



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN CON LA  
COLECTIVIDAD**

**MAESTRÍA EN GESTIÓN DE LA CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD  
XIV PROMOCIÓN**

**TEMA: “MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE  
PERFILES LAMINADOS EN EL LPP DE LA EMPRESA NOVACERO  
PLANTA LASSO”**

**AUTOR: CHANGOLUISA CAMACHO, MARÍA CRISTINA**

**DIRECTOR: ING. NARANJO, CARLOS**

**SANGOLQUI, MAYO DEL 2014**

**CERTIFICADO**

ING. CARLOS NARANJO

**CERTIFICA**

Que el proyecto titulado **“CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PERFILES EN LA EMPRESA NOVACERO PLANTA LASSO”** realizado por la Ing. Maria Cristina Changoluisa Camacho, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Sangolqui, Mayo de 2014

**DIRECTOR**

---

Ing. Carlos Naranjo

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD DEL ESTUDIANTE****MARÍA CRISTINA CHANGOLUISA CAMACHO****DECLARO QUE:**

El proyecto de grado titulado **“CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PERFILES EN LA EMPRESA NOVACERO PLANTA LASSO”** ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme a las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría

En virtud de esta declaración me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de la tesis de grado en mención

Sangolqui, Mayo de 2014

---

María Cristina Changoluisa Camacho

**AUTORIZACIÓN****Yo, MARÍA CRISTINA CHANGOLUISA CAMACHO**

Autorizo a la Universidad de las Fuerza Armadas – ESPE, la publicación, en la Biblioteca Virtual de la institución del trabajo de **“CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PERFILES EN LA EMPRESA NOVACERO PLANTA LASSO”** cuyo contenido, ideas y criterio son de mi exclusiva responsabilidad y autoría

Sangolqui, Mayo de 2014

---

María Cristina Changoluisa Camacho

**DEDICATORIA**

El presente proyecto resultado del esfuerzo y la constancia lo dedico a mi madre por ser la motivación para superarme continuamente. A mis amigos y familia por creer en mí.

María Cristina Changoluisa Camacho

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero agradecer a Dios por darme la fuerza y vida para terminar este proyecto.

A mi madre por darme ánimo para continuar con este proyecto.

A los Ingenieros Carlos Naranjo y Víctor Pachacama por su asesoría en la realización de este proyecto.

Al Ing. Eduardo Paez, mi jefe y amigo, por su apoyo y ayuda en la realización de este proyecto.

Al Ing. Guillermo Miño por su ayuda y por permitirme el uso de los recursos necesarios para la realización de este trabajo.

A NOVACERO Planta Lasso, la empresa en que trabajo por estar orientados en el camino de la mejora continua.

A Ricardo Solorzano por la contribución realizada en el presente trabajo

A todos y cada uno de ustedes, mil gracias

María Cristina Changoluisa Camacho



**CONTENIDO**

ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	ix
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
CAPITULO 1 .....	1
1.1 Planteamiento del Problema. ....	1
1.1.1 Objetivo General.....	1
1.1.2 Objetivos Específicos .....	2
CAPITULO 2 .....	3
2.1 Mejora de Procesos en las Organizaciones.....	3
2.2 Criterios de selección de los Proceso a Mejorar. ....	4
2.3 Selección del Equipo de Trabajo .....	5
2.4 Selección de la Metodología a utilizar.....	5
2.5 Razones del fracaso de Proyectos de Mejora .....	6
2.6 Metodologías de Mejora Continua .....	7
2.7 Six Sigma.....	7
2.7.1 Definición .....	7
2.7.2 Etapas .....	7
2.7.2.1 Definir.....	8
2.7.2.2 Medir .....	8
2.7.2.3 Analizar .....	8
2.7.2.4 Mejorar .....	8
2.7.2.5 Controlar.....	8
2.8 Lean Manufacturing .....	8
2.9 Ruta de la Calidad .....	9
2.9.1 Definición .....	9
2.9.1.1 Ciclo PHVA .....	9
2.9.2 Etapas .....	10
2.9.2.1 Definir el Proyecto.....	10
2.9.2.2 Describir la situación actual .....	10
2.9.2.3 Analizar hechos y datos para aislar la causa raíz.....	11
2.9.2.4 Establecer acciones para eliminar la causa raíz.....	12
2.9.2.5 Ejecutar las acciones establecidas .....	13
2.9.2.6 Verificar los resultados. ....	13
2.9.2.7 Estandarizar .....	14
2.9.2.8 Documentar y definir nuevos proyectos.....	14
CAPITULO 3 .....	15
3.1 Caracterización del Proceso de Fabricación de Perfiles en el LPP .....	15
3.1.1 Descripción del Proceso .....	15
3.1.2 Flujograma del Proceso .....	19
3.1.3 Tipos de Perfiles Elaborados. ....	20
3.1.4 Planes de Control.....	21
3.2 Selección de la metodología a utilizar.....	25
3.3 Aplicación de la Ruta de Calidad .....	26
3.3.1 Reconocimiento de las características del problema.	
Descripción de la situación actual. ....	26
3.3.2 Reconocimiento de las características del problema.	



Analizar hechos y datos para aislar las causas raíces.....	28
3.3.2.1 Lluvia de ideas para causa raíz.....	28
3.3.2.2 Causas raíces.....	29
3.3.2.3 Diagrama Causa - Efecto.....	29
3.3.3 Determinación de Plan de Acción para eliminar las causas raíces.....	30
3.3.3.1 Lluvia de ideas soluciones.....	30
3.3.3.2 Diagrama de Afinidad.....	32
3.3.3.3 Diagrama de Relación.....	32
3.3.3.4 Diagrama de Árbol.....	34
3.3.3.5 Plan de Actividades.....	35
3.4 Análisis de la viabilidad técnico – económico del Plan de Acción.....	37
3.4.1 Viabilidad Ejecución Plan de Capacitación.....	37
3.4.2 Viabilidad Ejecución Revisión Plan de Control.....	39
3.5 Ejecutar las acciones establecidas. Implementación:.....	40
3.5.1 Ejecución Curso de Capacitación:.....	40
3.5.2 Evaluación Curso de Capacitación.....	41
3.5.4 Modificación Planes de Control.....	42
3.6 Verificación los Resultados:.....	43
3.6.1 Comparativo Antes y Después Espesor:.....	44
3.6.2 Comparativo Antes y Después Ancho:.....	46
3.6.3 Comparativo Antes y Después Largo:.....	49
3.6.4 Hojas de Servicio al cliente.....	51
3.6.5 Estandarizar.....	51
3.6.6 Documentar y definir nuevos proyectos.....	51
Se estableció y difundió los cambios realizados en el plan de control.....	51
CAPITULO 4.....	52
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	52
4.1 CONCLUSIONES.....	52
4.2 RECOMENDACIONES.....	53
BIBLIOGRAFÍA.....	54
ANEXO A.....	55

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Definición del plan de ejecución mediante las 5W/1H .....	12
Tabla 2: Límites de control naturales del Tren 2 y LPP y Máxima Variación n respecto a la especificación. ....	27
Tabla 3: Capacidades de Procesos en base a nuevas tolerancia .....	28
Tabla 4: Resumen diagrama de relación.....	33
Tabla 5: Resultados Evaluación Personal LPP después de la capacitación.....	42
Tabla 6: Datos de Cp. y Cpk. para PL19X3 antes y después. ....	52
Tabla 7: Probabilidad de Producto No Conforme .....	53
Tabla A 1: Datos Pletina PL19X3 LPP antes del Proyecto de Mejora .....	55
Tabla A2: Datos Pletina PL19X3 LPP después del Proyecto de Mejora.....	58

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Histograma para Espesor PL19X3 LPP .....	11
Gráfico 2: Diagrama Causa- Efecto .....	12
Gráfico 3: Diagrama de Flujo LPP .....	20
Gráfico 4: PC-CC.08 Plan de Control de Perfiles Pequeños Ed.0 (NOVACERO , 2012)..	22
Gráfico 5: Tolerancias Dimensionales de Perfiles. (NOVACERO , 2012) .....	23
Gráfico 6: Defectos visuales inadmisibles. (NOVACERO , 2012) .....	24
Gráfico 7: Requisitos mecánicos Norma NTE INEN 2215:2012 (NOVACERO , 2012) ...	25
Gráfico 8: Tolerancias modificadas LPP. (NOVACERO, 2013) .....	27
Gráfico 9: Diagrama Causa Efecto .....	30
Gráfico 10: Diagrama de Afinidad .....	32
Gráfico 11: Diagrama de relación.....	33
Gráfico 12: Diagrama de árbol Solución 1 .....	34
Gráfico 13: Diagrama de árbol Solución 2.....	34
Gráfico 14: Registro de Capacitación.....	41
Gráfico 15: PC-CC.08 Plan de Control Perfiles Pequeños Ed.1 (NOVACERO, 2013).....	43
Gráfico 16: Espesor Pletina 19X3 Antes. ....	44
Gráfico 17: Espesor Pletina 19x3 Después.....	44
Gráfico 18: Capacidad de Proceso. Comparación Antes y Después. ....	45
Gráfico 19: Capacidad de Proceso. Desempeño del proceso .....	46
Gráfico 20: Ancho Pletina 19X3 Antes. ....	46
Gráfico 21: Ancho Pletina 19X3 Después.....	47
Gráfico 22: Capacidad de Proceso. Comparación Antes y Después. ....	47
Gráfico 23: Capacidad de Proceso. Desempeño del proceso .....	48
Gráfico 24: Largo Pletina 19X3 Antes. ....	49
Gráfico 25: Largo Pletina 19X3 Después.....	49
Gráfico 26: Capacidad de Proceso. Comparación Antes y Después. ....	50
Gráfico 27: Capacidad de Proceso. Desempeño del proceso .....	50

**INDICÉ DE FOTOGRAFÍAS:**

Fotografía 1: Almacenaje temporal alambrón. (NOVACERO, 2012).....	15
Fotografía 2: Ingreso del Alambrón al proceso. (NOVACERO, 2012).....	16
Fotografía 3: Ingreso a los rodillos enderezadores. (NOVACERO, 2012).....	16
Fotografía 4: Paso por los rodillos enderezadores. (NOVACERO, 2012) .....	16
Fotografía 5: Calentamiento del Alambrón en el Horno (NOVACERO, 2012).....	17
Fotografía 6: Calibración del Tren Continuo. (NOVACERO, 2012) .....	18
Fotografía 7: Mesa de Enfriamiento. (NOVACERO, 2012) .....	18
Fotografía 8: Empaquetado Producto Terminado. (NOVACERO, 2012) .....	19
Fotografía 9: Grados de Corrosión Alambrón (NOVACERO , 2012).....	23

**INDICÉ DE CUADROS**

Cuadro 1: Resultados lluvia de ideas 1.....	29
Cuadro 2: Resultados lluvia de ideas 2.....	30
Cuadro 3: Resultados diagrama de afinidad .....	33
Cuadro 4: Plan de Actividades Solución 1 .....	35
Cuadro 5: Plan de Actividades Solución 2. ....	36
Cuadro 6: Resultados Evaluación Personal LPP antes de la capacitación .....	37
Cuadro 7: Cronograma de Capacitación LPP Agosto- Septiembre 2013 .....	39
Cuadro 8: Disponibilidad de Recursos para Capacitación .....	39
Cuadro 9: Disponibilidad de Recursos para Modificación Plan de Control .....	40

## RESUMEN

En el proyecto de “Control Estadístico del Proceso de Fabricación de Perfiles en la Empresa NOVACERO Planta Lasso se determinó que en la fabricación de pletinas, el LPP tiene una mayor variabilidad que su predecesor el Tren 2 lo que se traduce en mayores tolerancias que los clientes los detectan y ha provocado reclamos. Por lo mencionado anteriormente el objetivo del presente trabajo es elaborar un proyecto de mejora para controlar la variabilidad del proceso de producción de perfiles laminados en el LPP. Se determinó acciones para disminuir la variabilidad en el LPP, para lo que primero se caracterizó a este proceso y a continuación se investigó la base teórica para solución de problemas. Se determinó que la metodología a utilizar sería la ruta de la calidad y se la aplicó para encontrar las causas raíces que provocan esta variabilidad y determinar las soluciones óptimas para reducirla. Al ver que las propuestas de solución eran factibles, se implementaron y a los tres meses se analizaron los primeros resultados en la pletina 19X3. En esta pletina se vio que la capacidad de proceso en las tres dimensiones se incrementó lo que nos indica que aumentó su capacidad de cumplir la nueva especificación dada por la reducción de tolerancias en ancho, espesor y largo, además el aumento de la capacidad de proceso significa a su vez una disminución de variabilidad. Es importante mencionar que una vez implementado el plan de acción no se han presentado nuevos reclamos.

**PALABRAS CLAVES:** RUTA DE LA CALIDAD, CAUSA RAÍZ, VARIABILIDAD, PLETINAS, LPP.

## **ABSTRACT**

In the project "Statistical Process Control Manufacturing Company Profiles Plant NOVACERO Lasso was determined that in the manufacture of flat bars, the LPP has greater variability than its predecessor Train 2 resulting in higher tolerance to customers detected and caused the complaints. As previously mentioned the objective of this work is to develop an improvement project to control process variability rolled production in the LPP. Actions are determined to reduce variability in the LPP, for which first was characterized by this process from receipt of materials to packaging of finished product; below the theoretical basis for solving problems was investigated. It was determined that the methodology would be to use the route quality and applied it to find the root causes that cause this variability and to determine the optimal solutions to reduce it. It was analyzed whether the proposed solutions are technically and economically feasible. Seeing that are feasible, has already implemented the first three months results were analyzed on the flat bar 19X3. This flat bar was seen that the ability to process in three dimensions increase which indicates that increase their ability to meet the new specification given by reducing tolerances wide, thickness and length, plus increased processing capacity means in turn a reduction of variability. It is important to mention that once the action plan was implemented there has not been any new claim submitted

**KEY WORDS:** QUALITY ROUTE, ROOT CAUSES, VARIABILITY, FLAT BARS, LPP.

## **CAPITULO 1**

### **MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PERFILES LAMINADOS EN EL LPP DE LA EMPRESA NOVACERO PLANTA LASSO**

En NOVACERO Planta Lasso actualmente existen dos líneas para fabricar perfiles. El Tren 2, la cual anteriormente producía todos los perfiles laminado en caliente fabricados en Lasso y el LPP el que remplazo al Tren 2 en la producción de perfiles de dimensiones cortas (LPP, Laminación de Perfiles Pequeños) Como conclusión del proyecto Control Estadístico del Proceso de Fabricación de Perfiles en la Empresa NOVACERO Planta Lasso, se determinó que los reclamos relacionados con las propiedades geométricas de pletinas (ancho, largo y espesor) tuvieron como origen el cambio de línea de producción en que son fabricados. En el año 2012 estos productos cambiaron de ser producidos en el Tren 2 a ser fabricados en el LPP. En el estudio mencionado se determino que el LPP presenta una mayor variabilidad que el Tren 2. Además se confirmo que las pletinas fabricada por NOVACERO Planta Lasso cumplen con la Normativa Nacional vigente INEN NTE 2222:2012, sin embargo los clientes estaban acostumbrados a que el producto pletinas presente variaciones muy pequeñas en las dimensiones. Se presentaron 3 reclamos en el año 2012 por características dimensionales (ancho y espesor) y 2 en principios del 2013.

#### **1.1 Planteamiento del Problema.**

##### **1.1.1 Objetivo General**

Debido a lo antes expuesto se plantea como objetivo general del proyecto: Elaborar un proyecto de mejora para disminuir la variabilidad del proceso de

producción de perfiles laminados en el LPP.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

Para lograr alcanzar el objetivo general se han planteado los siguientes objetivos específicos:

- Investigar la información sobre metodologías para solución de problemas y determinar la más adecuada para este caso. Investigar los pasos que deben seguirse para la aplicación de la metodología escogida para establecer la base teórica del método a utilizarse.
- Caracterizar el proceso del LPP para poder analizarlo.
- Definir un indicador mediante el cual se pueda determinar la efectividad del presente trabajo
- Determinar cuáles son las causas raíces que provoca la variabilidad de las características dimensionales en el LPP para poder realizar un plan de acción para disminuirlas o eliminarlas usando como metodología la ruta de calidad.
- Determinar si es viable el plan de acción propuesto en el ámbito técnico económico para analizar la factibilidad de implementarlo en NOVACERO Planta Lasso
- Implementar el plan de acción para disminuir la variabilidad en la fabricación de perfiles laminados en el LPP.

## CAPITULO 2

### MARCO TEÓRICO

Una vez que se tiene definido el problema a solucionar, se planteara el camino para resolverlo, por lo que en el presente capitulo se trataran algunos fundamentos teóricos para ello.

