PROPUESTA DE MEJORA BASADO EN LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE SOLDADURA DE LA EMPRESA METALMECÁNICA "LOS PINOS"

KAREN JULIETH LÓPEZ CUELLO

ELIANA MARCELA DUCUARA VASQUEZ

UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA SECCIONAL MEDELLÍN

FACULTAD DE INGENIERÍAS

INGENIERIA INDUSTRIAL

MEDELLÍN

2012

PROPUESTA DE MEJORA BASADO EN LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN EL PROCESO DE SOLDADURA DE LA EMPRESA METALMECÁNICA "LOS PINOS"

KAREN JULIETH LÓPEZ CUELLO

ELIANA MARCELA DUCUARA VASQUEZ

Proyecto presentado para optar al título de Ingeniera Industrial

Asesora

Beatriz Liliana Gómez Gómez

UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA SECCIONAL MEDELLÍN

FACULTAD DE INGENIERÍAS

INGENIERIA INDUSTRIAL

MEDELLÍN

2012

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 8

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....9

2. JUSTIFICACION.....11

3. OBJETIVOS 12

3.1 OBJETIVO GENERAL 12

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....12

4. MARCO REFERENCIAL 13

4.1 SEIS SIGMA……..13

4.1.1 ESTRUCTURA DE LOS ROLES DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA……..15

4.2. DEFINICIÓN DEL CICLO DMAMC……16

4.3 ESTADO DEL ARTE: IMPLEMENTACIÓN DE SEIS SIGMA……..19

5. METODÓLOGIA 22

5.1. HERRAMIENTAS E INSTRUMENTAL DE MEDICIÓN.....22

6. DIAGNÓSITICO APLICANDO HERRAMIENTAS SEIS SIGMA EN EL AREA DE SOLDADURA DE LA EMPRESA “LOS PINOS” 24

6.1 DEFINIR…...……..24

6.2 DESCRIPCION DEL AREA Y EL PROCESO DE SOLDADURA……25

6.2.1 TIPOS DE SOLDADURAS 26

6.3 MEDIR……...……28

6.4. ANALIZAR…….……...…30

6.5. MEJORAR.....41

6.6. CONTROLAR……..…..44

7. CONCLUSIONES 45

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 46

ANEXO A 47

ANEXO B 47

ANEXO C 51

GLOSARIO..... 52

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Nivel Seis Sigma.....14

Tabla 2 Materiales para el área de Soldadura.....27

Tabla 3 Técnica de Grupo Nominal 33

Tabla 4 Productos No Conformes.....35

Tabla 5 Hojas de Verificación 38

LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1 Ciclo DMAMC o DMAIC.....17

Ilustración 2 Cadena de abastecimiento 24

Ilustración 3 Diagrama de Ishikawa……..…….31

INTRODUCCIÓN

Con la globalización la competitividad entre las empresas y organizaciones exige constantemente ser mejores, para ello se apoyan en herramientas de gestión las cuales les permite hacer frente a esta situación. A través de la mejora continua se logra obtener un alto nivel competitivo, volviéndose principal objetivo satisfacer los requerimientos, necesidades de los clientes, inversionistas, etc.

Actualmente estas metodologías se ejecutan para mejorar procesos productivos, reduciendo incidentes, fallas, defectos que puedan limitar la confianza en los productos o servicios, puesto que lo que se busca es aumentar la calidad, fidelizando así los clientes, por ende los resultados, principalmente los económicos son positivos para la organización.

Para logra lo anteriormente nombrado es vital desarrollar e implementar, con el compromiso de la dirección de la organización, metodologías estratégicas basadas en alcanzar mejoras, cumpliendo con los intereses del cliente, ya que la dirección es quien direcciona y toma las decisiones para alcanzar las metas propuestas.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Empresa “Los Pinos” se encuentra ubicada en Itagüí, lleva en el mercado acerca de 55 años, se encarga de producir, comercializar mobiliario médico, hospitalario, de rehabilitación (camas eléctricas, camas de hospital, camas ortopédicas eléctricas, camas ortopédicas para hospitales, camillas hospitalarias, mobiliario para hospital, sillas de ruedas, equipos médicos, vehículos para discapacitados), productos de alta calidad para hospitales, profesionales de la salud y público en general. Cuenta con la capacidad de desarrollar cualquier tipo de elemento en cuanto a productos médicos, pues solo requieren importar motores, ya que las tarjetas electrónicas son fabricadas en la misma compañía y los demás materiales suministrados por proveedores nacionales. Estos productos se comercializan también a nivel nacional, teniendo tres puntos de venta (Bogotá, Cali, Medellín) donde prestan asesoría en cuanto a los productos adecuados para la ayuda a la movilidad del paciente. “Los pinos” cuenta con un personal de unos 170 empleados, trabajan las 24 horas del día, en tres turnos de 8 horas. La compañía actualmente cuenta con procesos certificados bajo la **Norma ISO 9001 versión 2000**, certificaciones de las **Normas NTC IEC 60601 – 1** y **NTC IEC 60601 – 238** de la Comisión Electrotécnica Internacional. Es la primera empresa certificada a nivel nación en equipo electro-médico con sello de calidad Icontec, la cual da confiabilidad a sus clientes, además de conseguir su fidelidad.

A partir de las generalidades mencionadas de la compañía y un análisis del estado actual de los procesos que se realizan en cada área, se encontró que en área de soldadura se están presentados re-trabajos debido a las inconformidades que presentan los clientes internos. Específicamente en el área de ensamble.

También se ven afectados a los clientes finales, ya que en primer año de garantía de los productos se presenta una serie de Inconformidades. A pesar de ser diversas las quejas de los clientes el área que mayor re-trabajos exige es la de soldadura. Desde del año 2010 anualmente se han estado midiendo indicadores de productividad y no productividad. En **el** año 2011 se logró una productividad del 84 % por cada 100 pesos pagos, el 16% está representado por los trabajos que no generan ningún tipo de valor a los productos, como reuniones, ausentismos, re-trabajos entre otras. El 7% de ese 16 % de improductividad son actividades de re-procesos.

Del año 2010 hasta el primer trimestre del 2013 se han realizados re-trabajos de 2587 piezas en el área de soldadura tenido un costo de $ 7.000.000.

Se han generado inquietudes para hacerle frente a la situación, ya que representa costos, tiempos improductivos para empresa, pues además de los gastos de materiales para los re-proceso se tienen contratados 4 empleados solo para realizar re - trabajos

2.JUSTIFICACION

Buscando una solución acertada para la situación que se está generando en el área de soldadura de “Los Pinos” se ha optado por utilizar una metodología que permita la Mejora Continua en el proceso, esta metodología es “Seis Sigma”. Los beneficios que se obtendrían son altos, ya que garantizarían la eliminación de desperdicios, tiempos improductivos, alcanzar la productividad estimada por la empresa que es de un 85% entre otros. Además de las ventajas mencionadas la Mejora Continua persigue el perfeccionamiento en proceso de soldadura, permitiendo que se pueda extender a otras áreas de la compañía alcanzando un perfeccionamiento global.

