

# **UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA**

## **BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Proyecto de graduación para optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería  
Industrial

**Propuesta e implementación de la estandarización del proceso productivo  
para la reducción de rechazos en el departamento de AF de la empresa WML  
(Industria Médica) de octubre 2016 a febrero 2017**

Estudiante

Wendy Mayorga López

Tutor

Anthony Esteban Beita Navarro

Mayo, 2017

## Índice general

Índice general.....	ii
Índice de figuras.....	v
Índice de gráficos.....	vi
Índice de tablas.....	vii
Índice de Anexos.....	viii
<b>CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Introducción al Tema del Proyecto.....	2
1.2 Antecedentes del contexto de la empresa.....	3
1.3 Problematización.....	4
1.4 Justificación del Proyecto.....	5
1.5 Definición del Problema.....	6
1.6 Objetivo General y Específicos.....	8
1.6.1 Objetivo General.....	8
1.6.2 Objetivos Específicos.....	8
1.7 Alcance y Limitaciones.....	9
1.7.1 Alcances.....	9
1.7.2 Limitaciones.....	10
<b>CAPÍTULO II MARCO CONCEPTUAL-TÉCNICO.....</b>	<b>11</b>
2.1 Reseña de la Organización.....	12
2.1.1 Visión.....	12
2.1.2 Misión.....	12
2.1.3 Valores.....	12
2.1.4 Política de Calidad Corporativa.....	12
2.1.5 Organigrama de la Empresa.....	13
2.2 Marco Conceptual-Técnico.....	13
2.2.1 Diagrama de Pareto.....	14
2.2.2 Diagrama de Causa-Efecto.....	14
2.2.3 Diagrama de Gantt.....	16
2.2.4 El Método DMAIC de seis Sigmas para el Mejoramiento.....	16

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO.....	20
3.1 Metodología Para La Definición Del Problema .....	21
3.1.1 Clasificación y Alcance del Proyecto .....	21
3.1.2 Clasificación del marco de proyecto y la condición en que se hará.....	21
3.1.3 Naturaleza y Carácter del Proyecto.....	22
3.4 Sujetos y Fuentes de Información.....	24
CAPÍTULO IV DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	26
4.1. Descripción del Proceso de Manufactura de Catéteres de Diagnóstico Médico .....	27
4.1.2 Proceso de subensamble.....	27
4.1.3 Proceso de Ensamble Final.....	28
4.2 Diagnóstico Actual Del Proceso Productivo .....	31
3.2.1 Herramienta de los 5 Porque .....	40
4.3.2 Costos de mano de obra .....	56
4.2.4 Costos de mano de obra directa .....	56
4.3.5 Horas Extras por Re-Trabajo: .....	57
4.4 Deducciones Generales del Diagnóstico Actual del Proceso de mano factura de Catéteres de Diagnostico Médicos .....	59
CAPITULO V	PROPUESTAS DE IMPLEMENTACIÓN .....
5.1.1 Planificación .....	62
5.1.2 Descripción De Las Propuestas De Implementación.....	63
5.2 Implementación De La Propuesta En El Departamento AF.....	64
5.2.1 Objetivos de las Propuestas de Implementación.....	64
5.2.2 Descripción de la Propuesta de Implementación de Variabilidad del proceso.....	65
5.2.3. Descripción de la Propuesta de Implementación de Variabilidad de Inspección .....	71
5.2.4 Descripción de la Propuesta de Implementación de Falta de Inspección previa.....	73
5.4.5 Descripción de la Propuesta de Implementación de Falta de Capacitación .....	75
5.3 Análisis Costo Beneficio De Todas Las Mejoras Propuestas .....	76
5.3.1Análisis de las propuestas implementadas hasta el mes de febrero 2017 .....	77
5.3.2 Análisis de Rendimiento De Las Mejoras Implementadas Durante El Período Octubre 2016-Febrero 2017.....	79
5.3.3 Análisis de Costo Beneficio en la disminución del Rechazos .....	80
5.3.4 Costo Análisis beneficio en Horas Extras.....	82
5.3.5 Análisis Costo Beneficio de Todas las Mejoras Propuestas.....	83