#### **2.1 Mejora de Procesos en las Organizaciones.**

En el momento actual en que existe alta competitividad, las empresas deben encontrar ventajas con respecto a las otras de su mismo campo de actividad, uno de los puntos que muchas empresas han decidido mejorar es la calidad de sus productos y servicios, apuntando a la satisfacción de sus clientes. Para esto las empresas deben enfocarse en “una cultura orientada a la mejora continua, la sistematización de los procesos, la participación del personal, el trabajo en equipo, la creatividad”. “La competencia es cada vez mayor y los clientes se vuelven más exigentes”. (Aulliso R, 2007)

En la mayoría de casos “no se cuenta con una estructura específica y suficiente para dedicar al análisis y la mejora de los procesos siendo clave la optimización de los recursos al máximo”. Para asegurar el éxito de un proyecto “es fundamental trabajar de manera sistemática, organizada”. “En primer lugar, es necesario realizar un mapeo general de los procesos de la empresa, lo que permite identificar claramente los procesos principales y los de apoyo. Luego, hay que inventariar todos los procesos (significativos, que afectan a la calidad), siguiendo el orden del mapeo realizado. Se definirán entonces los responsables, los equipos, las prioridades para el análisis. Es clave trabajar con un cronograma estableciendo claramente los tiempos de implementación y la gente que estará involucrada. Todo ello se documenta en una



matriz que debe ser seguida por el responsable del proyecto de gestión de los procesos, brindando el apoyo que sea necesario. Otro elemento clave es establecer la metodología a usarse, tanto en relación al trabajo en equipo como a las herramientas de análisis, mejora y documentación de los procesos. Capacitar en estas herramientas al personal involucrado será fundamental”. (Aulliso R, 2007).

## **2.2 Criterios de selección de los Proceso a Mejorar.**

Definamos en primera instancia que entendemos por un proceso: “una serie de tareas de valor agregado que se vinculan entre sí para transformar un insumo en un producto (mercadería o servicio)” (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Campus Monterrey, 1996)

Se deben tener criterio claros para escoger los procesos que se van a mejorar. Una manera de escogerlos es en base a los problemas existente en la empresa como por ejemplo.

- Problemas y/o quejas de clientes externos y/o internos
- Proceso con alto costo.
- Proceso con tiempos de ciclo prolongado.
- Existencia de una mejor forma conocida de realizar el proceso que se quiere adoptar.
- Incorporación de nuevas tecnologías.
- Pérdidas de mercados.
- Problemas de clima laboral.
- Alta rotación del personal
- Demora en entregas de producto
- Incumplimiento de especificaciones (Aulliso R, 2007)

### **2.3 Selección del Equipo de Trabajo**

El siguiente paso es definir que grupo de personas trabajara en el plan de análisis y mejora. Se debe identificar al dueño del proceso, “es decir quién es el responsable del desempeño global del mismo, lo que supone su efectividad, control y adaptabilidad”. A veces, el dueño del proceso “no tiene autoridad sobre todas las actividades ya que el proceso abarca diferentes áreas funcionales de la empresa.” (Aulliso R, 2007). “En general, en estos casos, es el gerente que está más involucrado en el proceso, ya sea por los recursos o el grado en que es afectado cuando hay problemas”. (Juran y Gryna, 1995).

El equipo que realizara la mejora se deberá elegir en base a los siguientes criterios:

- Conozca el proceso, y tenga experiencia en el mismo (conocimientos)
- Sea una persona creativa.
- Puedan asistir a las reuniones del equipo (disponibilidad de tiempo, motivación).

“Para que el equipo trabaje de manera efectiva debieran estar claros el objetivo, los diferentes roles (coordinador, responsable de los registros, participantes) y la metodología de trabajo.” (Aulliso R, 2007).

Este equipo deberá reunirse para establecer un plan de acción, verificar el seguimiento del mismo e incluso ver la interacción de los miembros del equipo y su comunicación, ya que estos parámetros influirán en la consecución del objetivo planteado. (Aulliso R, 2007)

### **2.4 Selección de la Metodología a utilizar.**

Actualmente hay numerosas metodologías para realizar las mejoras de procesos.

La metodología a usar puede ser escogida en base a los siguientes criterios.

- “Que faciliten la comunicación a través de un lenguaje fácil de entender y sobre todo, utilizando sistemas gráficos.
- Que incentiven al grupo a pensar en términos del problema y no de la solución. La solución debe ser un resultado.
- Que permitan alternativas contrapuestas, alertando al grupo sobre su existencia.
- Que promuevan que los participantes puedan modificar sus paradigmas, sus modos de pensar y ampliar sus conocimientos” (Aulliso R, 2007).

## **2.5 Razones del fracaso de Proyectos de Mejora**

No todo plan de mejora de proyectos es exitoso, por lo que debemos tener claro las razones que pueden impedir la consecución de los objetivos planteados.

- Falta de claridad en las definiciones, los objetivos y el alcance de los procesos a mejorar.
- “No tener una metodología adecuada para conducir las reuniones”. Las reuniones deben ser objetivas, "eficaces y motivadoras". Para esto las personas que son parte del equipo de mejora deben conocer “herramientas para la solución de problemas, técnicas de negociación, formas de participación efectiva, toma de decisiones, etc.”.
- “Expectativas no realistas”. Las metas deben ser alcanzables, la línea base debe estar bien definidas y verificar si se cuentan con los recursos necesarios.
- “Recursos humanos inadecuados”. Se debe seleccionar a las personas con las actitudes y aptitudes necesarias para ejecutar con éxito los planes de mejora

- “Tardar demasiado: si no se logra terminar la mejora en un tiempo razonable, el equipo de trabajo y la organización entran en un círculo vicioso de ineficiencia que lleva a que primero las personas y luego la organización abandonen el proyecto”.
- “Falta de patrocinio y compromiso de la alta dirección”
- Pensar que la mejora de un proceso implica solo cambios en tecnología (Aulliso R, 2007)

## **2.6 Metodologías de Mejora Continua**

En la actualidad existen algunas metodologías para la mejora continua entre algunas de las más conocidas podemos mencionar:

- Six Sigma
- Lean Manufacturing
- Ruta de la Calidad

A continuación daremos una descripción de cada una de ella

## **2.7 Six Sigma**

### **2.7.1 Definición**

“Es una metodología de mejora de procesos, centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos, consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallas en la entrega de un producto o servicio al cliente. La meta de 6 Sigma es llegar a un máximo de 3,4 defectos por millón de eventos u oportunidades entendiéndose como defecto cualquier evento en que un producto o servicio no logra cumplir los requisitos del cliente. (QUALIPLUS EXCELENCIA EMPRESARIAL, 2008)”

### **2.7.2 Etapas**

Las etapas que se siguen en la metodología Six Sigma son:

### **2.7.2.1 Definir**

En este paso se identifica y plantea el problema práctico. Además se formaliza el proyecto de mejora. Se utilizan herramientas como matriz de priorización, diagrama de Pareto entre otras. (QUALIPLUS EXCELENCIA EMPRESARIAL, 2008)

### **2.7.2.2 Medir**

Consiste en validar el problema práctico a través de la recolección de datos utilizando herramientas como estadística descriptiva o control estadístico de proceso.

### **2.7.2.3 Analizar**

En este paso se convierte el problema práctico en estadístico. Se identifican las posibles causas y se seleccionan las causas primarias. En esta etapa se usan herramientas como análisis de causa y efecto, diagrama de dispersión, análisis multivariable

### **2.7.2.4 Mejorar**

En esta etapa se generan y validan soluciones. Se puede utilizar lluvia de ideas, diagrama de árbol.

### **2.7.2.5 Controlar**

Una vez aplicadas las soluciones deben ser estandarizadas. Esta es la etapa final del proyecto

## **2.8 Lean Manufacturing**

La manufactura ajustada tiene un estrecho no calculado. Es una metodología de trabajo simple, profunda y efectiva que tiene su origen en Japón, enfocada a incrementar la eficiencia productiva en todos los procesos a partir de que se implanta la filosofía de gestión *kaizen* de mejora continua en tiempo, espacio, desperdicios, inventario y defectos involucrando al trabajador y generando en él un sentido de

pertenencia al poder participar en el proceso de proponer sus ideas de cómo hacer las cosas mejor. Utiliza herramientas como la aplicación de las 5s. (Maldonado Villalva, 2006)

## **2.9 Ruta de la Calidad**

### **2.9.1 Definición**

“Secuencia de actividades utilizadas para solucionar problemas o llevar a cabo mejoras en cualquier área de trabajo” (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Campus Monterrey, 1996).

La ruta de la calidad se basa en el control de calidad y en ciclo PHVA.

#### **2.9.1.1 Ciclo PHVA**

El propósito de la Gestión de Calidad es lograr la satisfacción plena de las necesidades de los clientes. Para lograrlo se deben seguir las siguientes etapas.

**Planear:** En esta etapa se desarrollan las metas, en base a los requerimientos del cliente, las cuales deben ser medibles, para lo que se determinaran los indicadores de procesos adecuados. Además se definen lo método en base a los cuales el personal alcanzara las metas.

**Hacer:** En esta etapa se ejecuta el trabajo planeado. Se debe garantizar que la gente conozca las metas a alcanzar, los objetivos que tienen que cumplir y los métodos mediante los cuales alcanzaran los resultados esperados. Una de los motivos para que no se haga lo planeado es la no comunicación de métodos, objetivos y metas.

**Verificar:** Es la etapa en que se verifica si se lograron los resultados esperados.

**Actuar:** Cuando se obtienen los resultados esperados se les debe dar seguimiento y lo más importante es generar nuevas ideas con el fin de mejora el proceso para así poder estar en mejora continuas. De no lograr cumplir lo planificado, se debe

comprobar si se ejecutaron las acciones planteadas, en caso afirmativo, se deben plantear nuevas acciones. (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Campus Monterrey, 1996)

## **2.9.2 Etapas**

### **2.9.2.1 Definir el Proyecto**

“En este primer paso se busca definir con claridad el proyecto así como las razones que nos llevaron a trabajar en el.” (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Campus Monterrey, 1996). Para esto se puede utilizar metodologías como Pareto, matriz de priorización entre otras. Después se selecciona la meta y el plan para alcanzarla. Además se debe justificar el proyecto para que se de a conocer el grado de importancia dentro de la compañía.

Al tener una lista de problemas debemos priorizarlos para escoger el de mayor importancia. Si no se puede utilizar Pareto, otra metodología útil es llegar a un consenso para definir el tema del proyecto. Adicional es importante seleccionar cual es el área encargada del proyecto y donde se efectuara.

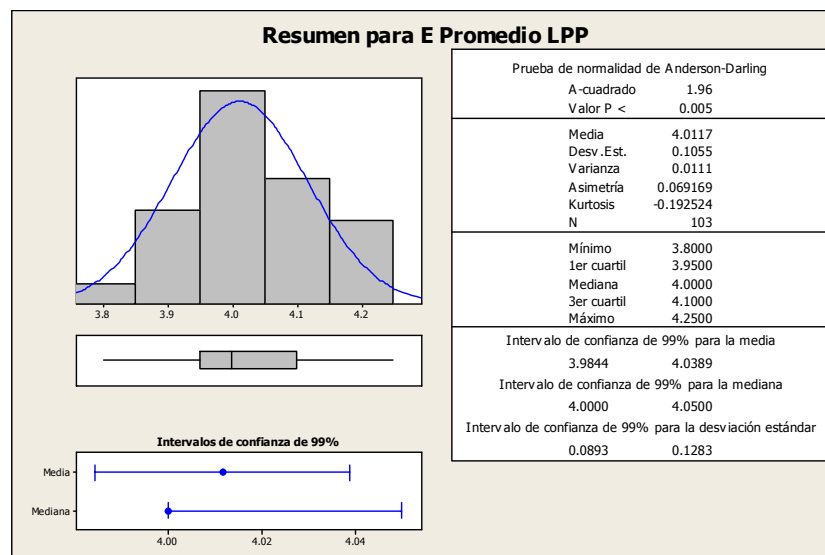
Habiendo definido que problema se va a tratar, se debe establecer una meta cuantificable a través de un indicador. Además se debe definir un plan de acción, en el cual se establecerá la fecha límite para alcanzar la solución del problema, y el conjunto de actividades calendarizadas que se seguirán.

### **2.9.2.2 Describir la situación actual**

“Una vez que se sabe que problema se va a atacar, se necesita conocer sus características en base a hechos y datos verdaderos”. (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Campus Monterrey, 1996)

Una de las cuestiones básicas para la Ruta de Calidad es como se distribuyen los

datos con respecto a la especificación, cual es su rango de variación, qué diferencia hay entre el más pequeño y el grande, todas estas preguntas pueden ser respondidas por un histograma



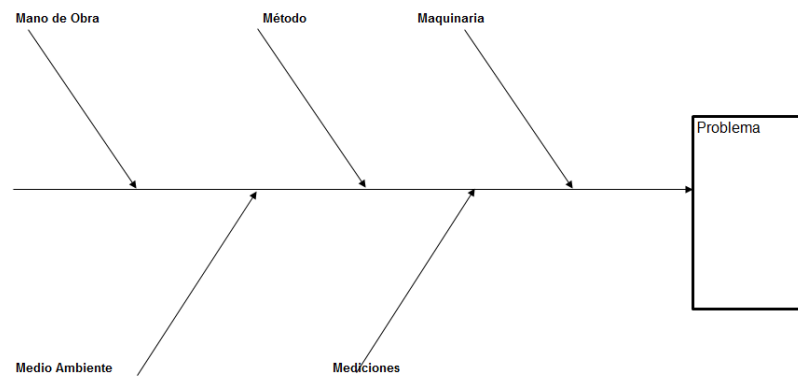
**Gráfico 1: Histograma para Espesor PL19X3 LPP**

### 2.9.2.3 Analizar hechos y datos para aislar la causa raíz

Para eliminar el problema definitivamente, se debe realizar un análisis del proceso para encontrar la causa raíz del mismo. Este análisis debe hacerse en base a experiencias, hechos y datos que describen la situación actual.

Para este paso se comienza con una lluvia de ideas, buscando la causa probable del problema. Las ideas generadas se organizan en un diagrama causa efecto el cual permite apreciar la relación existente entre una característica de calidad (efecto) y los factores (causas) que le afectan.





**Gráfico 2:** Diagrama Causa- Efecto

#### 2.9.2.4 Establecer acciones para eliminar la causa raíz

Cuando se haya determinado las causas de raíz, se deberá determinar acciones para eliminar o bloquear estas causas, con el fin de eliminar en forma permanente su efecto sobre el resultado o salida.

“Frente a un problema existen dos tipos de acciones. Una para manejar los efectos de las causas potenciales, otra para prevenir que ocurra nuevamente el resultado no deseado”

Para determinar las soluciones, se pueden utilizar herramientas de calidad como diagramas de afinidad, diagramas de relación y diagrama de árbol.

Cuando ya se ha determinado las acciones, se diseña el plan de ejecución usando las 5W/1H- (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Campus Monterrey, 1996)

**Tabla 1:** Definición del plan de ejecución mediante las 5W/1H

Solución	¿Qué?	¿Quién?	¿Dónde?	¿Por qué?	¿Cuándo?	¿Cómo?
Solución	Acción	Responsable	Áreas	Justificación	Periodo en	Descrip
1	preventiva		involucradas	de la acción	el que se	ción de

a realizar	Lugar donde se realizara	efectuara	la forma como se realizara la acción
------------	-----------------------------	-----------	--

**Fuente:** (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Campus Monterrey, 1996)

El plan de acción deberá ser entendido por todo el equipo de trabajo para garantizar su cumplimiento.

### **2.9.2.5 Ejecutar las acciones establecidas**

Una vez establecido el plan se debe ponerlo en práctica de acuerdo a lo planificado, ya que esto demostrara la eficiencia de las soluciones planteadas. (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Campus Monterrey, 1996)

Los pasos a seguir son:

- Comunicar las acciones establecidas.
- Proporcionar educación y entrenamiento.
- Ejecutar las acciones establecidas-
- Recolectar los datos durante la ejecución.

### **2.9.2.6 Verificar los resultados.**

Es necesario realizar un seguimiento permanente durante el desarrollo de las acciones de esta manera se verá si están siendo efectivas. (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Campus Monterrey, 1996)

El procedimiento es el que se indica a continuación:

- Analizar los resultados parciales obtenidos, si el resultado indica que se ha cumplido la meta o que ha habido una mejora significativa, nos indica que las

acciones tomadas han sido las adecuada y deben estandarizarse, si no se ha obtenido mejoras puede deberse a que el plan no se ha cumplido, o las acciones no fueron las adecuadas.

- Comparar el antes con el después, no basta comprobar si se ha logrado la meta, es preciso verificar otros cambios. Es importante convertir todos estos efectos a términos monetarios.
- Incluir efectos adicionales, si existen otros efectos por la implementación de las contramedidas, es conveniente realizar una lista de las misma. Estos efectos deben estar documentados porque pueden ser causas de otros problemas o de otras mejoras.

#### **2.9.2.7 Estandarizar**

Si las metas planteadas se han cumplido, es necesario estandarizar las acciones ejecutadas para mantener los logros alcanzados. Este paso incluye la creación o modificación de procedimientos de operación, difusión de los nuevos métodos, establecer sistemas de aseguramiento como graficas de control. El interés fundamental es evitar que el proceso regrese a su estado anterior y asegurar la mejora continua.

#### **2.9.2.8 Documentar y definir nuevos proyectos.**

“La ruta de la calidad no termina con el logro de la meta propuesta”. Es una metodología para identificar problemas y oportunidades de mejora. (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Campus Monterrey, 1996)

## CAPITULO 3

### PROYECTO DE MEJORA

#### 3.1 Caracterización del Proceso de Fabricación de Perfiles en el LPP

La materia prima utilizado en este proceso son rollos de alambón SAE 1008 o 1010, de diámetro de 10 a 16mm usados según el producto a elaborarse.