Con la herramienta de Mejora se pretende optimizar el proceso de soldadura, principalmente reduciendo los re-procesos que son productos de inconformidades de los clientes internos. Esto se puede lograr mediante el desarrollo de los pasos del ciclo **DMAMC** y utilizando Diagramas, Hojas de Verificación, Brainstorming, etc. Por las razones mencionadas anteriormente se piensa en Seis Sigma, como un método eficaz a la hora de reducir defectos, errores, costos, mejorar la calidad, pero sobre todo, aumentar la satisfacción de los clientes tanto internos como finales, aumentando la confianza en la compañía.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Identificar las causas que generan los re-procesos en el área de soldadura de la empresa Metalmecánica "Los Pinos" para proponer un plan de mejora utilizando la metodología Seis Sigma, logrando así una mayor satisfacción en los clientes internos de la compañía.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y analizar las variables que hacen parte del proceso de soldadura y que a su vez generen inconformidades en los clientes internos.
- Proponer un plan de mejora que permita reducir o eliminar las causas de los incidentes que puedan ocasionar re-trabajos.

4. MARCO REFERENCIAL

En las compañías independientemente de su tamaño, del sector, deben hacer frente a mercados competitivos en los cuales la prioridad es satisfacer a los clientes, además tener una eficiencia económica en sus actividades. Para ello se han estructurado herramientas como: Seis sigma, Poka Yoke, las 5S"s entre otras.

Para este caso se utilizará la herramienta Seis Sigma para reducir los errores que se puedan presentar en el proceso de soldadura ocasionando posteriormente re-trabajos.

4.1. SEIS SIGMA

Seis Sigma es una metodología de gestión de la calidad que examina, mide y mejora procesos.

Sigma **(σ)** es una medida de dispersión que permite conocer la variabilidad de un proceso con datos conocidos.

Esta metodología busca reducir los defectos o errores que se presenten en un procesos, para ello se realiza una clasificación sobre la cantidad de defectos por millón de oportunidades y a su vez se le haya un porcentaje de calidad, entre mayores sean los niveles sigmas menores serán los defectos en los procesos.

Los niveles que se manejan en esta metodología son seis, el primer nivel (1) es decir el nivel mínimo de excelencia es de 690.000 defectos por millón de

oportunidades con un porcentaje de calidad del 30.8511% y el máximo nivel de perfección es el sexto en el cual se busca alcanzar un nivel de defectos menor o igual **3,4** "**defectos por millón de oportunidades**" (**DPMO**). Para cada nivel tienen estipulados una cantidad máxima de errores; a continuación se presentan la tabla 1 con los niveles, los defectos y los porcentajes de cada uno.

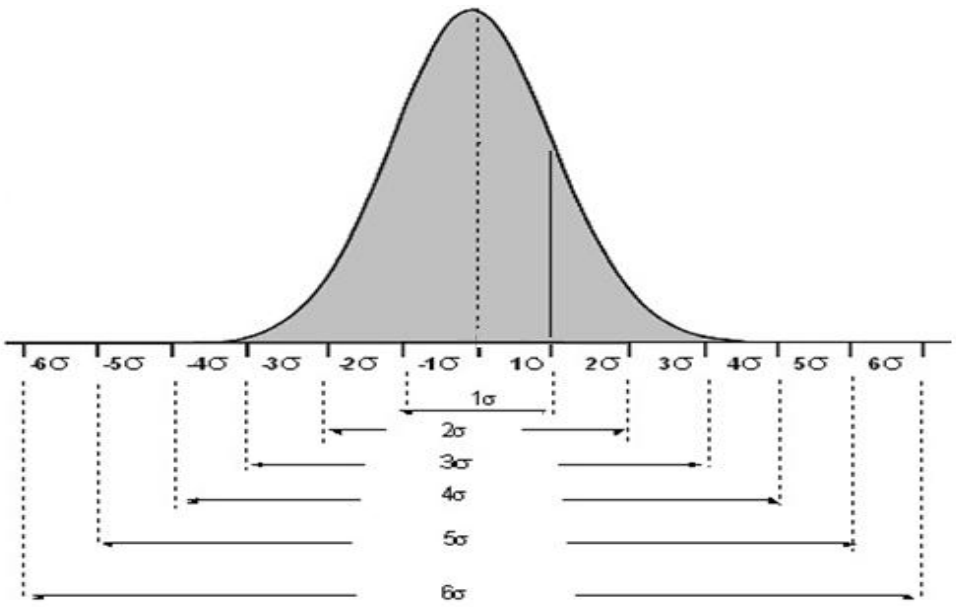
En la grafica 1 se encuentra la curva de desviación estándar respecto a sus valores medio donde se identifican los nivel sigma.

Tabla 1. Nivel Seis Sigma

Nivel σ.	**Defectos Por Millón de Oportunidades.**	**Porcentaje de calidad.**
6	3.4	99.9997%
5	233	99.9767%
4	6210	99.3790%
3	66.807	93.3790%
2	308.537	69.12305%
1	690.000	30.8511%

Fuente: Adaptación realizada por los autores

Grafica 1. Nivel Seis Sigma



Fuente: Propia de los autores

4.1.1 Estructura de los roles de la metodología Seis Sigma. Para lograr crear un compromiso por parte de las personas que desarrollar esta metodología se creó un estructura directiva, en la cual los roles se tomaron de las artes marciales: Líder Ejecutivo, Champions (Campeones o patrocinadores), Master Black Belt (Maestro Cinta Negra o Asesor Senior), Black Belt (Cinta Negra), Green Belt (Cinta Verde), Yellow Belt (Cinta Amarrilla).

Líder de Implementación: Esta persona debe ser profesional, tener experiencia en mejora empresarial. Este líder está por debajo del Líder Ejecutivo.

Champions: Deber tener capacidad para administrar, dedicación a los proyectos. Son los responsables del éxito de los proyectos (Gerentes de Plantas y Gerentes de Área)

Master Black Belt (MBB): Su dedicación a los proyectos Seis Sigma es de un 100%. Son los mentores de los **BB**. Este líder dirige y brinda asesorías a proyectos.

Black Belt (BB): Tiene reconocimiento por el personal por su experiencia y conocimientos, dedican tiempo completo al desarrollo de proyectos Seis Sigma, ya que los desarrollan y asesoran.

Green Belt: El tiempo de dedicación es parcial, realizan trabajos en equipos, atacan los problemas de sus áreas. Pueden ser Ingenieros, analistas financieros.

Yellow Belt: Tiene conocimientos de los problemas, voluntad de cambio.