CAPÍTULO VI	CONCLUSIONES .....	85
6.1 Conclusiones.....		86
6.2 Recomendaciones Propuestas .....		87
Bibliografía .....		88
ANEXOS .....		90
Anexo 1 Implementación de estandarización de procedimiento .....		91
.....		91
1.1 Etapa 1: subensamble del tubo / resorte / electrodo.....		91
Anexo 2 Acciones del start up AF.....		100
Anexo 3 Plan de acción de mejora continua .....		101
Anexo 4 Porcentaje de Yield .....		102
Anexo 5 Porcentaje de Yield actual.....		103

## Índice de figuras

Figura 1 Organigrama de WML (industria médica).....	13
Figura 2 Proceso de metodología DMAIC.....	19
Figura 3 Clasificación mega, macro y micro.....	21
Figura 4 Herramienta de los 5 Porqués .....	41
Figura 5 Diagrama de Ishikawa .....	44
Figura 6 Plan de Implementación de la Propuesta selección .....	62
Figura 7 Ejemplo de implantación .....	67
Figura 8 Ejemplo de implantación.....	67
Figura 9 Mejoras en variabilidad del proceso.....	68
Figura 10 Evidencia de implantación de la propuesta .....	74

## Índice de gráficos

Grafico N° 1 Porcentajes de rechazos mensuales del periodo de julio - noviembre 2016 .....	7
Grafico N° 2 Aumento de unidades rechazadas de enero a noviembre 2016 .....	32
Grafico N° 3 Diagrama de Pareto de las unidades Rechazadas del Periodo de julio a noviembre 2016.....	33
Grafico N° 4 Diagrama de Pareto de los Rechazos Encontrados en Semana 1-2 de enero 2017 ....	35
Grafico N° 5 Diagrama de Pareto de los rechazos de R01-B encontrados en semana 1 -2 de enero 2017.....	38
Grafico N° 6 Diagrama de Preno de numero de incidencias de las causas .....	50
Grafico N° 7 Porcentajes de rechazos de 5 semanas del año 2017 .....	78
Grafico N° 8 Datos histórico del rendimiento del departamento AF del periodo de Julio- Noviembre 2016.....	80
Grafico N° 9 Análisis mensual de los Costos del año 2016 y Costo de febrero 2017.....	81
Grafico N° 10 Análisis mensual horas extras en el año 2016 y febrero 2017 .....	82

## Índice de tablas

<b>Tabla 1 Tipos de Rechazos de R23DT .....</b>	<b>34</b>
<b>Tabla 2 Tipos de Rechazos de R01-B .....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 3 Método Ponderado de las Causas del Diagrama de Ishikawa .....</b>	<b>51</b>
<b>Tabla 4 Estimación de Salarios por Hora de Empleados de WML (Industria Médica). .....</b>	<b>53</b>
<b>Tabla 5 Costos por unidades .....</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 6 Clasificación de las causa .....</b>	<b>55</b>
<b>Tabla 7 Costo de unidad rechazada .....</b>	<b>55</b>
<b>Tabla 8 Costo de Mano de Obra directa de las unidades rechazadas durante los meses de julio a noviembre 2016 .....</b>	<b>57</b>
<b>Tabla 9 Horas extras.....</b>	<b>58</b>
<b>Tabla 10 Costo de Horas extras.....</b>	<b>58</b>
<b>Tabla 11 Costo Total de Mano de obra.....</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 12 Descripción de las propuestas de Implementación .....</b>	<b>63</b>
<b>Tabla 13 Actividades e implementación Variabilidad de Inspección .....</b>	<b>70</b>
<b>Tabla 14 Actividades e implementación Variabilidad de Inspección .....</b>	<b>72</b>
<b>Tabla 15 Actividades e implementación de Inspección previa.....</b>	<b>75</b>
<b>Tabla 16 Actividades e implementación Capacitación de personal .....</b>	<b>76</b>
<b>Tabla 17 Resumen de los costos totales de la implementación de las mejoras propuestas en este proyecto .....</b>	<b>77</b>
<b>Tabla 18 Costo de unidades rechazadas .....</b>	<b>79</b>
<b>Tabla 19 Ahorro anual aproximado en los costos por rechazos antes de las mejoras promedios anuales después de la implementación de las mejoras.....</b>	<b>81</b>
<b>Tabla 20 Comparación de las horas extras antes después de las mejoras.....</b>	<b>83</b>
<b>Tabla 21 Análisis Costo Beneficio de todas las mejoras propuestas para la empresa WML (Industria Medica).....</b>	<b>83</b>