En esta línea de producción trabajan un total de 16 personas, divididas en tres turnos de producción. Los cargos están divididos en Jefe de Línea, Inspector de Control de Calidad, Operador de Horno y Personal de Mantenimiento.

La maquinaria fue instalada hace aproximadamente dos años, consiste principalmente en un horno tubular y casetas de laminación armadas de acuerdo al producto a fabricarse, una cortadora y una mesa de enfriamiento. Los mantenimientos planificados son mensuales y se realizan de acuerdo al Programa de Producción de Laminados caliente F-PRL.03

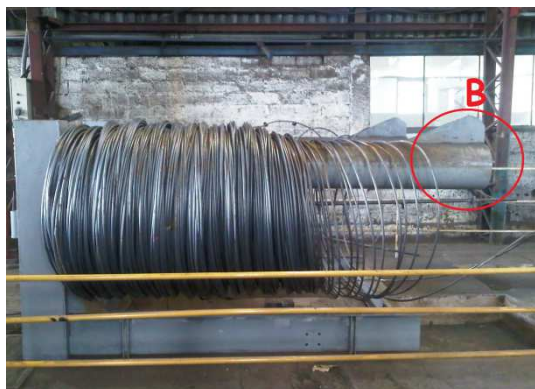
##### 3.1.1 Descripción del Proceso

El proceso de fabricación comienza con el apilamiento del alambón en la zona de almacenaje temporal.



**Fotografía 1:** Almacenaje temporal alambón. (NOVACERO, 2012)

Este alimenta al proceso colocándolo en un soporte (B), y soldando la punta al alambón que ya está ingresando al proceso.



**Fotografía 2:** Ingreso del Alambrón al proceso. (NOVACERO, 2012)

A continuación el alambrón pasa por los rodillos enderezadores antes de ingresar a  
l horno



**Fotografía 3:** Ingreso a los rodillos enderezadores. (NOVACERO, 2012)



**Fotografía 4:** Paso por los rodillos enderezadores. (NOVACERO, 2012)

El alambión ingresa al horno el que es de forma tubular, el mismo que debe estar a 1200° C, en donde se da el proceso de calentamiento para que el alambión sea deformable.



**Fotografía 5:** Calentamiento del Alambión en el Horno (NOVACERO, 2012).

Una vez que el alambión sale del horno ingresa al tren continuo conformado por cuatro casetas de laminación en donde sufrirá las deformaciones necesarias para obtener el producto terminado.

El tren continuo es calibrado (proceso en el que se realiza el ajuste de medidas de acuerdo al producto que se desea obtener), cada vez que se arranca o se cambia a un diferente producto.



**Fotografía 6:** Calibración del Tren Continuo. (NOVACERO, 2012)

Después el producto es cortado y pasa a una mesa de enfriamiento en donde el inspector de control de calidad verifica que el producto terminado no presente defectos, verificara el ancho, largo y espesor y separa el producto no conforme.



**Fotografía 7:** Mesa de Enfriamiento. (NOVACERO, 2012)

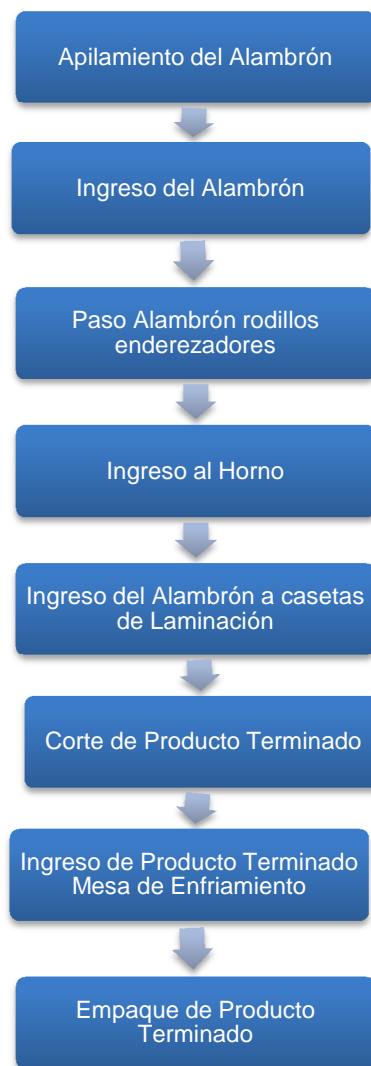
Finalmente el producto es empaquetado y acomodado para su despacho final.



**Fotografía 8:** Empaquetado Producto Terminado. (NOVACERO, 2012)

### 3.1.2 Flujograma del Proceso





**Gráfico 3:** Diagrama de Flujo LPP

### 3.1.3 Tipos de Perfiles Elaborados.

El LPP es un tren de laminación de perfiles pequeños en el cual se fabrican pletinas de las siguientes dimensiones:

- PL 19 X 3
- PL 19 X 4
- PL 19 X 6
- PL 25 X 3

- PL 25 X 4

Adicionalmente se fabrican las siguientes barras cuadradas:

- BC9
- BC11
- BC12

Este tren empezó a funcionar a partir del año 2012, anteriormente las pletinas eran elaboradas en el Tren 2 y las barras cuadradas en el Tren 1. En este tren no se fabrican perfiles como Ángulos y TEE.

#### **3.1.4 Planes de Control.**

El plan de control de esta línea de producción incluye los siguientes puntos:

##### **3.1.4.1 Recepción de Materia Prima**

Se verifica la composición química de la Materia Prima este de acuerdo a lo solicitado. Esto se lo hace mediante la revisión de los certificados de calidad y un muestreo aleatorio para asegurar la validez de los mismos. Esta revisión se la hace al arribo de lotes de alambrón. (NOVACERO , 2012)

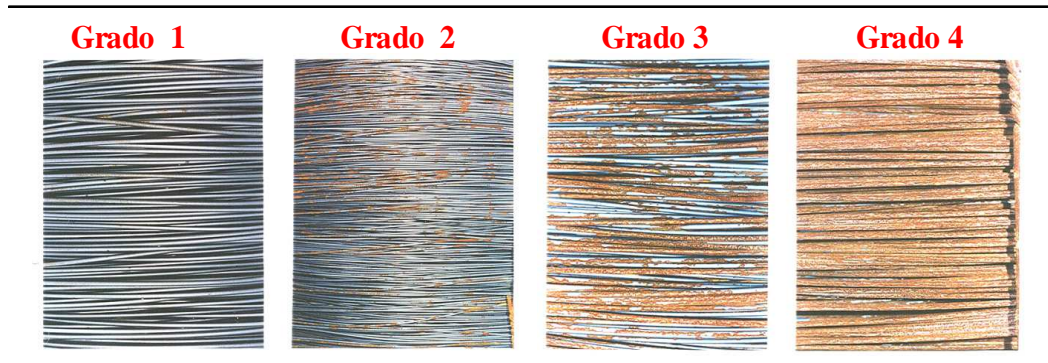
##### **3.1.4.2 Ingreso del Alambrón al Horno.**

Aquí se verifica que el SAE y diámetro del alambrón sea el que se definió utilizar de acuerdo al producto a elaborar de acuerdo a la tabla de calibración que se encuentra en el plan de control PCC-CC.08 punto 2, mediante la revisión de las etiquetas que están en los rollos de alambrón, en el caso de que no sea el adecuado se cambia de rollo. (NOVACERO , 2012)

NOVACERO SOLUCIONES DE ACERO		PLAN DE CONTROL PROGRAMACION, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA PRODUCCION PLANTA LASSO			PC-CC.08 Edición: Cero																																	
<b>PRODUCCION DE PERFILES PEQUEÑOS LAMINADOS EN CALIENTE</b> Especificación: Compra de materia prima: Especificaciones del registro F-DP-04 Especificaciones dimensionales: Norma NEN 2022-2012 Especificaciones propiedades mecánicas y Químicas: NEN 2022-2012		Elaborado por: Cristina Changolín / Edmundo Sigata	Revisado por: Edmundo Sigata	Aprobado: Ing. Guillermo Mito	Fecha: 20-08-2012																																	
Programa de Producción		Informe diario de Producción / Producto Terminado			Clasificación del Producto Terminado																																	
Operación	Característica Especificada	Producto	Responsable	Especificaciones / Criterio Aceptación	Método/ Equipo de Control	Frecuencia de Control:	Registro	Plan de Reacción																														
1	RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA	COMPOSICIÓN QUÍMICA	X	Operador	Materia Prima Importada - cumplir con las especificaciones de la norma de MP con la que fue comprada F-DP-04	Comparación entre Certificado del Proveedor y Norma de Producto. Muestreo. Espectrofotómetro	Cada envío de nuevo lote de MP al el Jefe de Calidad lo considera necesario se realizará el análisis químico de dos muestras de dos volúmenes de cada lote	F-MTCC.04.01 F-MTCC.15.01	En caso de rechazo notificar al responsable de Materia Prima, Jefe de Producción y al Departamento de Compra e Insumos.																													
2	INGRESO DE ALAMBRO AL HORNO	DIÁMETRO Y SAZ DEL ALAMBRO	X	Operador	Cumplir con la especificación requerida para el proceso	Etiqueta de identificación del alambro (muestra prima) Identificación interna	Cada vez que cargue un baño de alambro	F-PCCC.08.01	Solicitar al Operador de mantenimiento cambio por el baño correcto																													
		GRADO DE CORROSIÓN	X	Operador	Utilizar alambro hasta grado de corrosión 2	Visual	Cada vez que cargue un baño de alambro	F-PCCC.08.01	Solicitar al Operador de mantenimiento cambio por un baño en buen estado. Para procurar el alambro de Grado 3, requiere limpieza adicional																													
3	CONTROL EN PROCESO	DIMENSIONES DE PERFILES PEQUEÑOS LAMINADOS EN CALIENTE	X	Operador	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">TOLERANCIAS DIMENSIONALES DE PERFILES</th> </tr> <tr> <th>Parámetros</th> <th>Especificación</th> <th>Tolerancia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">Perfiles</td> <td>Longitud</td> <td>Todos los productos ± 100 mm 0</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Espesor</td> <td>De 3 a 5 mm</td> <td>± 0,20 mm</td> </tr> <tr> <td>De 6 a 8 mm</td> <td>± 0,30 mm</td> </tr> <tr> <td>De 8 a 15 mm</td> <td>± 1 mm</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Ancho</td> <td>De 16 a 25 mm</td> <td>± 3mm</td> </tr> <tr> <td>Lado</td> <td>De 5 a 15 mm</td> <td>± 0,40 mm</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Barras</td> <td>Escuadría</td> <td>De 5 a 15 mm</td> <td>± 0,60 mm</td> </tr> <tr> <td>Rectitud</td> <td>Todos los productos</td> <td>máx 24 mm</td> </tr> </tbody> </table> Fuente: Norma NEN/STE 2012-2012	TOLERANCIAS DIMENSIONALES DE PERFILES			Parámetros	Especificación	Tolerancia	Perfiles	Longitud	Todos los productos ± 100 mm 0	Espesor	De 3 a 5 mm	± 0,20 mm	De 6 a 8 mm	± 0,30 mm	De 8 a 15 mm	± 1 mm	Ancho	De 16 a 25 mm	± 3mm	Lado	De 5 a 15 mm	± 0,40 mm	Barras	Escuadría	De 5 a 15 mm	± 0,60 mm	Rectitud	Todos los productos	máx 24 mm	Calibrador Filanómetro	1 barra cada 60 minutos	F-PCCC.08.01	Recalibrar.
TOLERANCIAS DIMENSIONALES DE PERFILES																																						
Parámetros	Especificación	Tolerancia																																				
Perfiles	Longitud	Todos los productos ± 100 mm 0																																				
	Espesor	De 3 a 5 mm	± 0,20 mm																																			
		De 6 a 8 mm	± 0,30 mm																																			
		De 8 a 15 mm	± 1 mm																																			
Ancho	De 16 a 25 mm	± 3mm																																				
	Lado	De 5 a 15 mm	± 0,40 mm																																			
Barras	Escuadría	De 5 a 15 mm	± 0,60 mm																																			
	Rectitud	Todos los productos	máx 24 mm																																			
4	CONTROL EN PROCESO	DEFECTOS VISUALES	X	Operador	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Defectos visuales inadmisibles</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Oxidaciones (obrado)</td> <td>%</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>FISHES</td> <td>%</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Cabe</td> <td>%</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>REBES</td> <td>%</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Manchas de óxido</td> <td>&gt;25 %</td> <td>No</td> </tr> </tbody> </table>	Defectos visuales inadmisibles			Oxidaciones (obrado)	%	No	FISHES	%	No	Cabe	%	No	REBES	%	No	Manchas de óxido	>25 %	No	Visual	1 barra cada 60 minutos	F-PCCC.08.01	Retrasarse y separar el material. Cambio de piedad. Recalibrar.											
Defectos visuales inadmisibles																																						
Oxidaciones (obrado)	%	No																																				
FISHES	%	No																																				
Cabe	%	No																																				
REBES	%	No																																				
Manchas de óxido	>25 %	No																																				
5	PRODUCTO TERMINADO	PROPIEDADES MECÁNICAS	X	Operador	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Grado</th> <th>Fuerza</th> <th>Resistencia</th> <th>Alargamiento</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E235A</td> <td>235</td> <td>340-470</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>E275A</td> <td>275</td> <td>410-540</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>E355C</td> <td>355</td> <td>490-640</td> <td>22</td> </tr> </tbody> </table> Fuente: Norma NEN/STE 2012-2012	Grado	Fuerza	Resistencia	Alargamiento	E235A	235	340-470	26	E275A	275	410-540	22	E355C	355	490-640	22	Máquina de Ensayos Universal	Cada inicio de turno o cambio de producto	F-MTCC.05.05	Retrasarse (dos muestras por cada muestra que falle) si falla nuevamente se separa el material como No Conforme Y Reportar al Jefe de Calidad y Jefe de Producción LPP													
Grado	Fuerza	Resistencia	Alargamiento																																			
E235A	235	340-470	26																																			
E275A	275	410-540	22																																			
E355C	355	490-640	22																																			

Gráfico 4: PC-CC.08 Plan de Control de Perfiles Pequeños Ed.0 (NOVACERO, 2012)

Además se verificara el grado de corrosión de alambro, tomando como base las fotografías del plan de control PCC-CC.08 punto 2, se utilizara hasta grado 2, en caso de alambro en grado 3, se realizara una limpieza adicional para retirar el oxido Y para el alambro con grado de corrosión 4 será separado del proceso. (NOVACERO, 2012)



**Fotografía 9:** Grados de Corrosión Alambroón (NOVACERO, 2012)

### 3.1.4.3 Control del Proceso.

Se realiza la medición del ancho, largo y espesor, verificando que estén dentro de las tolerancias indicadas en el PCC-CC.08, esta medición se realizara utilizando flexómetros para el largo y calibrador para el ancho y espesor. En caso de estar fuera de la tolerancia determinada por el Plan de Control PC.CC-08 se debe volver a calibrar el tren.

TOLERANCIAS DIMENSIONALES DE PERFILES			
Parámetros	Especificación	Tolerancia	
Longitud	Todos los productos	+100 mm -0	
Pletinas	Espesor	De 3 a 5 mm	± 0,20 mm
		De 6 a 8 mm	± 0,30 mm
	Ancho	De 8 a 15 mm	± 1 mm
		De 16 a 25 mm	± 1 mm
Barras	Lado	De 5 a 15 mm	± 0,40 mm
	Escuadría	De 5 a 15 mm	± 0,60 mm
Rectitud	Todos los productos	máx 24 mm	

Fuente: Norma INENHTE 2222:2012

**Gráfico 5:** Tolerancias Dimensionales de Perfiles. (NOVACERO, 2012)

Este control es realizado por el Inspector de Control de Calidad del LPP, quien ha sido capacitado en metrología para garantizar la confiabilidad de las mediciones, de la misma manera los instrumentos de medida usados son calibrados cada tres meses, cada instrumento tiene un código mediante el cual se puede conocer el historial de

calibraciones, y la fecha en que debe ser calibrado. El periodo de calibración es de cada tres meses.

Además se revisara que el producto no presente defectos visuales, tanto la medición como la observación del producto se la realizara cada hora en la mesa de enfriamiento (NOVACERO , 2012)

Se realizan remuestras de los productos que no cumplan las especificaciones de estos controles y en caso de que no cumplan nuevamente serán separados y enviados a la chatarra. (NOVACERO , 2012)

<b>Defectos visuales inadmisibles</b>		
Ondulaciones (oleado)	Si	No
Fisuras	Si	No
Corte	Si	No
Rayas	Si	No
Manchas de óxido >25 %	Si	No

**Gráfico 6:** Defectos visuales inadmisibles. (NOVACERO , 2012)

#### **3.1.4.4 Control de Producto Terminado.**

Finalmente se realiza los ensayos de tracción para determinar si la resistencia máxima, fluencia y alargamiento están dentro de las especificaciones dada por la Norma INEN 2215: 2012. En esta caso se usa una maquina de tracción la misma que es calibrada anualmente.

