua en el proceso de laminación para el acabado final de los productos.

- Mayor comunicación y compromiso de las diferentes áreas como lo son laminación, almacén de palanquillas, embarques, acería. Esto debido a que sí no se logran resultados positivos
- Concientizar e involucrar al personal de trabajo en el proceso, logrando así una cultura, y crear un habito de mejora continua que permanezca en ellos y logre que la empresa sea exitosa.
- Dar capacitaciones constantes a los diferentes cuadrillas o equipos de trabajos sobre los defectos superficiales y realizar evaluaciones para mantener un control sobre el estado actual de conocimiento del personal.

## 8 Competencias desarrolladas y experiencia adquirida:

Durante el desarrollo del presente proyecto, se desarrollaron diversos conocimientos y experiencias tanto estudiantiles, personales y laborales que fueron adquiridas en el transcurso de la carrera las cuales pude aplicarlas en un entorno laboral.

Este proyecto ha sido de gran apoyo para conocer y visualizar el ambiente y entorno laboral en una empresa, adquirir experiencia en el sector metalúrgico e involucrar directamente en el proceso de laminado de diversos productos; es muy beneficiosos identificar todos los factores, elementos, y variables que involucran al proceso y como se relacionan con los diferentes departamentos.

La implementación de este proyecto me permitió identificar amplias oportunidades de mejora, facilitando así la implementación de diversas herramientas, metodologías y conocimientos adquiridos en la universidad y empleos a lo largo de mi vida personal que fueron de gran utilidad. Indudablemente la experiencia y conocimiento aprendido dentro de la empresa Simec International S.A de C.V me abrió un panorama distinto a lo que tenía percibido, el observar como todo el personal de trabajo colabora uno mismo del otro para llevar a cabo correctamente las actividades, tareas, procesos y responsabilidades que llevan a realizar un solo objetivo, lograr una calidad hacia los productos obteniendo resultados positivos y una satisfacción al cliente.

La experiencia aprendida en esta empresa es el lograr colaborar y trabajar en equipo con los diferentes puestos de trabajo, desde un ayudante general hasta el puesto de un supervisor o inspector de calidad, saber las responsabilidades y objetivos a cumplir con la empresa, el factor de liderazgo que hay que asumir para mantener coordinados y organizados al personal para mantener en control y orden el proceso. Asimismo, involucrarme con los diferentes departamentos como lo fue calidad, producción, mantenimiento, laboratorio, logística, líneas de enderezado y tratamiento térmico, los cuales

trabajan relacionados uno con uno para evaluar, medir, comunicar, inspeccionar y controlar y dar solución a los diferentes problemas internos o externos que se lleguen a presentar en la empresa.

De igual manera, entendí que el hecho de involucrar a todo el personal de trabajo sin importar el puesto o el área de trabajo es de suma importancia, debido a que esto causa que se genere confianza de que se tome la palabra al trabajador, involucramiento del mismo, responsabilidades y hábitos que poco a poco van siendo parte del proyecto de la empresa.

Por último, el lograr estar en el departamento de ingeniería de procesos , ingeniería y calidad, fue muy reconfortante, debido a que logre aplicar mis conocimientos adquiridos en la universidad y llevarlos a problemas reales que enfrentaban la empresa, al estar en juntas directivas, se me tomaba mi participación para brindar dar ideas a posibles soluciones de problemas y ver que eran tomadas en cuentas y lograban resolver problemáticas, al igual que ayudar a implementar auditorias, conferencias de metodologías o herramientas, capacitaciones era muy satisfactorio, debido a que te ayudan a formar parte de un perfil como ingeniero y sobre todo a tener la experiencia , noción y conocimiento ante posibles retos que enfrentas en el presente o futuro.

## 9 Glosario:

**Segregación:** Es la acción de separar, marginar o apartar algo o alguien de otras cosas.

**Austenítico o Austenita:** Es una forma de ordenamiento distinta de los átomos de hierro. carbono.

**Inmiscible:** Hace referencia a un líquido que no puede ser mezclado formando una solución homogénea.

**Sizing:** Acabador del tren laminador, este se encuentra conformado por tres estantes los cuales se encuentran posicionados de la siguiente manera: horizontal, vertical y horizontal.