## Índice de Anexos

Anexo 1 Implementación de estandarización de procedimiento .....	91
Anexo 2 Acciones del start up AF .....	100
Anexo 3 Plan de acción de mejora continua .....	101
Anexo 4 Porcentaje de Yield .....	102
Anexo 5 Porcentaje de Yield actual.....	103
Anexo 6 Recolección de datos de características de rechazos .....	104
Anexo 7 Registro de asistencia de entrenamiento .....	106
Anexo 8 Minuta de reunión .....	108
Anexo 9 Formulario de unidades rechazadas .....	109

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

## 1.1 Introducción al Tema del Proyecto

La Industria Médica en su desarrollo con los años ha implementado diversos proyectos y métodos, para mejorar la calidad en sus productos, así como desarrollar mecanismos en los cuales la fabricación del producto sea más eficiente, evitando errores en el proceso, con el mejor costo para la empresa y cumpliendo con la expectativa del cliente.

El presente proyecto pretende mejorar la productividad, del departamento AF<sup>1</sup> ya que, actualmente dicho departamento presenta un aumento en las unidades defectuosas, generando pérdidas económicas para la empresa. La empresa tiene como finalidad obtener unidades de excelente calidad que permita ingresar al mercado, generando ganancias económicas, este departamento no está cumpliendo con el rendimiento establecido por gerencia. La empresa se ha caracterizado por cumplir las expectativas del cliente, logrando credibilidad en el mercado por lo que es de vital importancia para la empresa mejorar la productividad en dicho departamento. Además, la empresa se rige por normas regulatorias por lo que el incumplimiento afectaría la credibilidad de la empresa en el mercado.

Como la finalidad del proyecto es disminuir la cantidad de rechazos del departamento AF que genera el incumplimiento de los indicadores de calidad,

Se diseñan mejoras e implementación en el procedimiento de manufactura a corto plazo con el objetivo de aumentar el Yield<sup>2</sup>, logrando alcanzar la eficiencia requerida por la gerencia.

Es necesario evaluar la situación actual de proceso, analizar los principales defectos que ocurren en el departamento AF, así como las posibles causas. Para proponer los mejores escenarios se realizará bajo la metodología DMAIC utilizando diversas

---

<sup>1</sup> Se denomina AF el nombre que llevara el departamento donde se realizara el proyecto por motivos de confidencialidad.

<sup>2</sup> Rendimiento proporcional de los beneficios de una actividad económica

herramientas relacionadas con la ingeniería industrial como, por ejemplo, Diagramas de flujo, de Pareto e Ishikawa, entre otros.

## 1.2 Antecedentes del contexto de la empresa

La compañía WML (Industria Médica) tiene sus inicios en Costa Rica en el año 2010, en la zona franca El Coyol, siendo la pionera de la industria cardiovascular en Costa Rica. Entre sus principales líneas de productos están los equipos y dispositivos utilizados por los médicos especialistas en padecimientos del corazón para procesos quirúrgicos invasivos. También, ofrece productos para males neurológicos y dolores crónicos. Los dispositivos médicos que WML (Industria Médica) produce y las tecnologías que la empresa utiliza requerimientos de altos estándares de calidad e involucran procesos altamente tecnológicos e innovadores, inicia operaciones con 250 empleados, sus primeras exportaciones en el segundo semestre del año 2010 fueron a los mercados tradicionales en Estados Unidos, Europa y Asia.