Este ensayo debe realizarse al inicio de cada turno, y al cambio de cada alambraón para garantizar que el producto terminado cumpla con las especificaciones dadas, de acuerdo a la norma debe realizarse cada 20 toneladas (INEN, 2012), siendo la producción del LPP de 10 toneladas diarias aproximadamente, se debería realizar cada dos días, lo cual no ayudaría a un adecuado control del proceso

GRADO	CALIDAD	$R_{m1}$ MIN. MPa							$R_m$ MPa	$A_{min}(L_0 = 5,65\sqrt{S_0})$ %					IMPACTO	
		$e < 16$	$16 < e < 40$	$40 < e < 63$	$63 < e < 80$	$80 < e < 100$	$100 < e < 150$	$150 < e < 200$		$e < 40$	$40 < e < 63$	$63 < e < 100$	$100 < e < 150$	$150 < e < 200$	Temperatura °C	Energía a min. J (*)
E 185 (Fe 310)		185	175	-	-	-	-	-	300-540	18	-	-	-	-	-	-
E 235 (Fe 360)	A	235	225	215	215	215	195	185	340-470	26	25	24	22	21	-	-
	B	235	225	-	-	-	-	-	340-470	26	-	-	-	-	-	-
	B NF	235	225	215	215	215	195	185	340-470	26	25	24	22	21	+20	27
	C	235	225	215	215	215	195	185	340-470	26	25	24	22	21	0	27
E 275 (Fe 430)	D	235	225	215	215	215	195	185	340-470	26	25	24	22	21	-20	27
	A	275	265	255	245	235	225	215	410-540	22	21	20	18	17	-	-
	B	275	265	255	245	235	225	215	410-540	22	21	20	18	17	+20	27
	C	275	265	255	245	235	225	215	410-540	22	21	20	18	17	0	27
E 355 (Fe 510)	D	275	265	255	245	235	225	215	410-540	22	21	20	18	17	-20	27
	C	355	345	335	325	315	295	285	490-640	22	21	20	18	17	0	27
		355	345	335	325	315	295	285	490-640	22	21	20	18	17	-20	27

$R_{m1}$  = Esfuerzo de Fluencia superior  
 $R_m$  = Esfuerzo de Tracción  
A = Porcentaje de elongación después de fractura  
 $L_m$  = Longitud medida sobre la pieza de prueba  
 $S_0$  = Área original de la longitud medida  
e = Espesor del producto de acero, en mm

(\*) El resultado se informará como el promedio de tres ensayos. Ningún resultado individual será menor al 70% del valor establecido como requisito.

**Gráfico 7:** Requisitos mecánicos Norma NTE INEN 2215:2012 (NOVACERO , 2012)

Finalmente es importante mencionar que los Perfiles en Caliente fabricados por NOVACERO tienen Sello de Calidad INEN, lo que implica que están sometidos a Auditorias por parte de este ente, las cuales ha aprobado satisfactoriamente.

### 3.2 Selección de la metodología a utilizar

De las tres metodologías de las que se investigó en el capítulo 2, se decidió aplicar Ruta de Calidad. La metodología Six Sigma es una opción válida, sin embargo la meta de llegar a un máximo de 3,4 defectos por millón en el caso de propiedades geométricas puede ser demasiado alta, e implicar altos costos mayores a los beneficios que se obtendrían. Se descarta lean manufacturing porque es adecuado aplicarla a toda la empresa y no enfocarse solo en un proceso productivo

Como se ha indicado anteriormente el objetivo de este proyecto es mejorar el proceso de fabricación de Perfiles Laminados en el LPP, en base del análisis realizado el primer proyecto Control Estadístico del Proceso de Fabricación de

Perfiles en la Empresa NOVACERO Planta Lasso” se ve que existe una mayor variabilidad de las propiedades geométricas largo, ancho y espesor de las pletinas fabricadas en el LPP con respecto a las producidas en el Tren 2, esto provocó que se presenten 5 reclamos en los años 2012 y mediados de 2013 indicando no conformidad del cliente con las dimensiones de la pletina, a pesar de que cumplen los parámetros de la Norma Nacional INEN NTE 2222:2012.

Se seleccionó este problema ya que anteriormente no se habían presentado reclamos sobre las dimensiones de pletinas, además hay que considerar que aunque se puede creer que los reclamos son pocos, estos han sido realizados por importantes cadenas de distribución de productos de la industria de la construcción.

La meta de este trabajo es disminuir la variabilidad del proceso del LPP, para esto se tomó como indicador la capacidad de proceso siguiendo la metodología de Ruta de Calidad. Un proceso capaz debe tener al menor un Cp. de 1,

### **3.3 Aplicación de la Ruta de Calidad**

#### **3.3.1 Reconocimiento de las características del problema. Descripción de la situación actual.**

Para calcular la capacidad de proceso en primer lugar se definió nuevas tolerancias para ancho, largo y espesor, en base a los datos obtenidos del Tren 2 y las hojas de servicio al cliente. Se definió que la mejor forma de realizar el estudio será por Producto.

Se calculó la variación máxima entre los límites de control superior e inferior con respecto a la especificación del Tren 2 de las diferentes pletinas y se aproximó para obtener los nuevos límites de tolerancia, y esta se contrastó con los reclamos de los clientes.

Para pletinas de 19 mm de ancho la máxima variación es 0.23 mm en el Tren 2, se tomó  $\pm 0.2$  mm. Para pletinas de 25 mm de ancho la máxima variación es -0.41 por lo que se tomó como  $\pm 0.4$  mm la tolerancia máxima para el ancho de estas pletinas.

Parámetros		Especificación	Tolerancia
Longitud		Todos los productos	+ 32 mm; -0
Pletinas	Espesor	De 3 a 5 mm	$\pm 0,20$ mm
		De 6 a 8 mm	$\pm 0,30$ mm
	Ancho	De 16 a 19 mm	$\pm 0,20$ mm
		De 20 a 25 mm	$\pm 0,40$ mm

**Gráfico 8:** Tolerancias modificadas LPP. (NOVACERO, 2013)

**Tabla 2:** Límites de control naturales del Tren 2 y LPP y Máxima Variación con respecto a la especificación.

Producto	Proceso	Tren 2			LPP		
		Ancho	Espesor	Largo	Ancho	Espesor	Largo
PL19X3	LCS	19,14	3,13	6031,2	19,42	3,27	6045,2
	LCI	18,84	2,88	6028,7	18,60	2,78	5982,7
	Máxima Variación	-0,16	-0,13	31,2	0,42	0,27	45,2
PL19X4	LCI	19,17	4,23	6031,1	19,58	4,27	6045,2
	LCS	18,83	3,79	6028,9	18,39	3,75	5995,9
	Máxima Variación	-0,17	0,23	31,1	0,61	0,27	45,2
PL19X6	LCI	19,23	6,25	6031,6	19,42	6,25	6046,4
	LCS	18,81	5,76	6028,6	18,44	5,71	6002,3
	Máxima Variación	-0,23	0,25	31,69	0,56	0,29	46,4
PL25X3	LCI	25,40	3,14	6026,4	25,65	3,29	6052,1
	LCS	24,59	2,86	6020,8	24,01	2,75	5991,0
	Máxima Variación	-0,41	0,14	26,4	1,0	0,29	52,1
PL25X4	LCI	25,22	4,14	6031,4	25,43	4,14	6047,7
	LCS	24,83	3,86	6028,4	24,31	3,84	5998,9
	Máxima Variación	0,22	0,14	31,0	0,69	-0,16	47,76



---

 Variación
 

---

Para pletinas de 3mm de espesor la máxima variación es 0.14 para 4 mm la máxima variación es 0.23. Para estas dos pletinas se tomó como tolerancia  $\pm 0.2$  mm, mientras que para las pletinas de 6mm con una variación máxima de 0.25 mm se tomó como tolerancia  $\pm 0.3$ m.

En el caso de la longitud la variación máxima es de 31.6 mm, hay que considerar que el valor mínimo aceptable es 6000 mm, por lo que la tolerancia será  $-0/+32$  mm

Con estas nuevas tolerancias, se calcularon las capacidades actuales del proceso.

**Tabla 3:** Capacidades de Procesos en base a nuevas tolerancia

Producto	Proceso	LPP		
		Ancho	Espesor	Largo
PL19X3	Cp.	0,41	0,53	0,44
	Cpk.	0,39	0,49	0,39
PL19X4	Cp.	0,29	0,63	0,53
	Cpk.	0,27	0,59	0,38
PL19X6	Cp.	0,38	1,00	0,60
	Cpk.	0,30	0,94	0,28
PL25X3	Cp.	0,34	0,49	0,49
	Cpk.	0,15	0,32	0,32
PL25X4	Cp.	0,37	1,82	0,38
	Cpk.	0,15	1,73	0,20

En la mayoría de los casos, un Cp. menor que 1 nos indica que el proceso es incapaz de alcanzar las nuevas tolerancias definidas.

### 3.3.2 Reconocimiento de las características del problema. Analizar hechos y datos para aislar las causas raíces.

Para encontrar la causa raíz se utilizó la técnica lluvia de ideas con la participación del jefe y el personal de la línea. En total 18 personas.

#### 3.3.2.1 Lluvia de ideas para causa raíz.

Se planteo como pregunta:

¿Cuáles son las causas de que exista variación en las medidas de la pletina con respecto a la especificación? Las respuestas se muestran en la siguiente tabla:

**Cuadro 1: Resultados lluvia de ideas 1**

<b>Respuesta</b>	<b>Repetitibilidad</b>
1. El proceso de corte, ya que se hace una a una y no con una cizalla de corte en frio como en Tren 1 y Tren 2.	2
2. Se trabaja dentro de los límites de tolerancia dadas, por lo que no hay necesidad de ajustar el LPP.	5
3. No se tienen claros los criterios de cartas de control y sus usos.	3
4. La materia prima no es uniforme.	2
5. Hubo cambios de inspectores de calidad y no están capacitados	2
6. Los limites de tolerancias dados por el Plan de Control son muy amplios	4

Agrupamos la respuesta 3 y 5 como falta de capacitación del personal de control de calidad, y la 2 y 4 como los límites de tolerancia dados por el Plan de Control son muy amplios.

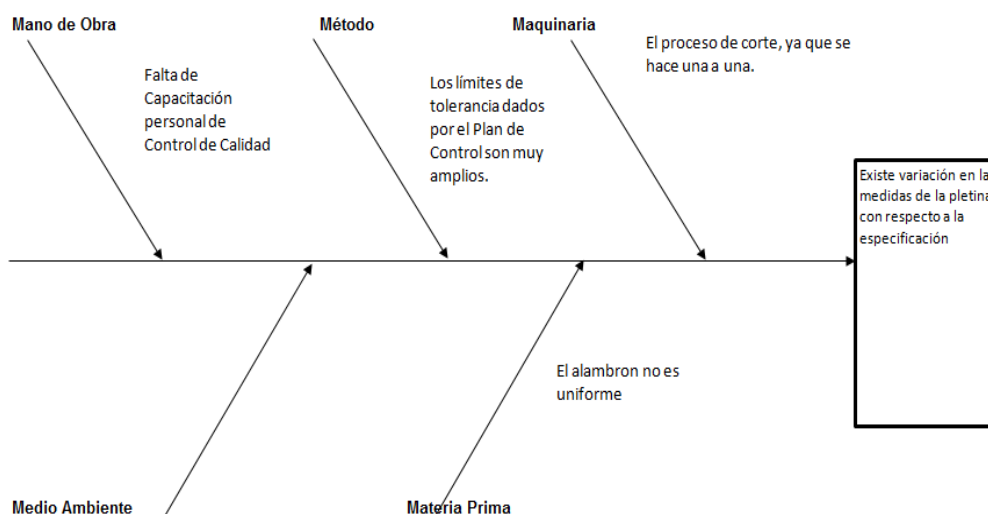
### **3.3.2.2 Causas raíces.**

Una vez agrupadas por afinidad quedamos con las siguientes causas

1. Falta de capacitación al personal de Control de Calidad.
2. Los limites de tolerancia dados por el Plan de Control son muy amplios
3. El proceso de corte, ya que se hace una a una.
4. El alambrón (materia prima no es uniforme)

### **3.3.2.3 Diagrama Causa - Efecto**

Esta información se organiza en un diagrama causa – efecto.



**Gráfico 9:** Diagrama Causa Efecto

### 3.3.3 Determinación de Plan de Acción para eliminar las causas raíces.

#### 3.3.3.1 Lluvia de ideas soluciones

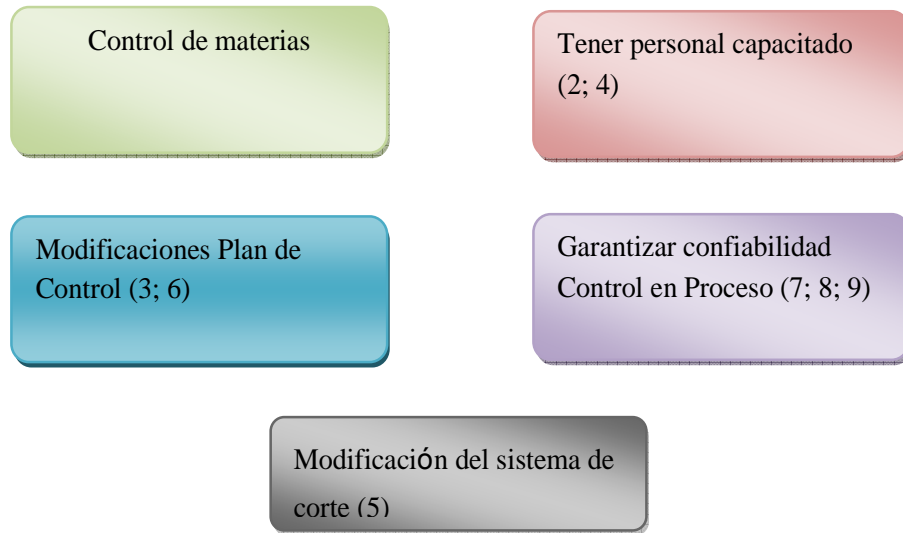
Se realizó una segunda lluvia de ideas a fin de encontrar la solución a las causas que ocasionan la variabilidad:

**Cuadro 2:** Resultados lluvia de ideas 2

Respuesta	Repetitibilidad
1. Control adecuado a las especificaciones de la Materia Prima	1
2. Capacitación al personal.	3
3. Modificar el Plan de Control.	3
4. Definir plan de capacitación	1
5. Modificar el sistema de corte	2
6. Establecer nuevas especificaciones que cumplan las expectativas del cliente	3
7. Mejorar el control del proceso	2
8. Garantizar la confiabilidad de las mediciones en línea	1
9. Garantizar que las acciones que se están tomando cuando se encuentra que los productos no cumplen las tolerancias sean las adecuadas.	1
10. Mejorar el control de la Materia Prima	1



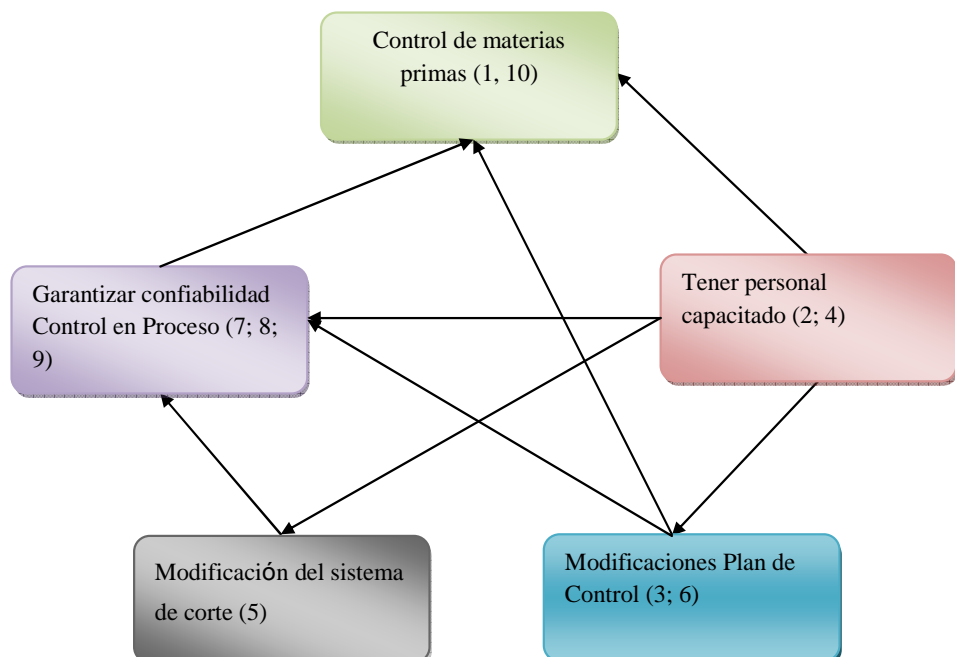
### 3.3.3.2 Diagrama de Afinidad.



**Gráfico 10:** Diagrama de Afinidad

### 3.3.3.3 Diagrama de Relación.

Con el diagrama de relación se seleccionó cual de las soluciones será la de mayor impacto para eliminar el problema planteado.