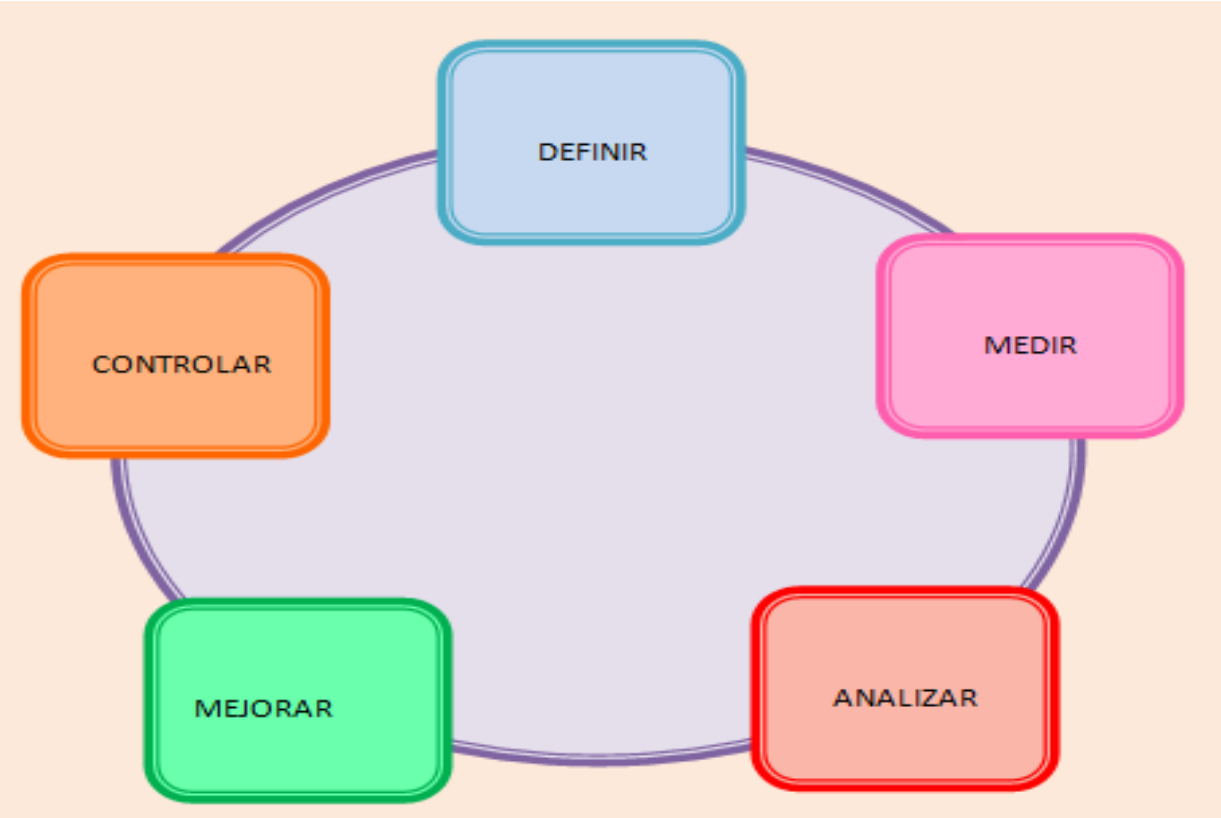
4.2. DEFINICIÓN DEL CICLO DMAMC

Seis Sigma lleva la Calidad a altos niveles de perfección y a diferencias de otras herramientas permite prever y corregir los problemas antes de que se presenten.

La metodología de Seis Sigma se desarrolla a través de los pasos conocidos por sus siglas DMAIC o DMAM, con lo que se busca establecer causas de las variaciones que se presentan en el proceso. El nombre del conocido ciclo **DMAMC** es el resultado de las letras iniciales de los pasos que sigue la metodología, Definir **(D)**, Medir **(M)**, Analizar **(A)**, Mejorar: en inglés Improve que

traduce Mejorar, **(I o M)**, Controlar **(C).** El orden que se debe seguir esta en la **Ilustración 1.**

Ilustración 1 Ciclo DMAMC o DMAIC



Fuente: Propia de los autores

A continuación se especificara las etapas de la metodología DMAMC que se siguen en la realización de un proyecto de mejora Seis Sigma.

DEFINIR (D): En esta primera etapa de definición se enfoca el proyecto. Para lo cual se determinar que inconvenientes o problemas se están presentando y en que área.

En la finalización de esta etapa se debe tener definido varios aspectos como los objetivos, alcances, como medir el éxito beneficios, personal que va intervenir en la ejecución del proyecto, entre otros.

MEDIR (M): Para esta segunda parte lo que se busca es cuantificar la magnitud del problema detectado y para esto se debe entender el flujo del proceso, pasos detallados de su funcionamiento. Se analiza el sistema de medición con el que se cuenta.

Buscando unas mediciones acertadas y confiables se utilizan diferentes herramientas como:

- Mapeo del proceso
- Estudios sobre la repetibilidad, reproductividad
- Medición de la capacidad del proceso
- Diagramas de Pareto
- Diagramas de dispersión
- Diagramas de Ishikawa

ANALIZAR (A): El objetivo principal de esta fase es identificar las causas que están generando los problemas, estas causas deben estar sustentabas con datos reales. Esta parte del ciclo permite entender cómo, porque, cuando, donde se está presentando los motivos de las fallas o errores del proceso.

MEJORAR (M): Luego de tener claramente identificadas las causas de las fallas se proponen e implementan soluciones acertadas que eliminan o reducen las

causas. Para esto se recurre a herramientas como lluvias de ideas, técnicas de creatividad, diseño de experimentos, hojas de verificación, etc. Lo ideal en esta etapa es atacar la causa del problema más no el efecto.

CONTROLAR (C): Esta es la última etapa, una de las más difíciles, pues luego de que la implementación de las mejoras haya funcionado, se debe diseñar un plan que garantice que la permanencia de las mejoran. Este plan debe garantizar que :

- Las acciones de mejora se institucionalicen en el proceso
- Personal involucrado se adapte a los cambios
- Prevención para que no se vuelva presentar el mismo problema

4.3 ESTADO DEL ARTE: IMPLEMENTACIÓN DE SEIS SIGMA

Seis sigma se inició en los años 80”s, utilizada como una estrategia de negocio y mejora continua en la compañía Motorola promovida por el Ingeniero Mikel Harry, el cual proponía evaluar y analizar la variación de los procesos para así mejorarlos.

El principal objetivo de compañía era logra la “**satisfacción total de clientes** (**STC**)”, esta satisfacción está compuesta por calidad Seis Sigma, proceso de administrativo participativa, reducción de tiempos de ciclos. En 1988 Motorola ganó el premio de Baldrige (Premio Nacional de Calidad de Estados unidos). El proceso de implementación lo iniciaron en el año 1981 buscando una mejora

de 10 veces en todos los esfuerzos para satisfacer los clientes durante los primeros 5 años, pero en el 1986 se dieron cuenta que esa meta no era suficiente para hacerle frente al mercado entonces fijaron mejorar la calidad de los productos y los servicios en unas 10 veces más y mínimo unas 100 más para el año 1991. Entre 1987 y el 1991 la tasa promedio de defectos de la Compañía Motorola disminuyo de 6000 partes por millón (ppm) a 40 ppm. Para el año 1992 no alcanzó el nivel Seis Sigma, siguieron mejorando para alcanzarlo.

Con Motorola se dio a conocer esta herramienta para que así otras compañías empezaran a utilizarla como Sony, Texas Instruments, General Electric entre otras.

En el 2003- 2004 en Singapur varias organizaciones de servicios desarrollaron Seis Sigma entre ellas tenemos un hospital, un servicio de consultoría y un servicio de ingeniería de la construcción y afines. Con esta herramienta se puedo identificar variables que intervenían en la calidad permitiendo así para alcanzar mejoras en los sistemas de servicios. Estos alcances se reflejaron en los indicadores de resultados.

Con la filosofía Seis Sigma el mantenimiento se puede utilizar como una estrategia que mejore la calidad de los productos, la eficiencia, la vida útil de los equipos. Esto se aplicó en una empresa de alimentos y bebidas de las PYMES en Malasia. En este estudio se pudo observar que el Mantenimiento Productivo Total (TPM) y la metodología Seis Sigma tienen un gran alineamiento.

Actualmente se ha visto que Seis Sigma comparte objetivo con la herramienta Lean Manufacturing generando una nueva metodología Lean Seis Sigma.

5. METODÓLOGIA

En el proyecto desarrollado el tipo de estudio que se utiliza es de caso (mixto y descriptivo), pues se debe conocer los procesos, sus características, el personal a cargo, además de analizar información de la toma de datos (encuestas, sugerencias, etc.) entre otras. Para iniciar la aplicación de Seis Sigma, luego de tener identificado el problema y teniendo en cuenta la definición especificadas anteriormente se da comienzo al ciclo DMAMC al proceso de soldadura a mejorar.