## Bibliografía

Bembibre., c. (19 de 05 de 2023). *DefinicionABC*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/comunicacion/lluvia-de-ideas.php>

*Club Responsable de Calidad* . (19 de 05 de 2023). Obtenido de [https://clubresponsablesdecalidad.com/en-que-consiste-la-metodologia-dmaic/#:~:text=El%20DMAIC%20es%20una%20metodolog%C3%ADa,por%20%C3%BAltimo%20control%20\(controlar\).](https://clubresponsablesdecalidad.com/en-que-consiste-la-metodologia-dmaic/#:~:text=El%20DMAIC%20es%20una%20metodolog%C3%ADa,por%20%C3%BAltimo%20control%20(controlar).)

Corral, V. (21 de 05 de 2023). *Desarrollo Profesional* . Obtenido de <https://academy.dpsys.com.mx/metodologia->



## ANEXO

Carretera Federal México-Texcoco-Veracruz  
Km. 123 SN Interior U  
San Cosme Xaloztoc, Tlaxcala  
C.P. 90460 Apizaco Tlaxcala.  
Tel. Conmutador (241) 413-1600



### CARTA DE NO INCONVENIENCIA

**SAN COSME XALOZTOC, TLAXCALA, 19 DE JUNIO DE 2023**  
**DRA. JESICA IMELDA SAAVEDRA BENÍTEZ**  
**DIRECTORA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO**  
**PRESENTE**

Por medio de la presente me dirijo a usted para manifestar el **NO TENER INCONVENIENTE** para que la información generada durante el desarrollo de actividades de investigación en **SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV**, por el (la) estudiante **ALDAIR MOGOLLON HUERTA**, con No. de control **18371146**, de la carrera **INGENIERIA INDUSTRIAL**, ha realizado satisfactoriamente su proyecto de residencias y aspira a obtener su título profesional en el **INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO** con el proyecto denominado **"DISMINUCION DE PRODUCTO NO CONFORME EN UN 10% EN EL AREA DE LAMINACION II"**, que realizó en el departamento de **INGENIERIA DE PROCESO** en un periodo de **23 DE ENERO AL 30 DE JUNIO DE 2023** asesorado por el **ING. RUBEN ROMERO COCOLETZI**.

Así mismo **SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV** no tiene ningún inconveniente en extender la presente constancia para que dicho proyecto se utilice únicamente para los fines antes mencionados y concede las facilidades para el uso de este ante el **INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO**, con el fin de que el interesado alcance su objetivo.

Atentamente



  
**LIC. BLANCA ESTELA PEREZ AGUILAR**  
**Gerente de Recursos Humanos**  
**Tel. Directo 012414131690**

Carretera Federal México-Texcoco-Veracruz  
Km. 123 SN Interior U  
San Cosme Xaloztoc, Tlaxcala  
C.P. 90460  
Tel. Conmutador (241) 413-1600



PARA: LIC. JUDITH DÍAZ DOMÍNGUEZ

JEFA DEL DEPARTAMENTO DE GESTION TECNOLOGICA Y VINCULACION  
INSTITUTO TECNOLOGICO DE APIZACO

FECHA: 19 DE JUNIO DE 2023

ASUNTO: LIBERACION DE RESIDENCIA PROFESIONAL

Por medio del presente hacemos de su conocimiento que el(la) C.  
**ALDAIR MOGOLLON HUERTA** con número de matrícula **18371146** alumno de  
la carrera de **INGENIERIA INDUSTRIAL** de esa institución a su digno cargo, ha  
finalizado su periodo de residencia en nuestra empresa **SIMEC INTERNATIONAL**  
**SA DE CV**, bajo la siguiente supervisión:

DEPARTAMENTO: INGENIERIA DE PROCESO  
ASESOR: ING. RUBEN ROMERO COCOLETZI  
HORARIO: LUNES A VIERNES DE 8:30 A 18:00 HRS / SABADO DE 9:00 A 12:00 HRS.  
PERIODO: 23 DE ENERO AL 30 DE JUNIO DE 2023  
PROYECTO: "DISMINUCION DE PRODUCTO NO CONFORME EN UN 10%  
EN EL AREA DE LAMINACION II"

Extendemos la presente para los fines que el interesado considere  
convenientes; Quedando a sus órdenes para cualquier duda o aclaración.

Saludos Cordiales

  
LIC. BLANCA E. PÉREZ AGUILAR  
Gerente de Recursos Humanos  
Tel. Directo 012414131690