**Gráfico 11:** Diagrama de relación**Tabla 4:** Resumen diagrama de relación

	1	2	3	4	5
1.		←	←		←
2	↓		↓	↓	↓
3	↓	←			↓
4		←			↓
5	↓	←	←	←	

**Cuadro 3:** Resultados diagrama de afinidad

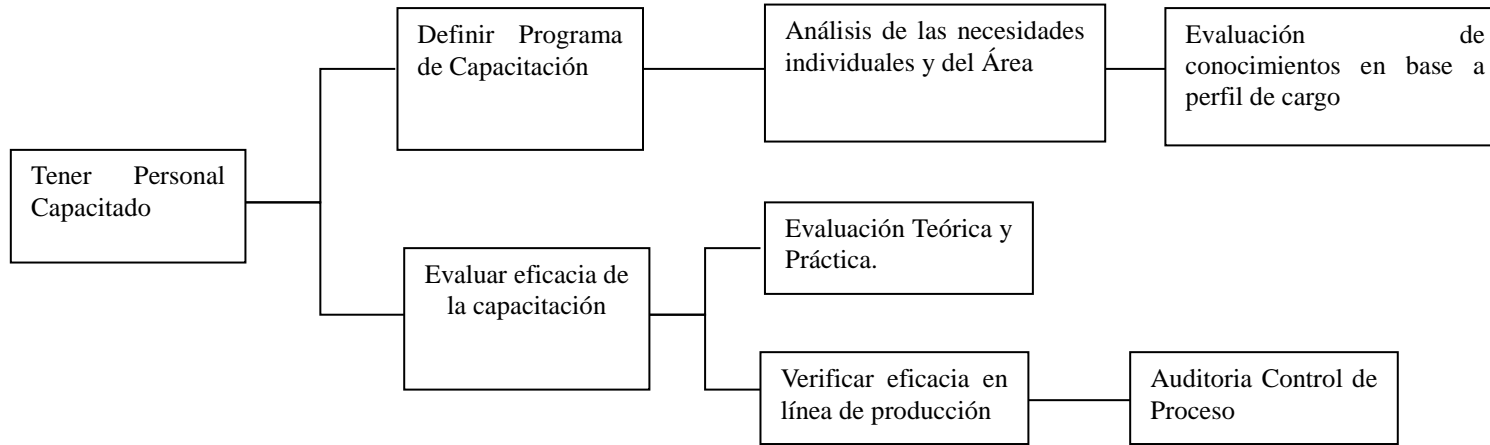
Soluciones	Entrada	Salidas	Total	
1. Control de materias primas.	3	0	3	Efecto
2. Tener personal capacitado	0	4	4	<b>Causa (Solución 1)</b>
3. Modificaciones Plan de Control	1	2	3	<b>Causa (Solución 2)</b>
4. .Modificación del Sistema de Corte	1	1	2	
5. Garantizar la confiabilidad en el Control de Proceso	3	1	4	Efecto

En base a los resultados del diagrama de relación las soluciones escogidas fueron:

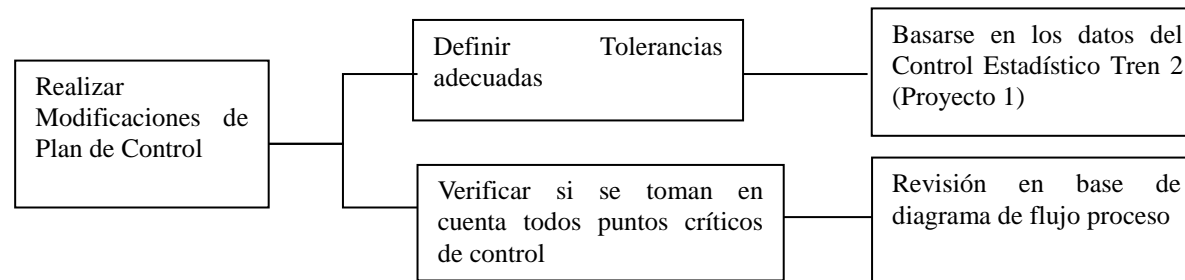
- Tener personal capacitado.
- Realizar Modificaciones al Plan de Control.

A continuación utilizando el diagrama de árbol se definió como llevar a cabo las soluciones escogidas.

### 3.3.3.4 Diagrama de Árbol



**Gráfico 12:** Diagrama de árbol Solución 1



## 3.3.3.5 Plan de Actividades

Cuadro 4: Plan de Actividades Solución 1

Solución	¿Qué?	¿Quién?	¿Dónde?	¿Por qué?	¿Cuándo?	¿Cómo?
1	Determinar cuáles son las necesidades de capacitación del personal	Jefe de Calidad, Jefe de Producción	Oficinas de Producción. Oficinas de Calidad	Se debe definir temas para capacitación	1 de Julio 2013	Se elaboraran pruebas de calidad, control de proceso y metrología, las mismas que se tomaran al personal.
Tener Personal Capacitado	Definir Plan de Capacitación	Jefe de RRHH. Jefe de Calidad, Jefe de Producción	Sala de Recursos Humanos	Definir fechas, personal interno o externo a cargo de capacitación	15 de Julio 2013	Coordinar fechas con Jefe de Producción, contratar capacitadores externos en caso de ser necesario
	Ejecutar cursos de capacitación	Jefe de RRHH,	Sala de Capacitación	Lograr desarrollo del recurso humano	Agosto 2013	Cumplimiento plan de capacitación
	Evaluar curso de capacitación	Jefe de RRHH. Jefe de Calidad, Jefe de Producción	Sala de Capacitación	Verificar efectividad del curso	Septiembre 2013	Evaluación del curso, aplicación de lo aprendido
	Auditoria Control del Proceso	Jefe de Calidad, Jefe de Producción	Línea de Producción LPP	Verificar efectividad de la capacitación	Septiembre 2013	Verificar que las mediciones. Verificar eficacia acciones preventivas y correctivas realizadas en el proceso.



**Cuadro 5:** Plan de Actividades Solución 2.

Solución 2	¿Qué?	¿Quién?	¿Dónde?	¿Por qué?	¿Cuándo?	¿Cómo?
Realizar Modificaciones Plan de Control	Definir tolerancias dimensionales adecuadas	Jefe de Calidad	Oficinas de Calidad	Las tolerancias dadas por la Norma INEN son muy amplias ocasionando reclamos	22 de Julio 2013	Definir nuevas tolerancias en base a control estadístico realizado al Tren 2
	Revisión y Modificación de Plan de Control	Jefe de Calidad Jefe de Producción	Oficinas de Calidad	Garantizar que el personal tiene los parámetros que se deben controlar durante el proceso	30 de Agosto 2013	Verificar que los puntos de control son los adecuados y cambiar las tolerancias dimensionales para pletinas

### 3.4 Análisis de la viabilidad técnico – económico del Plan de Acción

El plan de acción propuesto incluye principalmente capacitación del personal y modificación de los planes de control. Se analizaron la viabilidad de cada una de estas propuestas.

#### 3.4.1 Viabilidad Ejecución Plan de Capacitación.

Para determinar la viabilidad de la ejecución del plan de capacitación primero es necesario definir cual son los cursos o charlas de capacitación necesarias. Con este objetivo se realizó una evaluación en la cual se consideraron los siguientes temas:

- Conceptos de control de calidad.(Teórico)
- Metrología. (Teórico – Práctico)
- Planes de Control. (Teórico)
- Cartas de Control. (Teórico – Práctico)
- Calibración del LPP. (Teórico – Práctico)

**Cuadro 6:** Resultados Evaluación Personal LPP antes de la capacitación

<b>Tema</b>	<b>Promedio</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Control de Calidad</b>	9,5	8,5	10	OK
<b>Metrología</b>	9	8	10	OK
<b>Planes de Control</b>	8	6	10	Se realizara capacitación una vez modificado
<b>Cartas de Control</b>	8	5	9	Se realizara capacitación
<b>Calibración LPP</b>	7	6	9	Se realizara capacitación

En base a estas evaluaciones (Cuadro 5), se determinó que en general el personal tiene conocimientos claros sobre conceptos de control de calidad, se definió que se deben dictar charlas y/o cursos de capacitación sobre los siguientes temas:

- Planes de Control
- Cartas de Control
- Calibración LPP

Se determinó que se dispone de capacitadores internos en NOVACERO Planta Lasso para el dictado de los cursos y/o charlas

Para el curso de calibración del LPP se definió que el Jefe de Producción del LPP Edmundo Singaña dispone de la experiencia y conocimientos para dictar dicho curso.

Para las charlas de Cartas de Control y Planes de control se definió que la Jefa de Calidad Cristina Changoluisa tiene la experiencia y conocimientos para dar estas charlas

“Tener colaboradores competentes y comprometidos” (NOVACERO S.A, 2012) es considerado una de las condiciones necesarias por NOVACERO para lograr su misión y visión, razón por la cual se tienen asignados horario para capacitación. En el caso del LPP, estos horarios es una vez por semana a las cinco de la tarde, en los cuales se programaron las charlas de calidad. En el caso del curso de calibración se programo para los días sábados. Es necesario indicar que estas horas se considera dentro de las horas extras del personal de producción, en el caso de los capacitadores internos no existe pago de horas extras, sin embargo es un indicador que será considerando dentro de su plan mensual de actividades FGE.02.

En base a lo señalado anteriormente se realizó el siguiente plan de capacitación:

**Cuadro 7: Cronograma de Capacitación LPP Agosto- Septiembre 2013**

Día	Miércoles 07 - 08 -2013	Miércoles 14 - 08 -2013	Sábado 25 - 08 -2013
<b>Tema</b>	Charla Cartas de Control	Charla Cartas de Control	Capacitación Calibración LPP
<b>Temario</b>	1. Cartas de Control. 2. Limite de Control Inferior y Superior. 3. Interpretación de las Cartas de Control	1. Cartas de Control. 2. Limite de Control Inferior y Superior. 3. Interpretación de las Cartas de Control	1. Influencia de la temperatura en los productos laminados. 2. Armado de casetas.
<b>Área - Turno</b>	<b>LPP Turno 1 y 2</b>	<b>LPP Turno 3</b>	<b>LPP Turno 1, 2 y 3</b>
<b>Lugar</b>	Sala de Capacitación Calidad	Sala de Capacitación Calidad	Sala de Capacitación Calidad
<b>Hora:</b>	17:00 - 18:00	17:00 - 18:00	7:00 - 12:00
<b>Facilitador</b>	Cristina Changoluisa	Cristina Changoluisa	Edmundo Singaña
<b>Observaciones</b>			
Día	Miércoles 28 - 08 -2013	Miércoles 4 - 09 -2013	Sábado 07 - 09 -2013
<b>Tema</b>	Charla Planes de Control LPP	Charla Planes de Control LPP	Capacitación Calibración LPP
<b>Temario</b>	1.Revisión de Puntos de Control. 2. Revisión de Cambio de Tolerancias en Pletinas	1.Revisión de Puntos de Control. 2. Revisión de Cambio de Tolerancias en Pletinas	1. Relaciones de Reducción.
<b>Área - Turno</b>	<b>LPP Turno 3 y 1</b>	<b>LPP Turno 2</b>	<b>LPP Turno 1, 2 y 3</b>
<b>Lugar</b>	Sala de Capacitación Calidad	Sala de Capacitación Calidad	Sala de Capacitación Calidad
<b>Hora:</b>	17:00 - 18:00	17:00 - 18:00	7:00 - 12:00
<b>Facilitador</b>	Cristina Changoluisa	Cristina Changoluisa	Edmundo Singaña
<b>Observaciones</b>			

Se analizó si se disponen de los recursos para ejecutar el plan de capacitación

**Cuadro 8: Disponibilidad de Recursos para Capacitación**

Recurso	Disponibilidad
<b>Tiempo</b>	SI
<b>Instructores Calificados</b>	SI
<b>Sala de Capacitación</b>	SI
<b>Materiales Necesarios (Infocus, Papelería)</b>	SI

Como se puede ver este plan de capacitación es técnico – económicamente variable.

### 3.4.2 Viabilidad Ejecución Revisión Plan de Control.

Se determinó que la revisión del Plan de Control no solo es viable sino que es una

actividad que debe realizarse periódicamente ya que al NOVACERO contar con un Sistema de Gestión de Calidad debe promover la mejora continua de sus procesos. La revisión debe ser realizada en conjunto por los Jefes de Producción LPP y Calidad, revisada por el Jefe de la Planta de Laminación y Aprobada por el Gerente de Planta. El departamento de Gestión Integral actualizara la versión y garantizara que esta será distribuida al personal involucrado.

**Cuadro 9:** Disponibilidad de Recursos para Modificación Plan de Control

Recurso	Disponibilidad
<b>Tiempo</b>	SI
<b>Personal Capacitado</b>	SI
<b>Sistema de Control Documental</b>	SI

### 3.5 Ejecutar las acciones establecidas. Implementación:

#### 3.5.1 Ejecución Curso de Capacitación:

Una vez aprobado el plan de capacitación se procedió a la ejecución del mismo. De acuerdo al Sistema de Gestión de Calidad las capacitaciones deben registrarse el formato F-RH.09 y ser enviadas a Recursos Humanos.

NOVACERO		REGISTRO				FIRMAS EXAMINADOR																																																																																																																																																																																										
ASISTENCIA A CURSOS DE CAPACITACIÓN																																																																																																																																																																																																
LOCALIDAD: <u>LASPO</u>																																																																																																																																																																																																
TEMA	REGISTRADOR	FIRMA REGISTRADOR	FECHA	HORARIO	TOTAL INSCRITOS																																																																																																																																																																																											
Cartas de Control	C. Rocio Cruz	C. Rocio Cruz	08-11-2008	17:00	11																																																																																																																																																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NO.</th> <th>PARTICIPANTES</th> <th>FIRMA</th> <th>NO.</th> <th>PARTICIPANTES</th> <th>FIRMA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Diego Arias</td><td>[Firma]</td><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>Jorge Rojas</td><td>[Firma]</td><td>2</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>Edwin Vazquez</td><td>[Firma]</td><td>3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>Silvando Chamba</td><td>[Firma]</td><td>4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>Rosón Díaz</td><td>[Firma]</td><td>5</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td>Paula Escobar</td><td>[Firma]</td><td>6</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td>Leonor Malas</td><td>[Firma]</td><td>7</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td>8</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td>9</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td><td>10</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td></td><td></td><td>11</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td></td><td></td><td>12</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>13</td><td></td><td></td><td>13</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>14</td><td></td><td></td><td>14</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>15</td><td></td><td></td><td>15</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>16</td><td></td><td></td><td>16</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>17</td><td></td><td></td><td>17</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>18</td><td></td><td></td><td>18</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>19</td><td></td><td></td><td>19</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>20</td><td></td><td></td><td>20</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>21</td><td></td><td></td><td>21</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>22</td><td></td><td></td><td>22</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>23</td><td></td><td></td><td>23</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>24</td><td></td><td></td><td>24</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>25</td><td></td><td></td><td>25</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>26</td><td></td><td></td><td>26</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>27</td><td></td><td></td><td>27</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>28</td><td></td><td></td><td>28</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>29</td><td></td><td></td><td>29</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>30</td><td></td><td></td><td>30</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>							NO.	PARTICIPANTES	FIRMA	NO.	PARTICIPANTES	FIRMA	1	Diego Arias	[Firma]	1			2	Jorge Rojas	[Firma]	2			3	Edwin Vazquez	[Firma]	3			4	Silvando Chamba	[Firma]	4			5	Rosón Díaz	[Firma]	5			6	Paula Escobar	[Firma]	6			7	Leonor Malas	[Firma]	7			8			8			9			9			10			10			11			11			12			12			13			13			14			14			15			15			16			16			17			17			18			18			19			19			20			20			21			21			22			22			23			23			24			24			25			25			26			26			27			27			28			28			29			29			30			30		
NO.	PARTICIPANTES	FIRMA	NO.	PARTICIPANTES	FIRMA																																																																																																																																																																																											
1	Diego Arias	[Firma]	1																																																																																																																																																																																													
2	Jorge Rojas	[Firma]	2																																																																																																																																																																																													
3	Edwin Vazquez	[Firma]	3																																																																																																																																																																																													
4	Silvando Chamba	[Firma]	4																																																																																																																																																																																													
5	Rosón Díaz	[Firma]	5																																																																																																																																																																																													
6	Paula Escobar	[Firma]	6																																																																																																																																																																																													
7	Leonor Malas	[Firma]	7																																																																																																																																																																																													
8			8																																																																																																																																																																																													
9			9																																																																																																																																																																																													
10			10																																																																																																																																																																																													
11			11																																																																																																																																																																																													
12			12																																																																																																																																																																																													
13			13																																																																																																																																																																																													
14			14																																																																																																																																																																																													
15			15																																																																																																																																																																																													
16			16																																																																																																																																																																																													
17			17																																																																																																																																																																																													
18			18																																																																																																																																																																																													
19			19																																																																																																																																																																																													
20			20																																																																																																																																																																																													
21			21																																																																																																																																																																																													
22			22																																																																																																																																																																																													
23			23																																																																																																																																																																																													
24			24																																																																																																																																																																																													
25			25																																																																																																																																																																																													
26			26																																																																																																																																																																																													
27			27																																																																																																																																																																																													
28			28																																																																																																																																																																																													
29			29																																																																																																																																																																																													
30			30																																																																																																																																																																																													

Gráfico 14: Registro de Capacitación

3.5.2 Evaluación Curso de Capacitación.

Una vez terminada la capacitación se realizó una nueva evaluación al mes teniéndose los siguientes resultados.