La fuente de datos con la que se desarrollo el proyecto es experimental, puesto que se realizó un seguimiento estricto a cada etapa del proceso para observar el comportamiento de la variables que en el intervienen.

Para lograr una información acertada del problema que se está presentando con los re- trabajos de soldaduras se debe conocer detalladamente el proceso, sus entradas, sus salidas, quienes intervienen, para ello se procedió a ir al área de soldadura y obtener todos los datos necesarios para el desarrollo del proyecto.

5.1. HERRAMIENTAS E INSTRUMENTAL DE MEDICIÓN

Para obtener los datos y la información necesaria, para conocer las causas de problema se utilizaron algunas herramientas como:

- Encuesta para los operarios
- Diagrama de Ishikawa

- Diagramas de flujos
- Diagramas de Pareto
- Plantillas para documentar las fallas

Luego de recopilar esta información se pasó al análisis, para así poder identificar las causas que están ocasionando los re-procesos en el área de soldadura.

Cuando establecieron definidas las causas que ocasionan los errores, se plantearon e implantaron planes que mejoren o eliminen las estas causas.

Por último se diseñó un procedimiento que permitiera mantener la efectividad de los planes evitando así que se vuelvan a presentar.

6. DIAGNÓSITICO APLICANDO HERRAMIENTAS SEIS SIGMA EN EL AREA DE SOLDADURA DE LA EMPRESA “LOS PINOS”

6.1 DEFINIR

La empresa Los Pinos ocupa un lugar importante en el mercado produciendo y comercializando mobiliario médico, hospitalario, de rehabilitación para ello desarrollan una Cadena de abastecimiento en la cual el principal objetivo es satisfacer al cliente. Dentro de esta cadena en área de Producción se encuentra el proceso Soldadura, donde se llevara a cabo la implementación de Seis Sigma.

Ilustración 2.Cadena de abastecimiento

Fuente: Empresa Metalmecánica Los Pinos, Área de Gestión Técnica.

6.2 Descripción del área y el proceso de soldadura

El área de soldadura cuenta con 10 cabinas, seis (6) se utilizan para la soldadura MIG, dos (2) para la soldadura TIG y dos (2) para la soldadura Autógena (de poco uso). Para la programación de la producción se maneja a través de un software Jobboss. La orden que este genera está ligada a un plano en el cual están especificados todos los materiales e información necesaria para su fabricación como unidades a producir, dimensiones entre otras. Para la ubicación de materiales se tienen áreas debidamente señalizadas y adecuadas de forma que el mismo operario ubique con facilidad las piezas que necesita en su proceso, Pero debido a un tema deficiencia esta es un operario que se encarga de suminístrale a los demás operarios del área los materiales para realizar un trabajo.

El proceso de soldadura inicia desde el momento el operario recibe la orden de producción a través del programa Jobboss para producir las partes básicas de los productos finales como lo son sillas de ruedas, camillas, etc. De inmediato se solicita los materiales necesarios para comenzar con la producción. Cada operario es responsable de su trabajo, está encargado de inspeccionar la calidad del producto terminado con las tablas Militares. Dependiendo de estos resultado si se presenta insatisfacciones en el producto se toman medidas correctivas inmediatas y así poder seguir con la líneas de producción. Si no se presenta ningún inconveniente el lote producido pasa a al área de ensamble donde armarían los productos finales.

En este proceso de soldadura es donde se están presentando mayores inconveniente con los productos entregados, ya que algunos no cumple con las especificaciones requeridas.

Entonces aparecen los productos no conformes, los cuales generan los conocidos re-procesos, estos quedan registrados en unas plantillas de productos no conformes donde debe quedar consignado área responsables, defecto del producto, si requieres re-proceso o si es un desperdicio, si la inconformidad fue por un operario, el nombre del responsable, etc.

El área de Soldadura es una de las principales responsables de los re-procesos de los productos no conformes que reportan el cliente interno: Ensamble.

6.2.1 TIPOS DE SOLDADURAS

Soldadura Mig: es una soldadura conocida también como soldadura MIG/MAG, consiste en mantener un arco entre un electrodo de hilo sólido continuo y la pieza a soldar. El arco, el baño de soldadura se protegen mediante un gas que puede ser activo o inerte.

Soldadura Tig: soldadura con arco de Tungsteno, o con varilla. En esta se utiliza un electrodo de tungsteno, no consumible. El electrodo, el arco y el área que rodea al baño de fusión, están protegidos de la atmósfera por un gas inerte**.** Son soldaduras limpias y de calidad ya que no produce escoria.

Soldadura Autógena: Es una soldadura por fusión también se conoce como soldadura oxi-combustible u oxiacetilénica. La combustión se realiza por la mezcla de acetileno y oxígeno que arden a la salida de una boquilla (soplete).

Luego de conocer el tipo de soldadura que se utiliza, se presentara una lista de los materiales de acuerdo al tipo de soldadura en la Tabla 2.

Tabla 1 Materiales para el área de Soldadura

SOLDADURA MIG	ACERO 12L14
	ACERO 1016
	LAMINA HR
	TUBERIA ACERO AL CARBON
	TUBERIA SCHEDULLE 40 Y 80
	TUBERIA PTS
	PLATINA ACERO AL CARBON
SOLDADURA TIG	ACERO 12L14
	ACERO 1016
	LAMINA HR
	TUBERIA ACERO AL CARBON
	LAMINA, PLATINA, EJE Y ANGULOS EN ACERO INOXIDABLE
SOLDADURA AUTOGENA	ACERO 12L14
	ACERO 1016
	LAMINA HR
	TUBERIA ACERO AL CARBON
	BRONCE
	ACERO PLATA

Fuente: Empresa Metalmecánica Los Pinos, Área de Gestión Técnica.

6.3 MEDIR

Las inconformidades que se presentan en el área de ensamble por los productos no conformes provenientes del área de soldadura se están generan muchos Re-procesos los cuales tienen un valor significativo para la empresa, debido a esta situación que afecta directamente el área de soldadura se decidieron las diferentes actividades que se llevaran a cabo para identificar las posibles causas de estos re-procesos. A continuación se presentaran una breve descripción de las actividades.

Presentación de la Metodología 6Sigma al Personal Operativo:

Se da a conocer a los operarios del área el proyecto ¿Qué es? ¿Qué se quiere lograr con esta implementación? ¿Cómo se hará?

Encuesta a los operarios:

Con estas encuesta se busca conocer que tan comprometido está el personal operativo con su trabajo. Ver anexo A

Plantillas de incidencias:

Mediante uso de plantillas se busca que los empleados identifiquen, enumeren las fallas que se están presentando a realizar sus labores (estas fallas no dependen de los operarios, como por ejemplo datos erróneos en medidas, retrasos por los materiales). Ver anexo B

Diagrama de Ishikawa:

Con este diagrama se hará un estudio profundo sobre los problemas y las posibles causas que se están presentando en el área. El diagrama que se desarrollara con base a los problemas resultantes de las plantillas.

Técnicas de Grupos Nominal:

El grupo estará conformados por los operarios de los diferentes turnos. A las causas resultantes del diagrama de Ishikawa se les asignara un orden de acuerdo con su importancia (1 = menos importante , 4 = muy importante.),Con esto se quiere observar la jerarquía de las causas en el proceso desde el punto de vista de los operarios.