En la primera etapa de operaciones se inicia con la fabricación de válvulas cardiacas, con la realización de diferentes normas de calidad, además someterse a auditorías por parte de la Administración de Drogas y Alimentos (FDA) e ISO 14 000, luego con el crecimiento del mercado de industria médica WML (Industria Médica) traer un nuevo producto a Costa Rica, y empieza la segunda etapa en la fabricación de catéter de diagnóstico y de tratamiento médico. Actualmente, cuenta con 10 productos de tratamiento cardiovascular y con más de 2 000 empleados, el crecimiento de compañía en estos 6 años ha sido muy importante para Costa Rica.

Actualmente, trabajan en 4 turnos laborales, también cuenta con servicio médico, transporte, asociación solidarita, servicio alimentario, cuarto de maternidad (horas de lactancia) y grupo de Brigada de Emergencias.

WML (Industria Médica), cuya casa matriz está en (EE.UU.) opera en 20 países y emplea a más de 13 000 personas.

### **1.3 Problematización**

El departamento de AF es uno de lo más importante para la compañía dado que es uno de los productos con alta demanda y el faltante de este podría causar pérdidas de venta para la empresa, así como altos costo en la producción.

Actualmente, el departamento presenta bajos niveles de Yield en la producción, aumentando las horas extras y presentando el incumplimiento de los indicadores de la empresa.

En relación con este escenario nacen las siguientes incógnitas:

¿Cuál sería el costo-beneficio implementar mejoras en el procedimiento de la manufactura del producto?

Actualmente, se cuenta con un procedimiento de manufactura, este procedimiento presenta una serie de irregularidades que no establece claramente como seguir los pasos de manufactura de ensamble de catéter, estandarizar los procedimientos generaría un beneficio importante para el departamento.

¿Qué ventaja aporta mejorar el procedimiento de manufactura para el departamento AF?

El procedimiento de manufactura es una de las herramientas principal utilizadas por los operarios, por lo que estandarizar los procedimientos, generaría eliminar la subjetividad en la realización de los catéteres. La mejora de los procedimientos tiene muchos beneficios como agilizar, controlar en cada operación la forma en cómo se realiza.

¿Qué información debe tener los procedimientos para mejorar el Yield del departamento AF?

El procedimiento como tal debe incluir los pasos por seguir para poder realizar el ensamble del catéter.

¿Qué criterios de aceptación utilizan los operarios?

Actualmente, los operarios utilizan la subjetividad para aceptar las unidades, dado que no existe una herramienta que permita de forma clara crear criterios de aceptación.

## **1.4 Justificación del Proyecto**

Para la empresa WML (Industria Médica), la calidad en sus productos es de mucha importancia económica, pues se rigen por regulaciones y normas internacionales como la Administración de Drogas y Alimentos (FDA), ISO 14000, ISO 9001, para tener un sistema efectivo que permita administrar y mejorar la calidad de sus productos. Por esto el incremento de rechazos afecta a la empresa en su plan operativo, ya que visto del punto de las regulaciones y normas externas significaría errores en sus productos, por tal motivo es de vital importancia para la empresa disminuir la cantidad de unidades rechazadas, por lo que dicha situación se discute en reuniones diarias (start-up) (ver Anexo N°2) y se determinó que está dentro de sus principales problemas por resolver.

Las pérdidas por el aumento de los rechazos que es equivalente \$ 3 368 011,08 en un periodo de 5 meses, lo que significaría al año una pérdida de \$7 409 624 376 para la empresa, ha generado un impacto económico tanto en el aumento de rechazos como en las horas extras para poder cumplir con la demanda del mercado. Por tal motivo, es importante cumplir con los objetivos del proyecto, disminuir la cantidad de pérdida económica para la compañía.