**Tabla 5:** Resultados Evaluación Personal LPP después de la capacitación

<b>Tema</b>	<b>Promedio</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Planes de Control</b>	9	8	10	OK
<b>Cartas de Control</b>	8,5	8	10	OK
<b>Calibración LPP</b>	9	9	9	OK

### 3.5.3 Seguimiento del Proceso

Se realizó una auditoria por parte de Control de Calidad al cumplimiento del nuevo plan de control, uso de instrumento de medición, encontrándose que se cumple y las mediciones son adecuadas.

Se realizaron auditorias semanales a las pletinas en la bodega de producto terminado verificándose que los datos coinciden con los registrado en las cartas de control F-PCC.08.01

### 3.5.4 Modificación Planes de Control.

Se revisó el plan de Control P-CC.08 Ed.0 siendo el principal cambio la disminución de las tolerancias aceptadas para pletinas, las cuales anteriormente estaban de acuerdo a la Norma NTE INEN 2222:2012.

Para definir los nuevos valores se basó en los límites de control del Tren 2 determinadas en el proyecto “Control Estadístico de Proceso de Fabricación de Perfiles en NOVACERO Planta Lasso”

Además se reviso si los puntos de control eran los adecuados, determinándose que con respecto a este parámetro el plan no tenía problemas



NOVACERO SOLUCIONES DE ACERO		PLAN DE CONTROL PROGRAMACION, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA PRODUCCION PLANTA LASSO				PC-CC.08 Edición: Primero																																	
<b>PRODUCCION DE PERFILES PEQUEÑOS LAMINADOS EN CALIENTE</b> Especificación: Compra de materia prima: Especificación del registro F-DP-04 Especificaciones dimensionales: Norma: NEN 2211:2012 Especificaciones propiedades mecánicas y Químicas: NEN 2211:2012		Elaborado por: Cristina Changcha / Edmundo Singata Jefe de Control de Calidad/Jefe de Producción		Revisado por: Edmundo Singata Jefe de Producción LPP, Trochales y Mallas		Aprobado: Ing. Guillermo Miño Gerente de Planta																																	
Programa de Producción		Informe diario de Producción / Producto Terminado				Cliente: Bodega de Producto Terminado																																	
Operación	Característica Especificada	Pruebas	Responsable	Especificaciones / Criterio Aceptación	Método/ Equipo de Control	Frecuencia de Control	Registro	Plan de Reacción																															
1	Respeque de M PRIMA	COMPOSICIÓN QUÍMICA	X	Jefe de CC	Materia Prima Importada - cumple con las especificaciones de la norma de MP con la que fue comprada F-DP-04	Comparación entre Certificado del Proveedor y Norma de Producto. Muestras. Espectrofotómetro	Cada arribo de nuevo lote de MP si el Jefe de Calidad lo considera necesario se realiza el análisis químico de dos muestras de dos coladas de cada lote	F-ATCC-04.01 F-ATCC-15.01	En caso de rechazo notificar al responsable de Materia Prima, Jefe de Producción y al Departamento de Compras e Importaciones																														
2	INGRESO DE ALAMBÓN AL HORNO	DIÁMETRO Y SAE DEL ALAMBÓN	X	Operador		Elipsera de identificación del alambón (muestra prima) Identificación isométrica	Cada vez que cargue un buho de alambón	F-PCCC-08.01	Solicitar al Operador de montacargas cambio por el buho correcto																														
		GRADO DE CORROSIÓN	X	Operador		Visual	Cada vez que cargue un buho de alambón	F-PCCC-08.01	Solicitar al Operador de montacargas cambio por un buho en buen estado. Para procesar el alambón de Grado 1, requiere limpieza adicional																														
3	CONTROL EN PROCESO	DIMENSIONES DE PERFILES PEQUEÑOS LAMINADOS EN CALIENTE	X	Operador	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">TOLERANCIAS DIMENSIONALES DE PERFILES</th> </tr> <tr> <th>Parámetros</th> <th>Especificación</th> <th>Tolerancia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Longitud</td> <td>Todos los productos</td> <td>+ 100 mm</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">Perfiles</td> <td rowspan="2">Espesor</td> <td>De 3 a 5 mm</td> <td>± 0,20 mm</td> </tr> <tr> <td>De 6 a 8 mm</td> <td>± 0,30 mm</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Ancho</td> <td>De 16 a 19 mm</td> <td>± 2 mm</td> </tr> <tr> <td>De 20 a 25 mm</td> <td>± 1mm</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Barras</td> <td>Lado</td> <td>De 5 a 15 mm</td> <td>± 0,40 mm</td> </tr> <tr> <td>Escuadría</td> <td>De 5 a 15 mm</td> <td>± 0,60 mm</td> </tr> <tr> <td>Rectitud</td> <td>Todos los productos</td> <td>máx. 24 mm</td> </tr> </tbody> </table>	TOLERANCIAS DIMENSIONALES DE PERFILES			Parámetros	Especificación	Tolerancia	Longitud	Todos los productos	+ 100 mm	Perfiles	Espesor	De 3 a 5 mm	± 0,20 mm	De 6 a 8 mm	± 0,30 mm	Ancho	De 16 a 19 mm	± 2 mm	De 20 a 25 mm	± 1mm	Barras	Lado	De 5 a 15 mm	± 0,40 mm	Escuadría	De 5 a 15 mm	± 0,60 mm	Rectitud	Todos los productos	máx. 24 mm	Calibrador Flexómetro	1 barra cada 60 minutos	F-PCCC-08.01	Recalibrar.
TOLERANCIAS DIMENSIONALES DE PERFILES																																							
Parámetros	Especificación	Tolerancia																																					
Longitud	Todos los productos	+ 100 mm																																					
Perfiles	Espesor	De 3 a 5 mm	± 0,20 mm																																				
		De 6 a 8 mm	± 0,30 mm																																				
	Ancho	De 16 a 19 mm	± 2 mm																																				
		De 20 a 25 mm	± 1mm																																				
Barras	Lado	De 5 a 15 mm	± 0,40 mm																																				
	Escuadría	De 5 a 15 mm	± 0,60 mm																																				
	Rectitud	Todos los productos	máx. 24 mm																																				
4	CONTROL EN PROCESO	DEFECTOS VISUALES	X	Operador	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Defectos visuales inadmisibles</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Oxidaciones (sobado)</td> <td>Si</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Fibras</td> <td>Si</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Craqueo</td> <td>Si</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Rozos</td> <td>Si</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Manchado de óxido &gt; 25 %</td> <td>Si</td> <td>No</td> </tr> </tbody> </table>	Defectos visuales inadmisibles			Oxidaciones (sobado)	Si	No	Fibras	Si	No	Craqueo	Si	No	Rozos	Si	No	Manchado de óxido > 25 %	Si	No	Visual	1 barra cada 60 minutos	F-PCCC-08.01	Remuestreo y separar el material. Cambio de pasada. Recalibrar.												
Defectos visuales inadmisibles																																							
Oxidaciones (sobado)	Si	No																																					
Fibras	Si	No																																					
Craqueo	Si	No																																					
Rozos	Si	No																																					
Manchado de óxido > 25 %	Si	No																																					
5	PRODUCTO TERMINADO	PROPIEDADES MECANICAS	X	Operador	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Grado</th> <th>Fluencia</th> <th>Resistencia</th> <th>Alargamiento</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E235A</td> <td>235</td> <td>340-470</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>E275A</td> <td>275</td> <td>410-540</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>E355C</td> <td>355</td> <td>490-640</td> <td>22</td> </tr> </tbody> </table>	Grado	Fluencia	Resistencia	Alargamiento	E235A	235	340-470	26	E275A	275	410-540	22	E355C	355	490-640	22	Máquina de Ensayos Universal	Cada inicio de turno o cambio de producto	F-ATCC-05.05	Remuestreo (dos muestras por cada muestra que falle) si falla nuevamente se separa el material como No Conforme y Reportar al Jefe de Calidad y Jefe de Producción LPP														
Grado	Fluencia	Resistencia	Alargamiento																																				
E235A	235	340-470	26																																				
E275A	275	410-540	22																																				
E355C	355	490-640	22																																				

Gráfico 15: PC-CC.08 Plan de Control Perfiles Pequeños Ed.1 (NOVACERO, 2013)

Una vez modificado, se procedió a una revisión por parte del Jefe de Planta de Laminación, aprobación por el Gerente de Planta, y entrega al departamento SGI siendo actualizado como Ed. 1

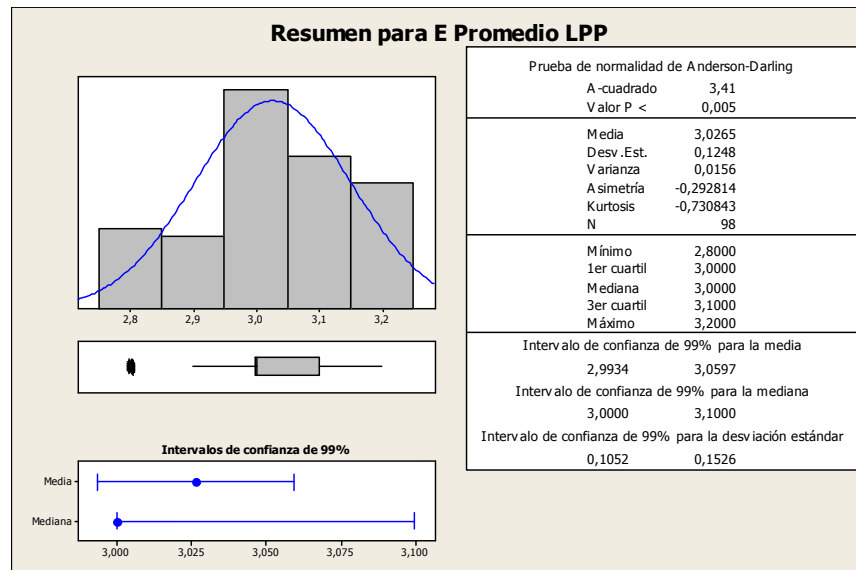
Finalizado todo este proceso, fue difundido al personal involucrado en una charla de calidad.

### 3.6 Verificación los Resultados:

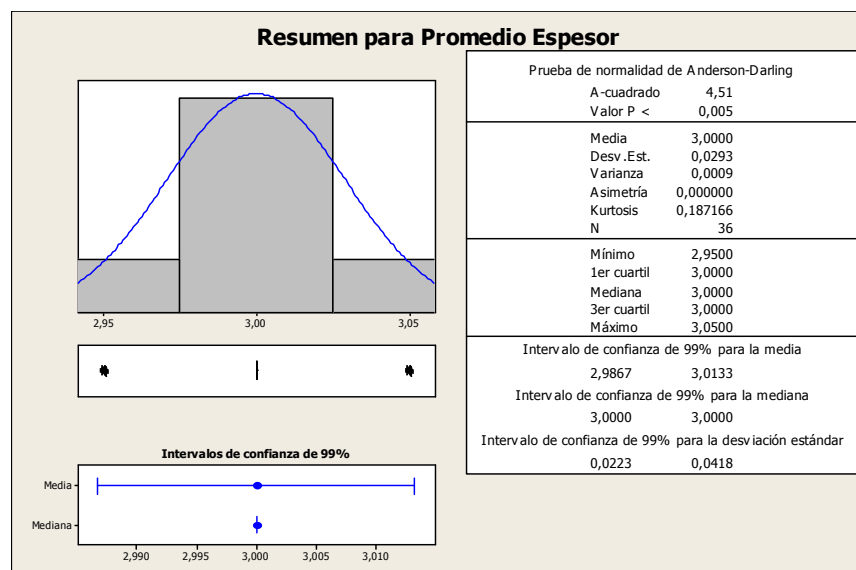
Se realizó la evaluación de la última campaña de PL19 X 3 (17 – 19 Septiembre 2013) versus las producciones anteriores para verificar la eficacia de las acciones tomadas.



### 3.6.1 Comparativo Antes y Después Espesor:

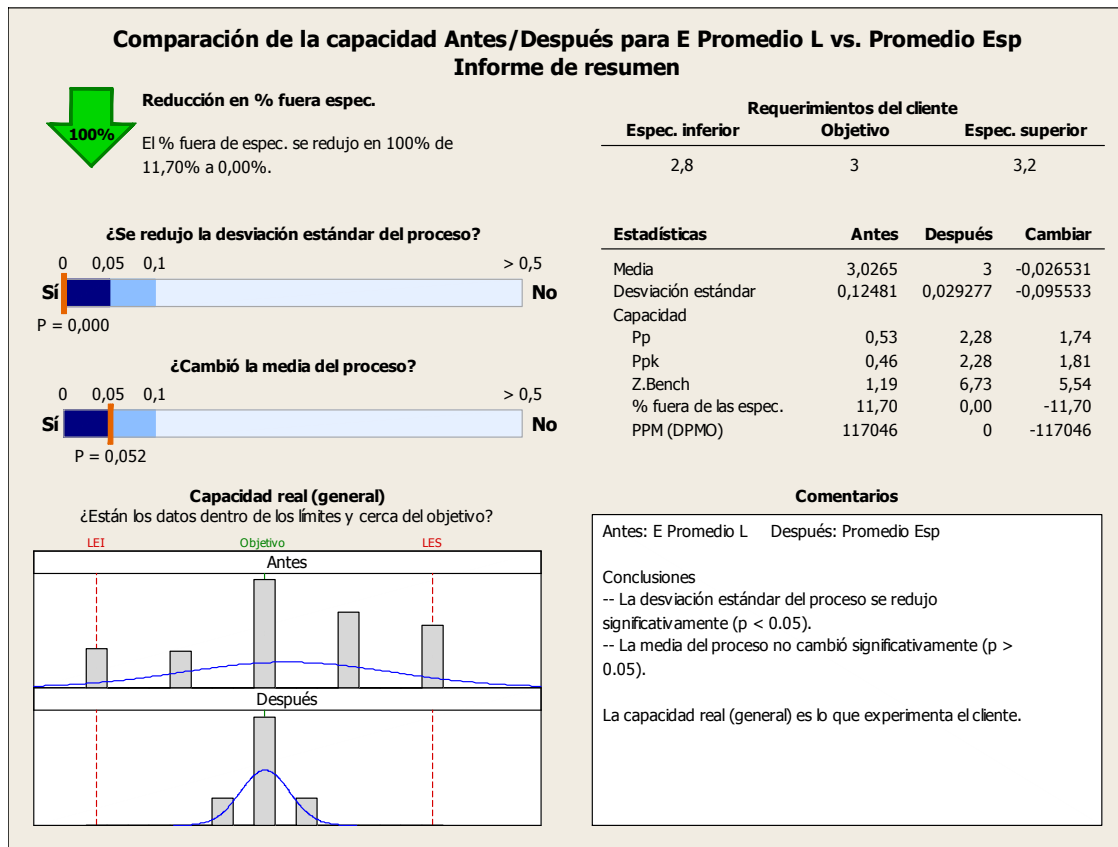


**Gráfico 16: Espesor Pletina 19X3 Antes.**



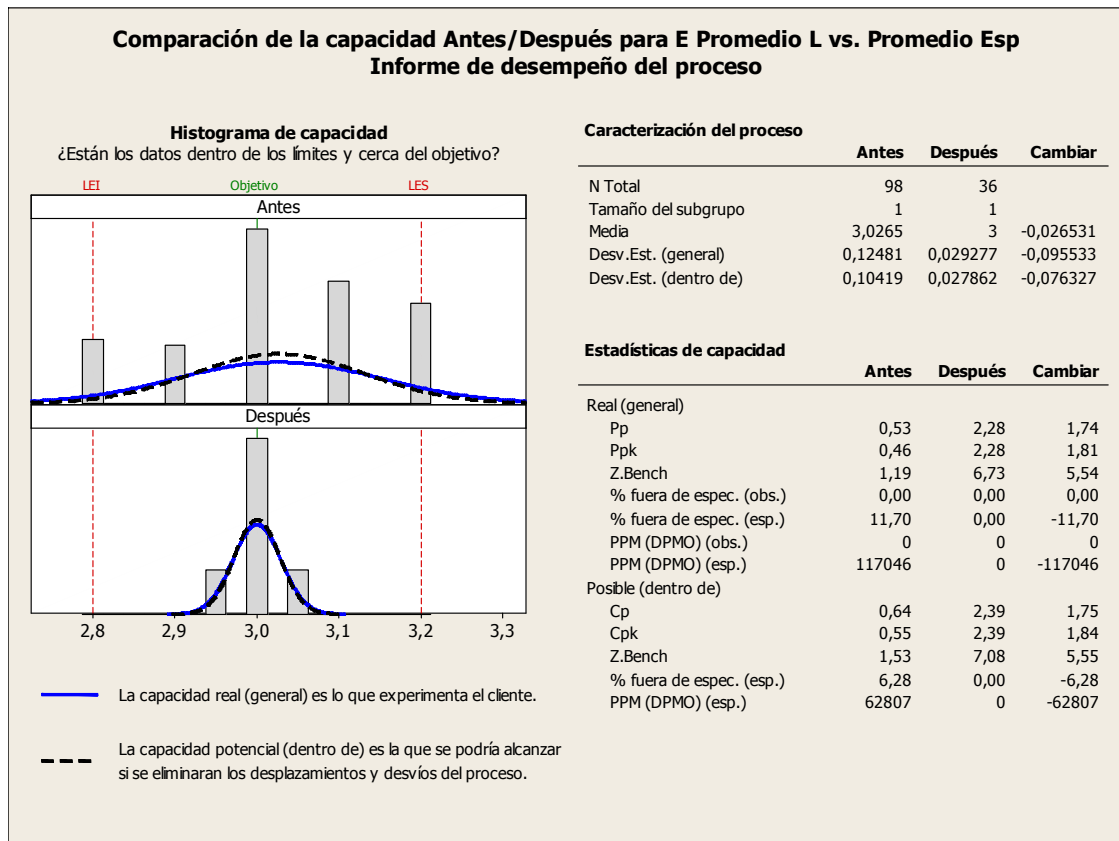
**Gráfico 17: Espesor Pletina 19x3 Después.**

El proceso actualmente está centrado en la especificación, y es simétrico ya que la media, mediana y moda son iguales a diferencia de antes que se encontraba sesgado a la derecha. Existe una disminución en la desviación estándar de 0.1248 a 0.0293 lo que nos indica una menor variabilidad.