Lluvia de Ideas (Brainstorm):

Se reunirá todo el personal involucrado en proyecto para exponer todas inquietudes, inconvenientes que impidan un excelente desarrollo de la eficacia en el área. También se buscaran soluciones acertada a los problemas planteados.

Diagrama de Pareto:

Luego de recolectar la información generada por empleados se procede a indagar en el proceso con el fin de identificar claramente cuando y con frecuencia se presentan las causas, los incidentes a la hora de ejecutar la operación de soldadura. Así mismo permite encontrar otras fallas de las que no se tenía

conocimiento. Para realizar estos diagramas se llenaran unas Hojas de Verificación

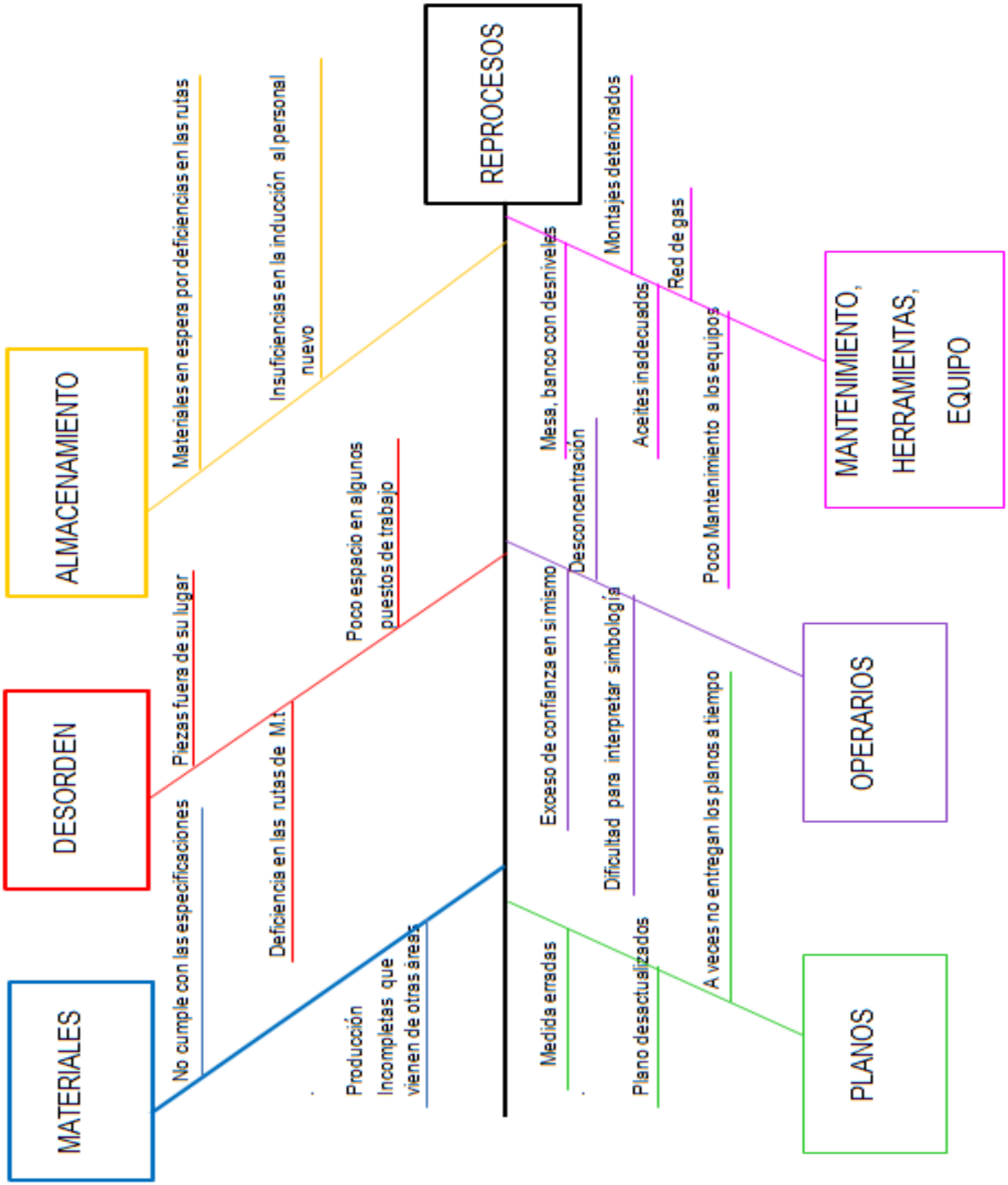
Hojas de Verificación:

Recolecta las irregularidad y así poder de definir la frecuencia con que ocurren, en que turnos, etc. Después de una capitación a los operarios se entregaran Hojas de Verificación, para que durante una semana hiciesen este seguimiento en los diferentes turnos. Ver Anexos C

6.4. ANALIZAR

Después de desarrollar las diferentes actividades dentro del área de Soldadura se procedió con el respectivo análisis de cada una de las actividades realizadas. La primer actividad que se llevo a cabo fue la entrevista con la cual se puedo detectar una falencia en los operarios en la parte conocimientos de la empresa, como la misión, la visión, nivel de estudios mínimos, pocas capacitaciones. Luego se realizo Brainstorm o lluvia de ideas. Participaron once (11) operarios, un (1) directivo y las personas encargadas del proyecto. Esta lluvia de ideas de fue muy productiva ya que salieron a flote por las diferentes partes las diversas inquietudes, inconformidades y algunas posibles causas de re-procesos. Partiendo de allí se obtuvo el siguiente Diagrama Ishikawa. Ver Ilustración 3

Ilustración 3 Diagrama de Ishikawa



El diagrama de Ishikawa que se desarrolló fue el de estratificación o enumeración de causas, el cual permite identificar cuáles son las causas principales, pero sin agrupar de acuerdo con el método de las **6M.** En este se muestran los grupos con las diferentes causas que se recopila.

Esta herramienta fue eficaz para poder clasificar en diferentes grupos las posibles causas que se obtuvieron en la “lluvia de ideas” realizada con el personal involucrado en el área y con el acompañamiento un directivo. Mientras las personas responsables del proyecto coordinan la sesión, que se llevo a cabo en una hora aproximadamente. A continuación se presenta los grupos seleccionados:

- Materiales
- Desorden
- Planos
- Operario
- Almacenamiento
- Mantenimiento, herramientas, equipos

Cada una de estos grupos tienes sus posibles causas las cuales se detallan en el diagrama que aparece en la Ilustración 3.

Tabla 2 Técnica de Grupo Nominal

OPERARI0 / CAUSA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
MATERIALES	3	3	3	3	3	2	2	3	2	3	3	3	**33**
DESORDEN	3	2	3	3	2	1	3	3	3	2	2	3	30
MONTAJES	3	3	3	2	3	2		3	2	3	3	3	30
ALMACENAMIENTO	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	2	3	30
MANTENIMIENTO	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	**34**
PLANOS	3		3	3		3	2	3	2	3	2	3	27
HERRAMIENTAS	3		3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	**31**

La “técnica de grupo Nominal” es una estrategia que se desarrollo luego de tener el diagrama de Ishikawa, pues se debe tener claramente identificado por grupos las causa que se desean priorizar.

Esta técnica busca darle un nivel de importancia a cada una de las causas identificada. La particularidad de esta herramienta es que se cada participante le da el nivel de importancia. Esto es de manera reservada, no como otras técnica que sea hacen a la luz pública. Después que se tienen todos los resultados de los votos de cada uno, se procede a hacer la sumatoria de los votos que tuvieron cada grupo de causa.