Lo que se pretende con este proyecto es encontrar una solución para disminuir la cantidad de rechazos, ya que el porcentaje más alto de las unidades rechazadas llevan código de producto dañado R23DT que se ha identificado como daño en el

tubo y R01-B no continuidad en el electrodo, las unidades defectuosas se encontraron en la inspección final del proceso productivo. Por tal motivo, requiere crearse una mejora en el procedimiento de manufactura, permitiendo acceder a la información completa, eficaz y necesaria, que permita mayor nivel de calidad del producto disminuyendo los defectos asociados, para la resolución de dicho problema en el aumento de los rechazos. Es necesario crear e implementar las mejoras del procedimiento, que pueda agilizar los procesos de manufactura, por lo que es requiere que ingeniera industrial diseñe e implemente sistemas para dichas causas. Por lo consiguiente, el aporte de este trabajo va referido al mejoramiento de la productividad de ingeniería industrial, este proyecto servirá como ejemplo de mejoras en los procesos productivos, además a buscar soluciones rápidas para mejorar los procesos, las cuales son necesarios en el desarrollo de los nuevos mercados. Con esta propuesta va a mejorarse:

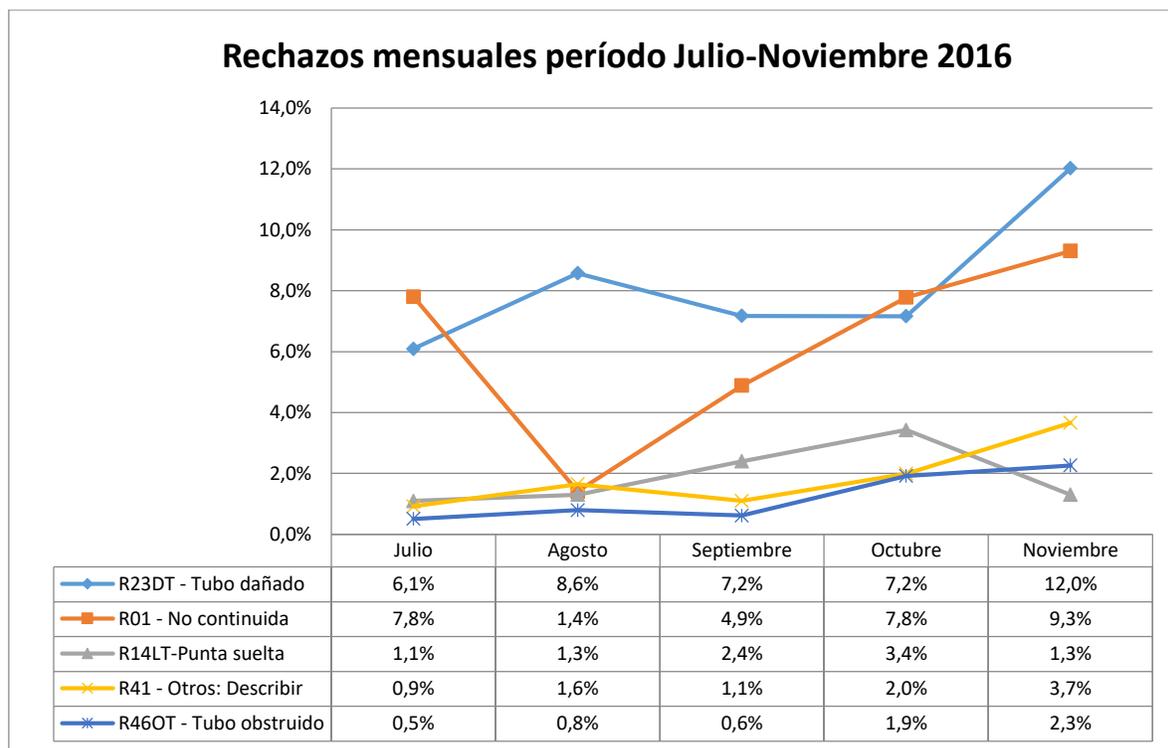
- Cumplir con los parámetros indicados de la gerencia como cumplir con las métricas generales, Yield del departamento mensual y bajos costos de manufactura.
- Reconocimiento de las fallas durante las operaciones realizadas al reconocer con exactitud las causas y en donde se están generando.
- Mejoramiento en la productividad del departamento al disminuir la cantidad de unidades defectuosas.
- Las pérdidas económicas disminuirán al reducir los desperdicios y las horas extras