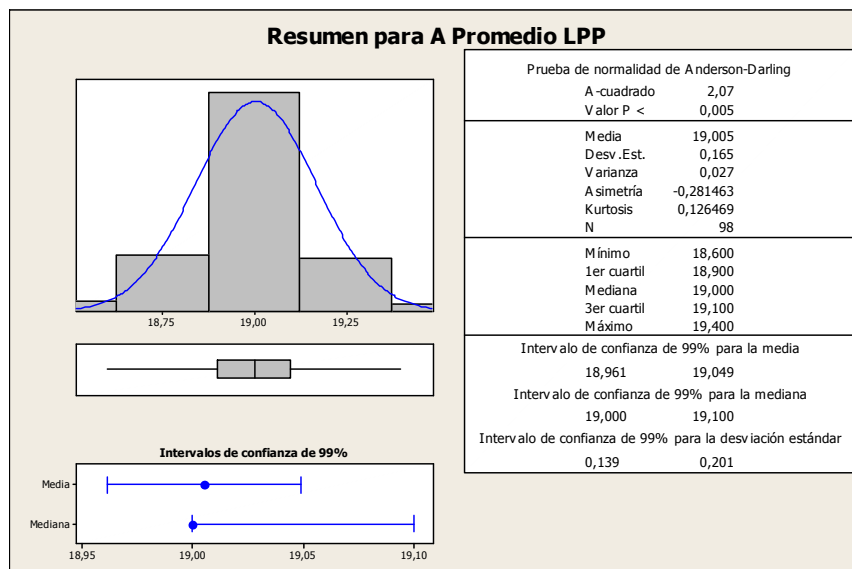
**Gráfico 18:** Capacidad de Proceso. Comparación Antes y Después.

Al comparar la capacidad de proceso antes y después de cumplido el plan de acción, se ve una mejora evidente en la capacidad del proceso con respecto al espesor, para poder cumplir la nueva especificación. Antes existía una posibilidad de tener un 11,7% fuera de la nueva especificación. Esta probabilidad se redujo a cero. La capacidad de proceso se incremento de 0.53 (incapaz) a 2.28 (capaz), y el Cpk. de 0.46 a 2.28 lo que nos indica además que como  $C_p = C_{pk}$ , el proceso está centrado en las tolerancias.

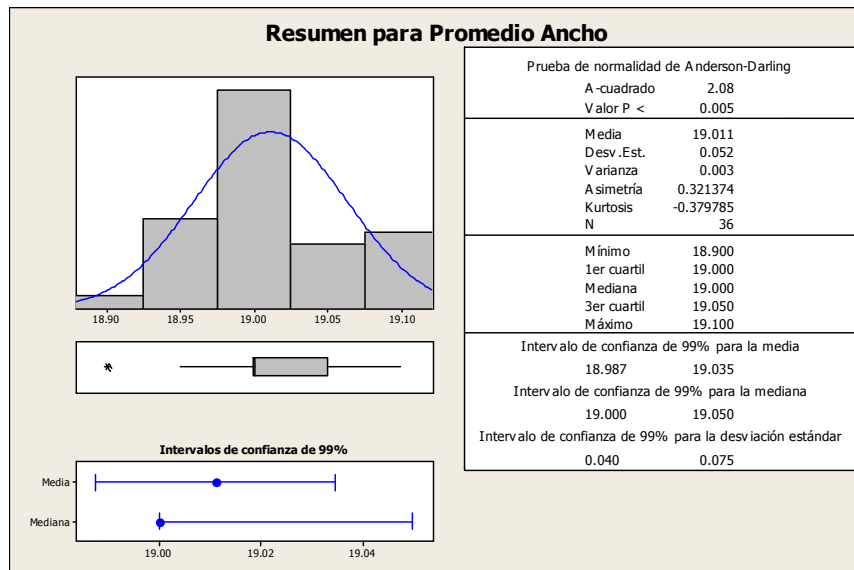


**Gráfico 19:** Capacidad de Proceso. Desempeño del proceso

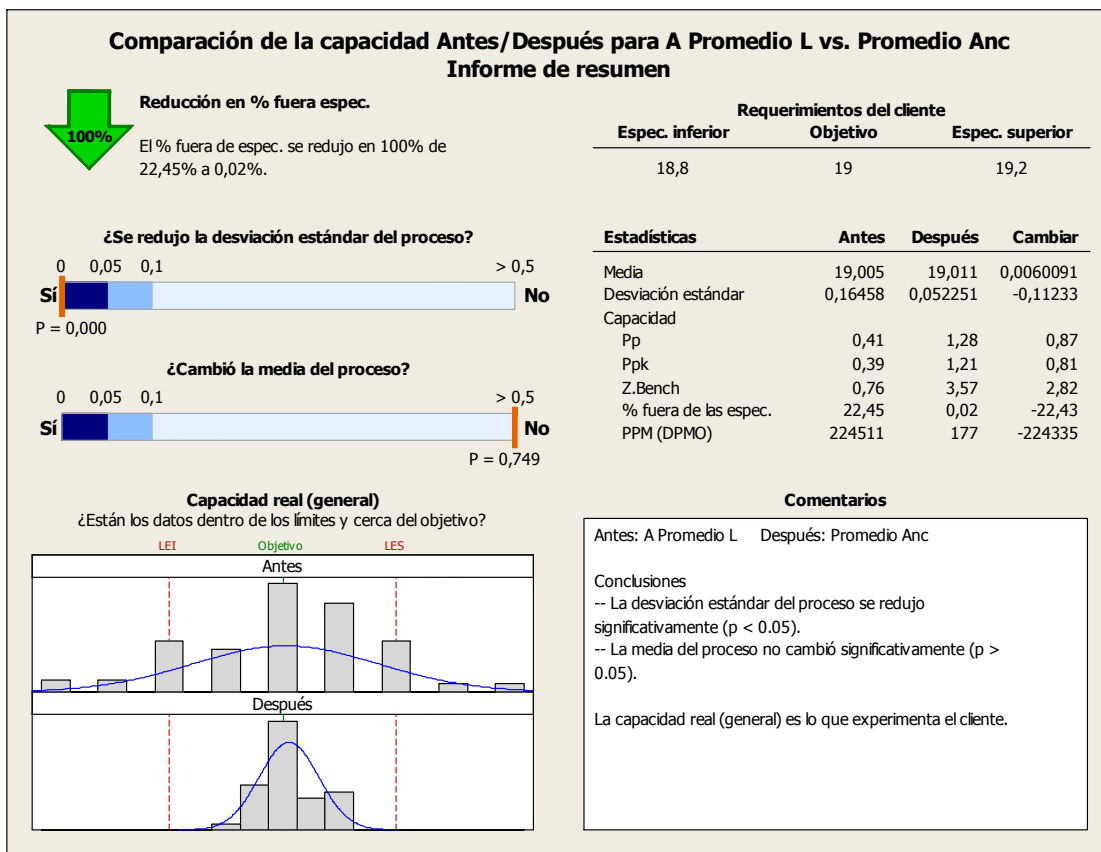
### 3.6.2 Comparativo Antes y Después Ancho:



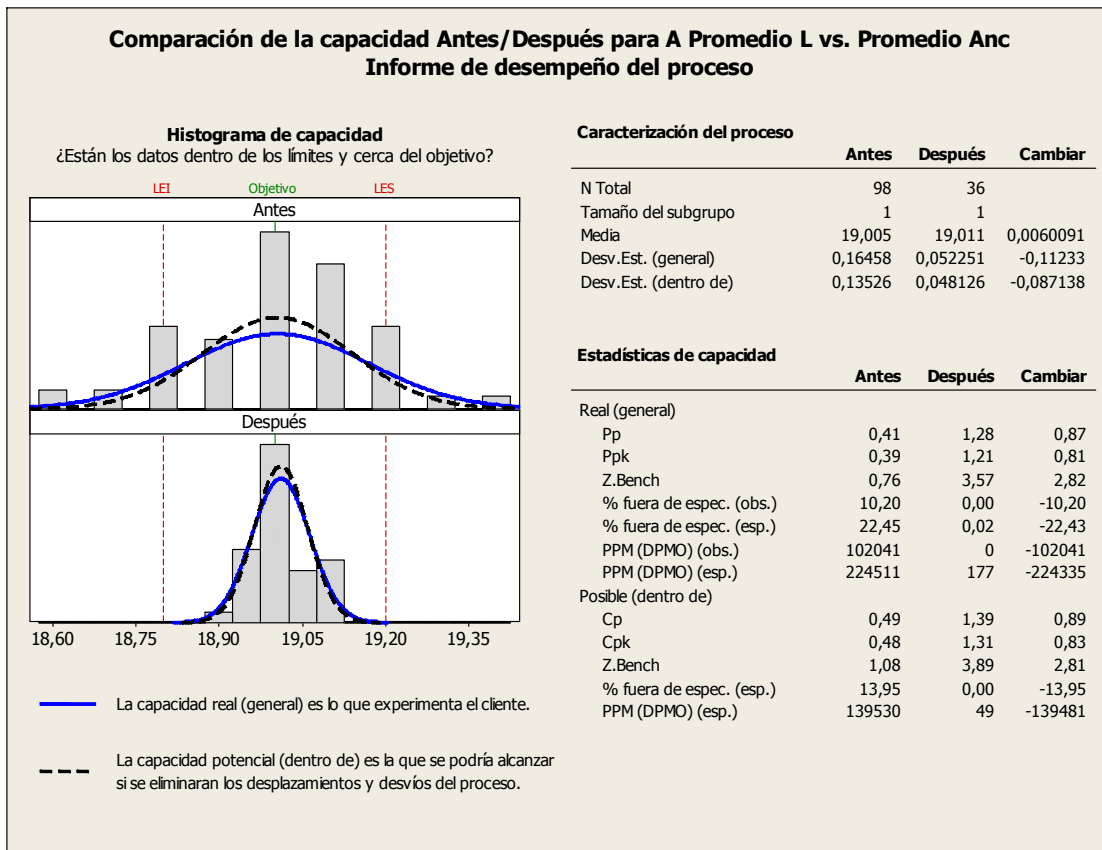
**Gráfico 20:** Ancho Pletina 19X3 Antes.



**Gráfico 21:** Ancho Pletina 19X3 Después.



**Gráfico 22:** Capacidad de Proceso. Comparación Antes y Después.

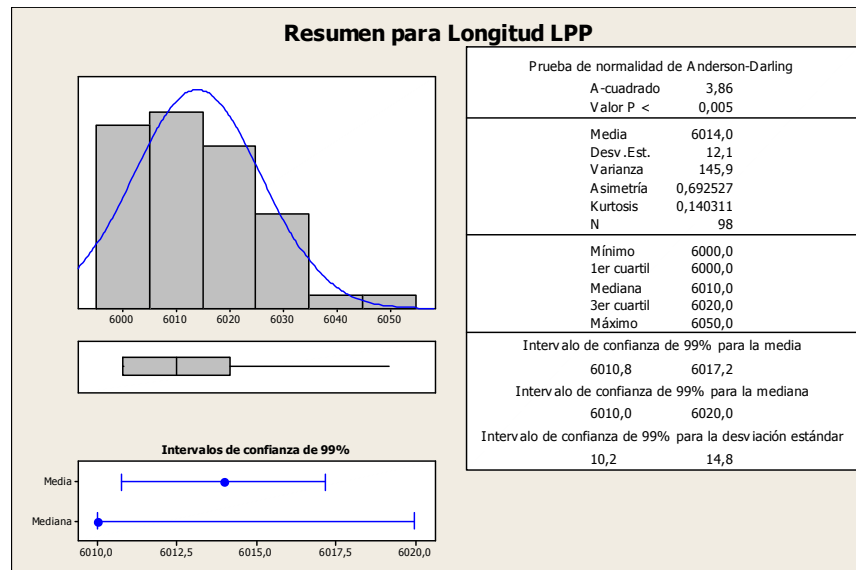


**Gráfico 23:** Capacidad de Proceso. Desempeño del proceso

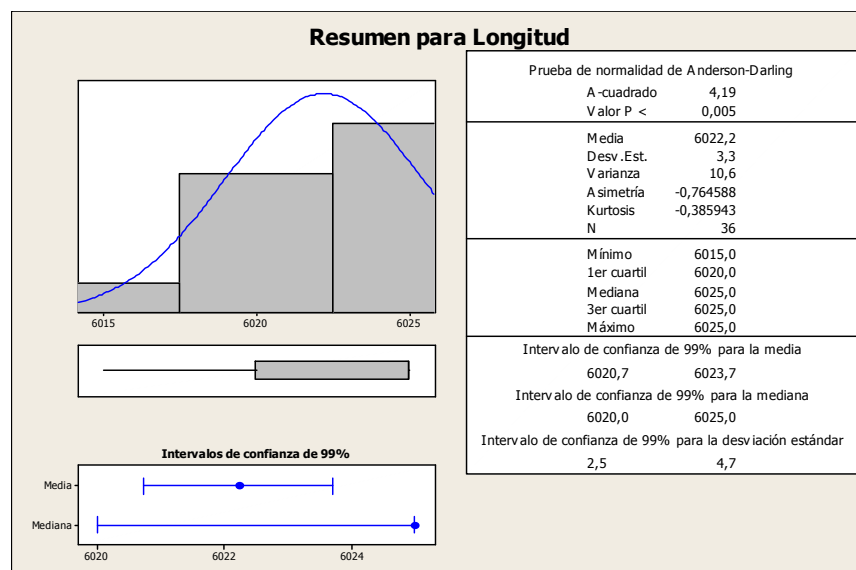
En este caso de acuerdo a los Gráficos 20 y 21 antes y después, para ancho el proceso está centrado y es simétrico (media, mediana y moda iguales). La desviación estándar disminuye de 0.165 a 0.052 lo que nos indica una disminución en la variabilidad del proceso.

Al comparar el antes y el después para ancho (Gráficos 22 y 23), se ve una mejora evidente en la capacidad del proceso de 0.41 (incapaz) a 1.28 (capaz). El Cpk. se incrementa de 0.39 a 1.21. Además con Cp. casi igual a Cpk. nos indica que el proceso está prácticamente centrado en las nuevas tolerancias. Antes existía una posibilidad de tener un 22.45% fuera de la nueva especificación. Esta probabilidad se redujo a 0.02%.