La escala del nivel de importancia que manejo en esta ocasión es de 1 a 4; Siendo **1 = Menos Importante**, **4= Muy Importante**.

En tabla 3 se presenta el resultado. Los tres puntajes más altos serán las causas de mayor relevancia. Aquí se presenta una breve explicación de sobre el análisis de los resultados. La causa MONTAJES tiene un total 30 puntos, Mientras MATERIALES tiene un total de 33 puntos. Entonces MATERIALES tiene una mayor importancia durante el proceso que MONTAJES.

En la Técnica de Grupo Nominal se obtuvieron los tres puntajes más altos MANTENIMIENTO con 34 puntos, MATERIALES con 33 puntos y HERRAMIENTAS con 31 puntos. Por ende estas son las causas de mayor importancia en los re-procesos del área de soldadura según la elección de los operarios.

El Diagrama de Pareto fue herramienta que permitió identificar las posibles causas de los re-procesos en el área de Soldadura .para ello se realizaron dos diagramas uno para las causas de los productos No Conforme. (Ver **Tabla 2**, **Grafica 1)** y otro para las Hojas de Verificación (ver **Tabla 3, Grafica 2)**

Diagrama de Pareto para las posibles causas de los Reproceso de área

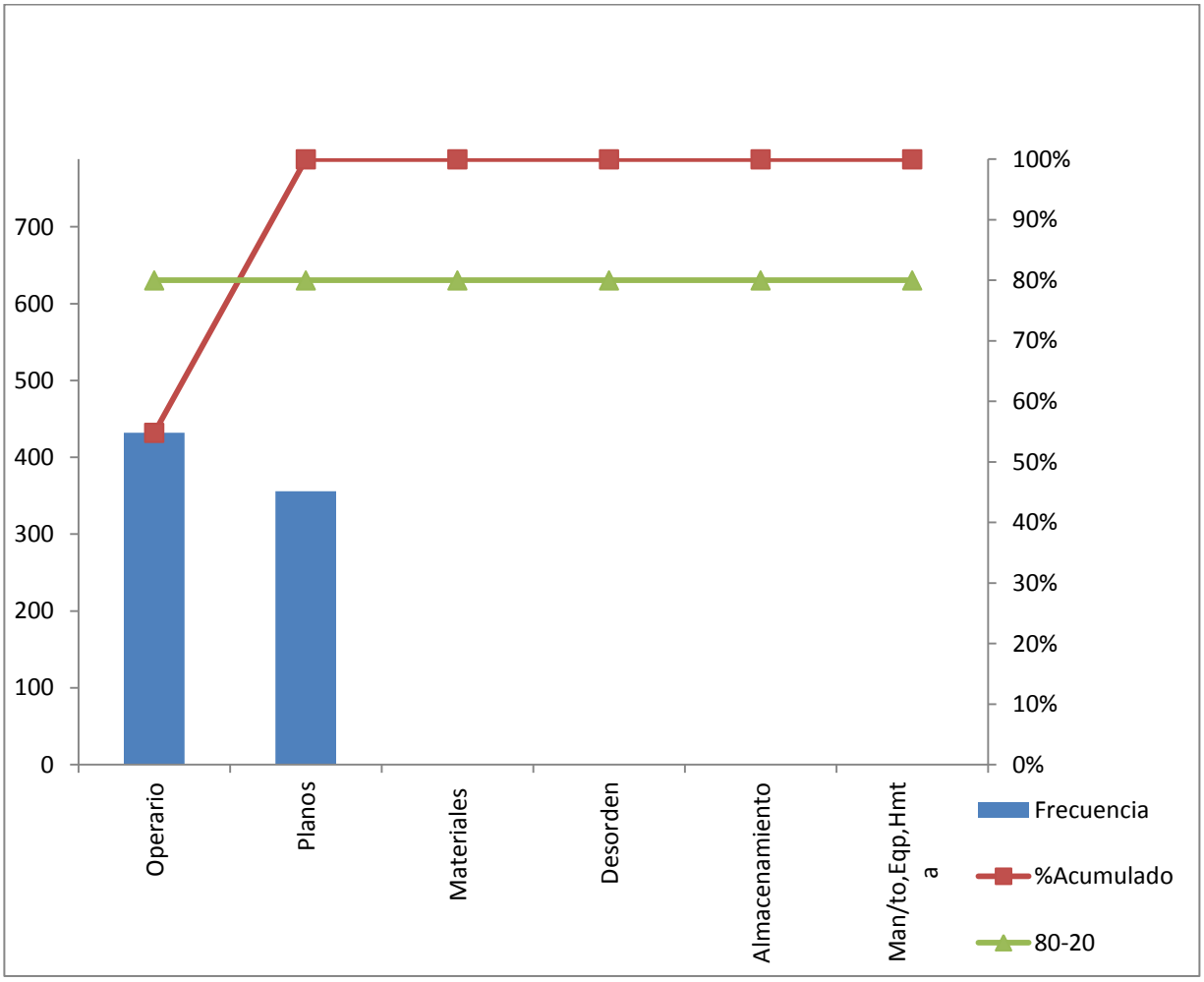
Info: No conforme

Periodo: 01 / 2012

Tabla 3 Productos No Conformes

Causas de Reproceso	Frecuencia	Frecuencia de Ocurrencia.C/d	Porcentaje Acumulado	Frecuencia Acumulada.	80/20
Operario	432	55%	55%	432	80%
Planos	356	45%	100%	788	80%
Materiales	0	0%	100%	788	80%
Desorden	0	0%	100%	788	80%
Almacenamiento	0	0%	100%	788	80%
Man/to,Eqp,H/mta	0	0%	100%	788	80%
Total	788				

Grafica 2. Diagrama de Pareto: No conformidades



Los Pinos en el área de calidad llevan un control sobre la información de los resultados de las pruebas de calidad que se le realizan los productos. También los re-procesados con el mayor detalle posible como área, defecto, causa, re-proceso, la fecha, cantidad entre otras. Esta información es suministrada por varios canales. Para el área de Soldadura los supervisores y los operarios son los principales autores de esta documentación, pues son quienes realizan las pruebas de calidad los productos.

Con la información obtenida de los archivos de productos no conformes recolectados por el área de calidad de la empresa Los Pinos se realizó el diagrama de Pareto con las posibles causas de los re-procesos; fallas por los operarios, planos, materiales, desorden, almacenamiento, mantenimiento, equipos, herramientas.

En la **Tabla 4** aparecen las fallas inicialmente identificadas en el proyecto con las frecuencias con que se presentaban durante los 5 primeros meses del año 2012 (enero- Mayo). También la Frecuencia de Ocurrencia. C/d, Porcentaje Acumulado, Frecuencia Acumulada, 80-20 que son datos necesarios para obtener la **Grafica 1** donde se visualiza cuáles son las causa de mayor influencia en el proceso.

Luego de graficar los datos de la **Tabla 4** se observa en la **Grafica 1** que las causas de mayor relevancia son por operarios y planos ya que tienen las mayores frecuencias de ocurrencia.