## **1.5 Definición del Problema**

El departamento AF es uno de los principales proyectos para la empresa ya que es el encargado de realizar de catéteres de diagnóstico cardiovascular, pero en el año 2016 está enfrentando, altos costo por unidad de fabricación por el aumento en la cantidad de rechazos.

Durante los meses de julio y noviembre del 2016 se ha reflejado un aumento de unidades rechazadas, a continuación, se muestra en la siguiente Grafico No. 1

**Grafico N° 1 Porcentajes de rechazos mensuales del periodo de Julio - Noviembre 2016**



*Fuente: Elaboración propia con datos recolectados en el departamento AF en la empresa WML (Industria Medica)*

El grafico anterior muestra la cantidad de rechazos en 5 meses por diferentes defectos aumentó considerablemente, afectando económicamente a la empresa y la eficiencia del departamento.

Actualmente los catéteres pasan todo el proceso productivo al terminar las unidades en inspección final se rechazan por el motivo que presenta daños en el tubo del catéter como huecos, marcas porosas, doblamiento del tubo, así también como unidades con no continuidad.

Dado que actualmente no presenta ninguna mejora, el Yield del departamento ha venido disminuyendo, generando pérdidas económicas para empresa. Otro impacto económico es el aumento en horas extras para poder cumplir con la demanda del mercado.

La empresa WML (Industria Medica) presenta una pérdida de \$ 3 368 011,08 en un periodo de cinco meses lo significa que al año tiene una pérdida de \$7 409 624,376. En consecuencia, esto ha generado desconfianza en el producto lo que pueda afectar la credibilidad de la empresa.

## **1.6 Objetivo General y Específicos**

### **1.6.1 Objetivo General**

Reducir los rechazos de unidades por el código R23DT y R01-B en departamento AF de la empresa WML (Industria Médica).

### **1.6.2 Objetivos Específicos**

1. Determinar las causas de los rechazos de las unidades del Departamento AF de la empresa WML (Industria Medical).
2. Proponer mejoras en el procedimiento de manufactura que permita detección de errores durante el proceso.
3. Diseñar pruebas de control que permita detectar unidades con no continuidad en el proceso del departamento AF.
4. Evaluar si el sistema de entrenamiento es el adecuado, según el procedimiento del proceso.

5. Valorar el costo-beneficio de implementar mejoras en el procedimiento de manufactura en el departamento AF de la empresa WML (Industria Médica).

## **1.7 Alcance y Limitaciones**

### **1.7.1 Alcances**

Con el desarrollo de este proyecto, se pretende proponer una metodología para mejorar el procedimiento de manufactura actual del departamento AF de la empresa WML (Industria Medica), en un periodo de octubre 2016 a febrero 2017, con el objetivo de cumplir los indicadores establecidos.

1. Se determinará las causas con la ayuda con el personal de experiencia y la construcción de un Diagrama de Ishikawa con la información recolectada, para obtener las causas principales que afectan el Yield del departamento AF a partir de estas causas se obtienen acciones inmediatas para corregir las irregularidades que afectan la productividad del departamento.
2. Elaborar métodos de inspección, mediante pruebas previas a cada proceso, para detectar anticipadamente posibles rechazos permitiendo oportunidad de mejora continua.
3. Reducir el costo por unidad en la producción de departamento AF de la empresa WML.
4. Mejorar la productividad con el cumplimiento de los parámetros de productividad establecidos por la empresa.
5. Evaluar económicamente las propuestas de mejora mediante un análisis de costo beneficio tomando en cuenta las variables de costos actuales después de implementar las mejoras en el procedimiento y el impacto que tiene este cambio en la productividad del departamento AF.