### 3.6.3 Comparativo Antes y Después Largo:

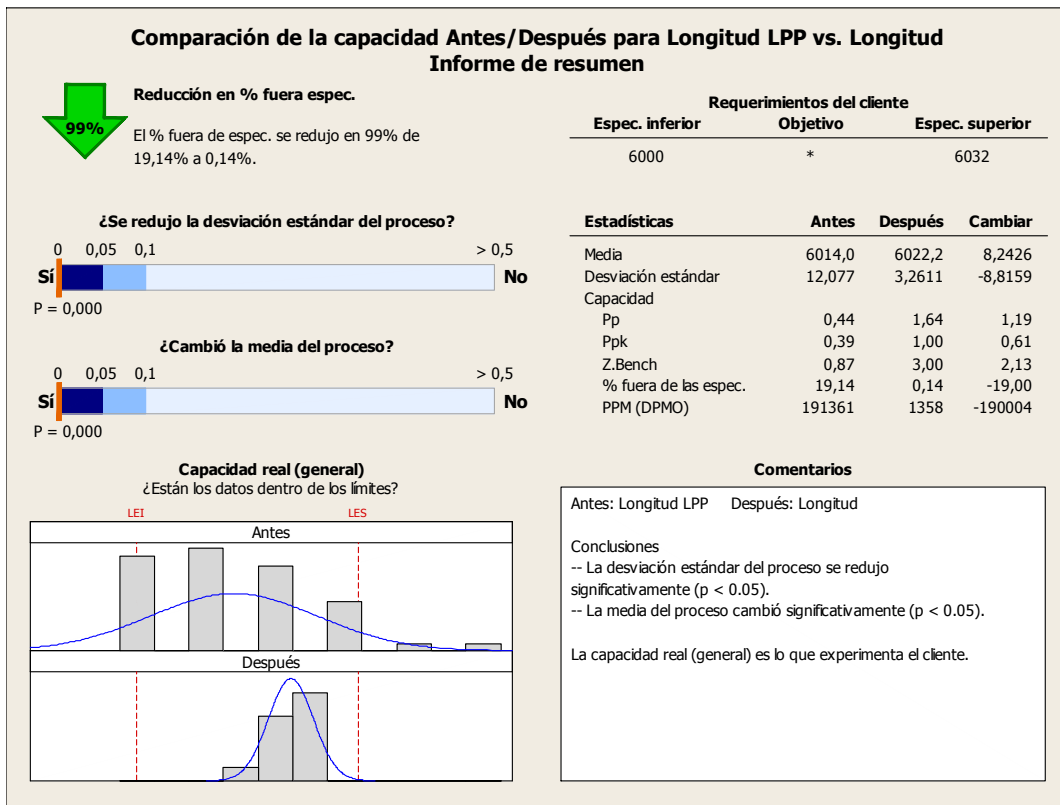


**Gráfico 24: Largo Pletina 19X3 Antes.**

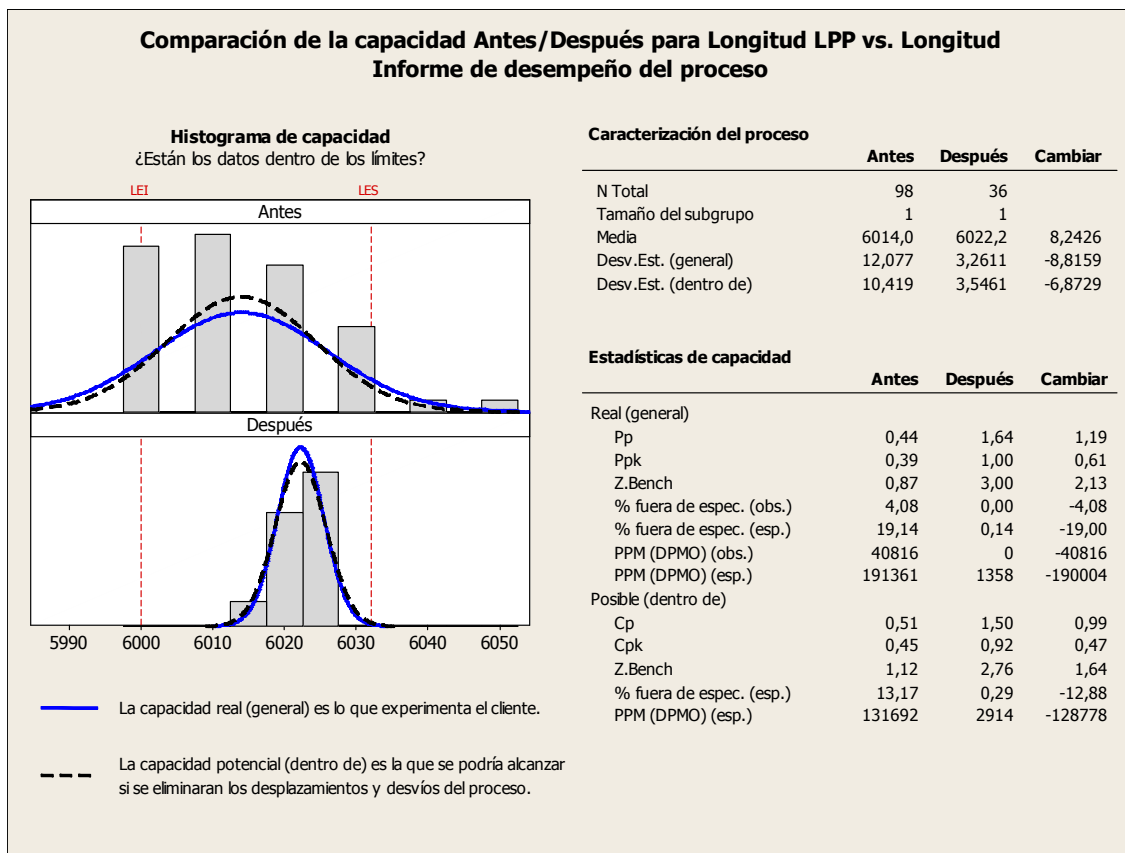


**Gráfico 25: Largo Pletina 19X3 Después.**

En el caso de la longitud, los histogramas presentan una distribución triangular propia de los procesos con uno de los límites de tolerancia igual a cero, sin embargo existe un cambio de asimétrica hacia la izquierda, a asimétrica a la derecha. La desviación estándar disminuye de 12,1 a 3,3 indicándonos una disminución en la variabilidad del proceso.



**Gráfico 26:** Capacidad de Proceso. Comparación Antes y Después.



**Gráfico 27:** Capacidad de Proceso. Desempeño del proceso

El Cp. para el largo se incrementa de 0.44 (incapaz) a 1.64 (capaz), el Cp. se incrementa de 0.39 a 1 y una probabilidad de producto no conforme de 19,14% a un 0,14% El Cpk. es menor que el Cp. lo que nos indica que el proceso esta descentrado con respecto al punto medio de la especificación interna.

#### **3.6.4 Hojas de Servicio al cliente.**

No se han registrado nuevas Hojas de Servicio al cliente por características geométricas en los últimos cuatro meses.

#### **3.6.5 Estandarizar**

En este caso se documento las capacitaciones dadas y los resultados de evaluaciones y auditorias. Estos registros se mantienen de acuerdo al procedimiento de Control Documental de NOVACERO S.A.

#### **3.6.6 Documentar y definir nuevos proyectos**

Se estableció y difundió los cambios realizados en el plan de control.



## CAPITULO 4

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 CONCLUSIONES

1. Se definió la metodología de Ruta de Calidad e investigo los pasos deben seguirse para aplicarla, esta investigación se detalla en el Capitulo 2 y su aplicabilidad en el Capitulo 3.
2. Se definió a la Capacidad de Proceso como indicador para determinar si la aplicación de la metodología de ruta de calidad es efectiva para disminuir la variabilidad en el LPP
3. Se caracterizo el proceso del LPP para poder analizarlo y mejorarlo. Esta caracterización está documentada en el inicio del capítulo 3
4. Se determinaron las causas raíces para la alta variabilidad en el LPP son:
  - Falta de capacitación al personal de Control de Calidad.
  - Los limites de tolerancia dados por el Plan de Control son muy amplios
  - El proceso de corte, ya que se hace una a una.
  - El alambroón (materia prima no es uniforme)
5. Se determinó que los planes para eliminar las causas raíces Cuadro 1 y Cuadro 2 son económicamente y técnicamente viables por lo que se procedió a su implementación obteniéndose los siguientes resultados.

**Tabla 6:** Datos de Cp. y Cpk. para PL19X3 antes y después.

Producto	Proceso	LPP					
		Ancho Antes	Ancho Después	Espesor Antes	Espesor Después	Largo Antes	Largo Después
PL19X3	Cp.	0,41	1,28	0,53	2,28	0,44	1,64
	Cpk.	0,39	1,21	0,49	2,28	0,39	1,00

**Tabla 7:** Probabilidad de Producto No Conforme

<b>Probabilidad NC</b>	<b>Antes</b>	<b>Después</b>
<b>Ancho</b>	22,45	0,02
<b>Espesor</b>	11,7	0,00
<b>Largo</b>	19,14	0,14

#### **4.2 RECOMENDACIONES**

1. Se debe realizar seguimiento en las próximas campañas de pletinas para verificar la eficacia de las medidas propuestas.
2. Se debe realizar un seguimiento y evaluación al personal de la línea de LPP.
3. Al establecer nuevos planes de control no solo se debe tomar en cuenta la Normativa Nacional sino considerar también la capacidad de los procesos de la Empresa y el uso que se dará al producto final.
4. Esta metodología es una opción para ser aplicada en proyectos de Mejora en NOVACERO Planta Lasso

## BIBLIOGRAFÍA

- Aulliso R, M. J. (2007). Clave para la Mejora de Los Procesos en las Organizaciones. Uruguay.
- INEN. (2012). NTE INEN 2215:2012 Perfiles de Acero Laminados en caliente. Requisitos. Primera Edicion.
- Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Campus Monterrey. (1996). *La ruta de la Calidad y las 7 Herramientas Basicas Version 2.0*. Monterrey: Centro de Calidad.
- Maldonado Villalva, G. (2006). *Herramientas y técnicas lean manufacturing en sistemas de producción y calidad*. Mexico, Mexico.
- NOVACERO . (20 de Julio de 2012). PC-CC.08 Plan de Control Produccion de Perfiles Pequeños Laminados en Caliente. Ed 0. Lasso, Latacunga: Ecuador.
- NOVACERO. (26 de 12 de 2012). MT-PTL.41 Operacion del LPP. Lasso, Ecuador.
- NOVACERO. (26 de Agosto de 2013). PC-CC.08 Plan de Control Produccion de Perfiles Pequeños Laminados en Caliente. Ed 1. Lasso, Cotopaxi, Sierra.
- NOVACERO S.A. (16,17 de Mayo de 2012). VISIÓN, MISIÓN, CONDICIONES NECESARIAS, VALORES. Quito, Pichincha, Ecuador.
- QUALIPLUS EXCELENCIA EMPRESARIAL. (2008). CERTIFICACION SIX SIGMA GREEN BELT. Mexico.

## ANEXO A

**Tabla A 1:** Datos Pletina PL19X3 LPP antes del Proyecto de Mejora

<i>ID Producto</i>	<i>Fecha de Producción</i>	<i>A Promedio LPP</i>	<i>E Promedio LPP</i>	<i>Longitud LPP</i>
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	19,20	3,20	6000
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	19,10	2,90	6000
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	19,00	3,20	6010
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	19,10	2,90	6010
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	19,10	3,00	6010
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	19,00	2,90	6020
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	19,10	3,00	6000
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	18,80	3,00	6020
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	18,90	3,00	6000
<b>L19X3</b>	12/14/2012	18,60	3,00	6010
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	18,90	2,90	6010
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	18,80	3,10	6030
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	19,20	3,00	6010
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	19,00	3,00	6010
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	19,10	3,10	6010
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	18,80	3,00	6020
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	18,80	3,10	6010
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	19,10	2,80	6000
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	19,20	2,80	6010
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	19,00	3,00	6020
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	19,10	3,20	6000
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	19,10	3,00	6010
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	19,00	3,10	6010
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	19,20	3,00	6010
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	19,20	2,80	6000
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	19,00	3,10	6020
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	19,00	2,90	6030
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	19,00	3,20	6000
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	19,00	3,10	6010
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	18,70	2,80	6000
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	18,90	3,00	6020
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	19,10	3,10	6030
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	18,90	3,10	6040
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	18,90	3,00	6000
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	19,10	2,80	6000
<b>PL19X3</b>	12/14/2012	18,80	3,10	6030

Continuación:

<b>PL19X3</b>	12/14/2012	18,80	3,20	6010
<b>PL19X3</b>	12/15/2012	19,10	3,10	6020
<b>PL19X3</b>	12/15/2012	19,00	3,10	6010
<b>PL19X3</b>	12/15/2012	18,70	3,10	6000
<b>PL19X3</b>	12/15/2012	19,10	3,20	6010
<b>PL19X3</b>	12/15/2012	19,10	2,90	6030
<b>PL19X3</b>	12/15/2012	19,00	3,20	6000
<b>PL19X3</b>	12/15/2012	19,20	3,20	6000
<b>PL19X3</b>	12/15/2012	19,30	3,20	6020
<b>PL19X3</b>	12/15/2012	19,00	3,00	6050
<b>PL19X3</b>	12/15/2012	19,10	3,00	6020
<b>PL19X3</b>	12/15/2012	19,00	3,20	6000
<b>PL19X3</b>	12/15/2012	19,10	3,10	6000
<b>PL19X3</b>	12/15/2012	19,00	2,80	6020
<b>PL19X3</b>	12/15/2012	18,80	2,80	6000
<b>PL19X3</b>	12/15/2012	18,60	3,00	6000
<b>PL19X3</b>	12/15/2012	19,00	3,10	6030
<b>PL19X3</b>	12/15/2012	18,90	2,80	6010
<b>PL19X3</b>	12/15/2012	19,10	3,00	6000
<b>PL19X3</b>	12/15/2012	18,90	2,90	6010
<b>PL19X3</b>	12/15/2012	18,80	3,20	6010
<b>PL19X3</b>	12/15/2012	19,10	3,10	6000
<b>PL19X3</b>	12/15/2012	19,20	3,10	6000
<b>PL19X3</b>	12/15/2012	19,10	3,10	6000
<b>PL19X3</b>	5/17/2013	18,70	3,00	6000
<b>PL19X3</b>	5/17/2013	18,80	3,10	6010
<b>PL19X3</b>	5/17/2013	18,90	3,20	6020
<b>PL19X3</b>	5/17/2013	19,00	3,20	6020
<b>PL19X3</b>	5/17/2013	19,00	3,20	6010
<b>PL19X3</b>	5/17/2013	19,10	3,00	6020
<b>PL19X3</b>	5/17/2013	19,00	3,00	6030
<b>PL19X3</b>	5/17/2013	18,90	3,10	6030
<b>PL19X3</b>	5/17/2013	18,80	3,20	6020
<b>PL19X3</b>	5/17/2013	18,60	2,90	6020
<b>PL19X3</b>	5/17/2013	18,80	2,80	6010
<b>PL19X3</b>	5/17/2013	19,00	2,80	6040
<b>PL19X3</b>	5/17/2013	19,20	2,80	6030
<b>PL19X3</b>	5/17/2013	19,30	3,10	6020
<b>PL19X3</b>	5/17/2013	19,40	3,00	6020
<b>PL19X3</b>	5/17/2013	19,10	3,00	6050
<b>PL19X3</b>	5/17/2013	18,90	3,00	6030

<b>PL19X3</b>	5/17/2013	19,20	3,00	6010
---------------	-----------	-------	------	------

Continuación:

<b>PL19X3</b>	5/17/2013	19,00	3,00	6020
<b>PL19X3</b>	5/17/2013	18,80	3,00	6000
<b>PL19X3</b>	5/17/2013	19,00	3,00	6010
<b>PL19X3</b>	5/18/2013	19,20	3,00	6020
<b>PL19X3</b>	5/18/2013	19,00	3,10	6030
<b>PL19X3</b>	5/18/2013	19,00	3,20	6030
<b>PL19X3</b>	5/18/2013	19,00	2,90	6020
<b>PL19X3</b>	5/18/2013	19,10	3,00	6010
<b>PL19X3</b>	5/18/2013	19,20	3,10	6020
<b>PL19X3</b>	5/18/2013	19,40	3,20	6030
<b>PL19X3</b>	5/18/2013	19,20	3,20	6020
<b>PL19X3</b>	5/18/2013	19,10	3,10	6010
<b>PL19X3</b>	5/18/2013	19,00	3,20	6010
<b>PL19X3</b>	5/18/2013	18,90	3,00	6020
<b>PL19X3</b>	5/18/2013	18,80	3,00	6000
<b>PL19X3</b>	5/19/2013	19,00	2,90	6030
<b>PL19X3</b>	5/19/2013	19,00	2,80	6020
<b>PL19X3</b>	5/19/2013	19,10	2,90	6010
<b>PL19X3</b>	5/19/2013	19,20	3,00	6000
<b>PL19X3</b>	5/19/2013	19,00	3,00	6000

Tabla A2: Datos Pletina PL19X3 LPP después del Proyecto de Mejora

<b>Producto</b>	<b>Fecha de Producción</b>	<b>Ancho Promedio</b>	<b>Espesor Promedio</b>	<b>Longitud</b>
PL19X3	17/09/2013	18,9	3	6025
PL19X3	17/09/2013	19	3	6030
PL19X3	17/09/2013	19	3	6020
PL19X3	17/09/2013	19,05	2,95	6030
PL19X3	17/09/2013	19	3	6025
PL19X3	17/09/2013	19,1	2,95	6020
PL19X3	17/09/2013	19	3	6030
PL19X3	17/09/2013	19,05	3,05	6025
PL19X3	17/09/2013	18,95	3	6030
PL19X3	17/09/2013	19	2,95	6030
PL19X3	19/09/2013	19,1	3	6025
PL19X3	19/09/2013	19,05	3	6020
PL19X3	19/09/2013	19	3,05	6030
PL19X3	19/09/2013	19,05	3,05	6025
PL19X3	19/09/2013	19	3	6030
PL19X3	19/09/2013	18,95	3	6025
PL19X3	19/09/2013	19	3	6020
PL19X3	19/09/2013	19	2,95	6025
PL19X3	19/09/2013	19,1	3	6030
PL19X3	19/09/2013	19,1	3	6025
PL19X3	19/09/2013	19	3,05	6030
PL19X3	19/09/2013	18,95	3	6020
PL19X3	19/09/2013	19	3	6030
PL19X3	20/09/2013	19	3	6025
PL19X3	20/09/2013	18,95	2,95	6020
PL19X3	20/09/2013	18,95	3	6030
PL19X3	20/09/2013	19	2,95	6025
PL19X3	20/09/2013	19,1	3	6030
PL19X3	20/09/2013	19	3	6025
PL19X3	20/09/2013	19	3,05	6020
PL19X3	20/09/2013	18,95	3	6025
PL19X3	20/09/2013	19	3	6030
PL19X3	20/09/2013	18,95	3	6030
PL19X3	20/09/2013	19	3,05	6025
PL19X3	20/09/2013	19,05	3	6030
PL19X3	20/09/2013	19,1	3	6025