Diagrama de Pareto para las posibles causas de los Reproceso de área

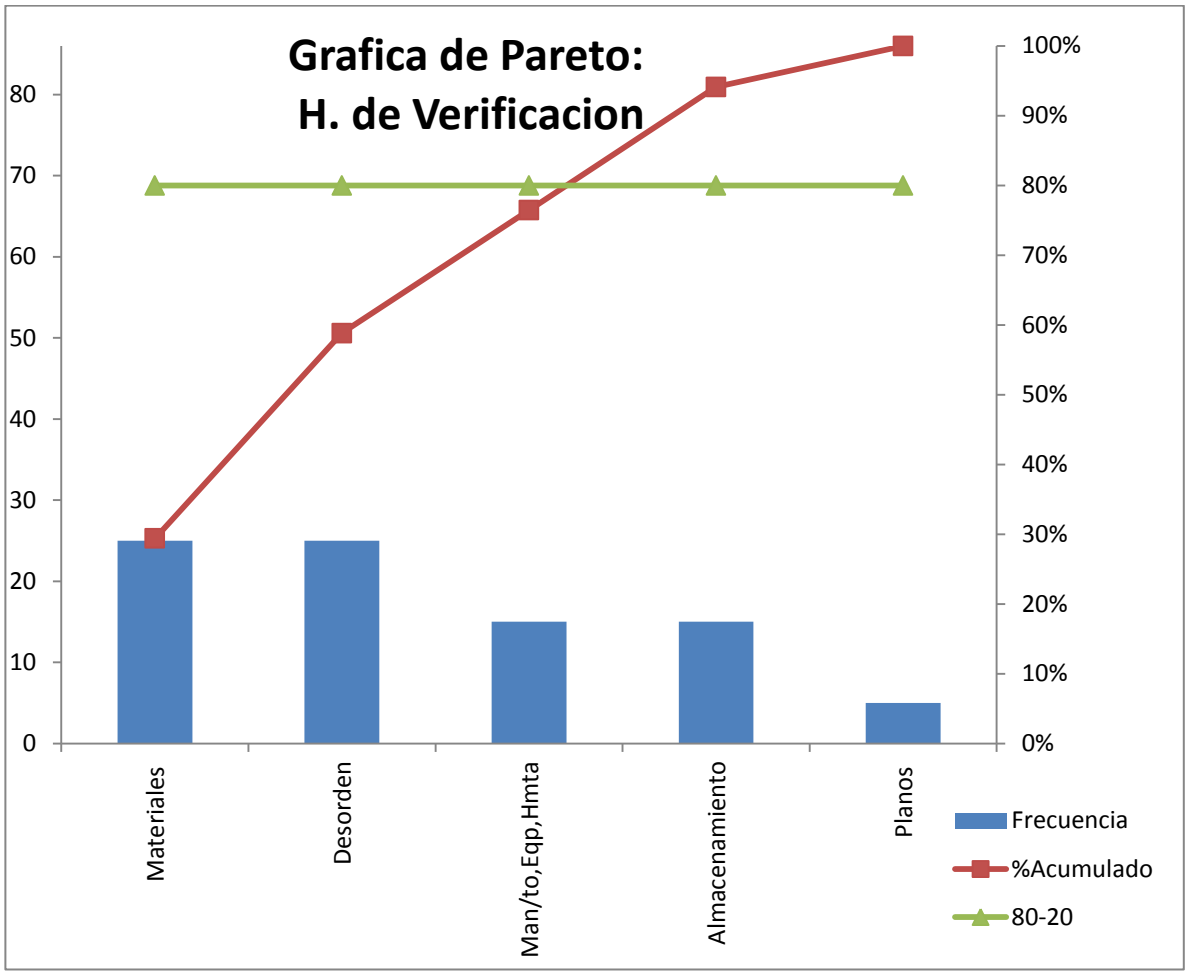
Info: Hojas de Verificación.

Periodo: 01 / 2012

Tabla 4 Hojas de Verificación

Causas de Reproceso	Frecuencia	Frecuencia de ocurrencia C/d	% Acumulado	Frecuencia Acum.	80-20
Materiales	25	29%	29%	25	80%
Desorden	25	29%	59%	50	80%
Man/to,Eqp,H/mta	15	18%	76%	65	80%
Almacenamiento	15	18%	94%	80	80%
Planos	5	6%	100%	85	80%
Total	**85**				

Grafica 3. **Diagrama de Pareto: Hojas de Verificación**



La información recolectada en las Hojas de Verificaciones que diligenciaron los operarios del área de soldadura que contenían las posibles caucas de reprocesos; Desorden, Mantenimiento, Equipo, Herramienta, Almacenamiento, Planos.

La frecuencia con que se presentan los defectos se consignaron en la **Tabla 5** junto con los demás datos que necesita para generar la **Grafica 2** (Diagrama de Pareto), Se puede observar que las causas de mayores incidencias en el proceso de Soldadura son Materiales, Desorden, pero de estas dos Materiales sería la de las causas de los re-procesos.

Cabe anotar que aunque las Hojas de Verificación fueron diligenciados por los operarios se asume que existen un margen de error en ellas pues algunos no la diligenciaron completamente.

Como resultado de los análisis de las herramientas mencionadas anteriormente se obtuvieron como causas las siguientes:

- Fallas por parte de los operarios
- Planos
- Materiales
- Mantenimiento/Equipos/Herramientas

6.5 MEJORAR

Para exponer soluciones efectivas y equitativas se dividió en dos parte el plan de mejora, ya que los re-procesos se presentan por fallas en el puesto de trabajo (Herramientas, equipos, planos, etc.) y por las fallas que comenten los operarios a la hora de realizar sus labores.

La primera parte del plan de mejora va dirigido a los operarios y la segunda a realizar mejorar en el lugar de trabajo.

Mejoras a implementar con los operarios:

- Crear unos espacios cada 15 días de 15 min para evaluar el rendimiento del área de Soldadura durante la ejecución del plan de Mejoras
- Capacitaciones
- Aumentar niveles de estudios
- Con apoyo el Recursos Humano o con otros profesionales (Psicólogos) para plantear estrategias que mejoren Cultura Organizacional de los empleados y aumentar el compromiso, concentración de los Operarios entre otros.

Mejoras a desarrollar dentro del puesto de trabajo en el área de soldadura:

- ❖ Materiales:

Objetivo:

Identificar las áreas que entregan materiales que no cumplen las especificaciones requerida, para lograr un mayor control.

Actividad:

Recolectar esta información en los formatos de Productos No Conformes

- Área
- Falla del material
- Cantidad de material
- Si es posible describir el por qué se generaría un reproceso con esta falla

- ❖ Planos:

Objetivo:

- Lograr que en área de soldadura no haya diferente planos de un mismo producto.
- Verificar información y estado de los planos
- Conseguir que los trabajador pueda interpretar correcta los planos

Actividad:

- El área de gestión tomo algunas medidas para lograr que solo estuvieras el último plano actualizado. Para ello le colocan un sello al plano.
- Capacitaciones a los operarios sobre la simbología y lectura de planos.

❖ Mantenimiento- Herramientas-Equipo

Objetivo:

- Revisar espacio, estado y materiales con los que cuentan los operarios para realizar su trabajo
- Garantizar que periódicamente se ejecute mantenimiento preventivo
- Lograr que los operarios puedan realizar mantenimiento de primer grado

Actividad:

- Revisión de los puestos de trabajos
- Verificar el plan de mantenimiento y lograr que se cumpla periódicamente
- Capacitar el personal operativo para ellos mismos realicen mantenimientos de poca dificultad.

6.6. CONTROLAR

Cuando se trata de llevar el control un procedimiento o proceso se debe plantear unas series de actividades para en determinados periodos, en los cual el seguimiento que se realice garantice la efectividad del plan de mejora en ejecución.

Para garantizar que las mejorar a desarrollar en el área Soldadura de la empresa Los Pinos cumpla con los objetivos y que se pueda controlar se diligenciaran formatos o plantillas por parte del supervisor y operarios del área donde se puedan contabilizar los re-proceso que se generen.

Para el seguimiento este se hará de forma semanal, analizando además el comportamiento de las causas de los re-procesos obtenidas en el diagnostico del proyecto.

Otra medida el control es llevar es la frecuencia con que se presentan los defectos. También los indicadores de Productos No Conformes para luego hacer cuadros comparativos y ver que tanto han disminuido los reproceso con los datos que se obtuvieron al inicio del proyecto.

Si por algún motivo los resultados del plan son desfavorables se procede con la toma decisiones para re-direccionar el plan de acción implementado y tomar acciones correctivas.

7. CONCLUSIONES

- Con la implementación de Seis Sigma la empresa Los Pinos brinda una oportunidades claras para la reducción de los re-procesos, disminuir inconformidades por parte de los clientes internos.
- Tener un control sobre el plan de mejora a implementar y que se puede hacer comparativos en los tiempos ya sea de una semana, meses, con el fin de tomar decisiones correctivas, y tener a futuro un plan de contingencia.
- Mediante la utilización de la Herramienta de Mejora Continua Seis Sigma se logró identificar algunas de las causas que generan re-procesos en el área de Soldadura de la empresa "Los Pinos".
- Luego de analizar las causas encontradas se propuso un plan de mejora para contrarrestar estas causas.
- Dentro del área se pudo observar la importancia que tiene la cultura de los empleados a la hora de realizar sus labores.
- Los re-procesos son también causas de la falta de capacitación, capacitar significa mejorar los procesos, además de que potencializa las capacidades de los empleados y la toma de decisiones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ESCALANTE, E. Seis Sigma: Metodología y Técnicas, 2009.

GUTIÉRREZ, H. DE LA VARA, R. Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma, 2011.

PANDE, P.S, HOLPP, L. What is Six Sigma, 2002.

CHAKRABARTY, A. Conference Publications, de http://ieeexplore.ieee.or, 2008

SEOW, C. Conference Publications, de http://ieeexplore.ieee.or, 2006

ANTHONY, J. Emeraldinsigh. Recuperado el 26 de Noviembre de 2012, de emeraldinsigh:http://www.emeraldinsight.com/journals.htm?articleid=842118&show=abstract

PLEGUEZUELOS, C. T. (21 de Noviembre de 2011). Aiteco. Recuperado el 26 de Noviembre de 2012, de Aiteco: http://www.aiteco.com/tecnica-de-grupo-nominal/

ANEXOS A

ENCUESTA A OPERARIOS
AREA DE SOLDADURA
"Los Pinos"

Fechas: __ / __ / __

Nombre: _____ **Turno:** _____

Supervisor:_____

1. A continuación encontrara una serie de preguntas abiertas a las cuales debe darle respuesta en los espacios señalados. Cada respuesta debe estar justificada.

1.1 ¿Qué espera la empresa de usted?_____
_____
_____

1.2 ¿Conoce la misión, visión o alguna política de calidad de la organización?
_____
_____
_____

1.3 ¿Le proporciona una estabilidad laboral la compañía?_____
_____

1.4 ¿Siente un ambiente ameno, agradable en su área?_____
_____
_____

1.5 ¿Cree que es el máximo rendimiento que puede dar en su encargo?
_____
_____

1.6 ¿A la hora de enfrentar algún problema en primera instancia a quien se dirige? _____

_____

1.7 ¿Qué factores personales influyen para su permanencia en la compañía? _____

_____

1.8 ¿Según sus expectativas cual es el tiempo promedio que quisiera estar en la empresa? _____

_____

1.9 ¿Ha recibido capacitaciones los últimos seis meses? ¿Cuántas? ¿Le interesaría recibir?

_____

_____

1.10 ¿Estaría interesado en aumentar su nivel de estudio?

_____

_____

1 Las siguientes preguntas se les dará respuesta de acuerdo al nivel de importancia que tenga para usted. El nivel debe marcarlo con una **X**.

1: Deficiente; Nunca

2: Regular; Poco

3: Bueno; Muchas

4: Excelente Casi siempre

	1	2	3	4
2.1 Los espacios para expresar opiniones, sugerencias				
2.2 Utiliza las diferentes eventualidades para mejorar su labor				
2.3 Percibe alguna clase de apoyo cuando se presenta un incidente				
2.4 Comenta con personas ajena a la compañía sus experiencias laborales.				
2.5 Las motivaciones ayudan a mejorar su desempeño.				
2.6 ¿Qué tipo de relaciones mantiene con sus compañeros de trabajo?				
2.7 Las capacitaciones incrementan la eficiencia de su trabajo				

ANEXO B

PLANTILLA DE INCIDENCIAS
ÁREA DE SOLDADURA

PLANTILLA DE INCIDENCIAS		
Plantilla 2	**Área :** Soldadura	**Fecha**: d / m / a
Operario:		**Turno :**
Supervisor:		**Tipo de soldadura :**
Incidencia	**Descripción**	
•		
•		
•		
•		
•		
•		
•		

ANEXO C

HOJA DE VERIFICACION
AREA DE SOLDAURA

Hoja de Verificación		
Hoja: 1	**Área :** Soldadura	**Fecha**: d / m / a
Operario:		**Turno :**
Supervisor:		**Tipo de soldadura :**

Causa		**Frecuencia**
Materiales:	No disponible (Producción incompletas en el área de soldadura)	
	Malos Cortes	
	Malos Dobles	
	Mal Troquelado	
	Sin Pulir	
Desorden:	Dejar piezas fuera de su lugar	
	Rutas mal definidas de los materiales	
	Piezas sobrantes	
	Personal de otras áreas generando desorden	
	El Personal nuevo poca inducción del área.(no conocen bien el área)	
Almacenamiento:	Piezas sin terminar por producción incompleta de otra área	
	Poco espacio para producción en proceso	
Planos:	No entregan a tiempo los planos	
	Planos desactualizado	
	Dificultad con la Simbología	
	Medidas erradas	
	Incompletos(Falta de cotas)	
	Poco legibles (Borrosos, letras	
	Pequeñas, tachones)	
	Muy cargados de Información	
Equipos y herramientas:	Red de Gas(deficiencia, ausencia)	
	Mesa, Banco de trabajo desniveladas	
	Antorchas con cortos	
	Montajes Deteriorados	

GLOSARIO

SIX SIGMA; 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 (DPMO), entendiéndose como defecto cualquier evento en que un producto o servicio no logra cumplir los requisitos del cliente. (Antony)

BRAINSTORMING: Es una herramienta de trabajo grupal que permite encontrar soluciones acertadas para los problemas que generar la reunión.

TPM: Es una herramienta de mejora con la cual se logra la continuidad de la operación, en los equipos; introduciendo conceptos como cero defectos, prevención entre otras.

POKA YOKE: Errores inadvertidos-evitar, mecanismos a prueba de errores. Son métodos que evitan los errores humanos en los procesos antes que se conviertan en defectos (se busca realizar inspecciones al 100%), aseguran la calidad en cada puesto de trabajo.

LA TÉCNICA DE GRUPO NOMINAL: introducida por Delbecq y Van de Ven (Delbecq y Van de Ven, 1971) y desarrollada por estos. Es una técnica creativa empleada para facilitar la generación de ideas y el análisis de problemas. Este análisis se lleva a cabo de un modo altamente estructurado, permitiendo que al final de la reunión se alcancen un buen número de conclusiones sobre las cuestiones planteadas. (Pleguezuelos, 2011)