### 1.7.2 Limitaciones

1. La empresa cuenta con políticas de confidencialidad. Lo cual impide que se acceda a informaciones específica del negocio como procedimientos, nombre de la empresa, por lo que los datos tendrán que ser modificados.
2. Por ser industria medica los cambios realizados en el procedimiento tienen que ser aprobados por un orden jerárquico,
3. La imagen en este proyecto es con fines ilustrativos por motivos que la empresa no permite tomar fotos y videos dentro de la empresa.
4. Resistencia al cambio por parte de los colaboradores, los operarios establecen propias técnicas de trabajo lo que dificultan cualquier cambio en procesos.
5. Tiempo limitado por parte de los encargados del área como líderes, supervisor, ingeniero de manufactura.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO CONCEPTUAL-TÉCNICO**

## **2.1 Reseña de la Organización**

### **2.1.1 Visión**

Es nuestra visión para transformar el tratamiento de las enfermedades epidémicas más caras del mundo.

### **2.1.2 Misión**

Es nuestra misión de crear tecnologías médicas rentables que permiten ahorrar y mejorar la vida

### **2.1.3 Valores**

- **Carácter**

Llevamos con carácter

- **Pasión**

Trabajamos con pasión

- **Imaginación**

Usamos nuestra imaginación

- **Perspectiva**

Vemos las cosas desde una perspectiva diferente

### **2.1.4 Política de Calidad Corporativa**

WML (Industria Medical) está comprometido con ofrecer a nuestros pacientes, clientes y reguladores productos y servicios que cumpla o excedan las expectativas de seguridad, de alto desempeño de calidad, de confiabilidad y de servicio.

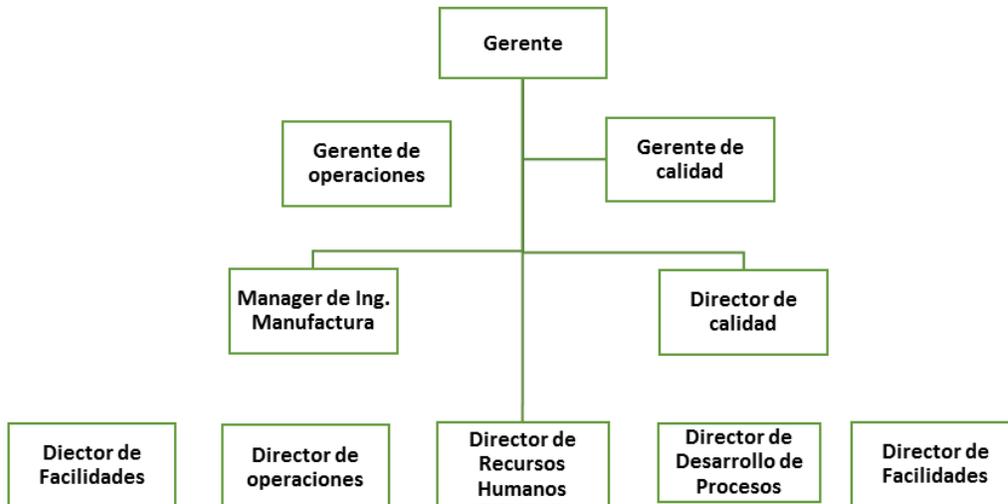
Nuestro compromiso con la calidad dirige cada aspecto de nuestros procesos de negocio y de toma de decisiones.

Promovemos una cultura de calidad en cualquier parte donde se encuentra nuestro negocio, comunicando nuestras expectativas a todos los empleados y compañeros,

liderando con ejemplo y dando un entrenamiento formal a los empleados sobre los requerimientos para nuestro enfoque en la Gestión de la calidad.

## 2.1.5 Organigrama de la Empresa

Figura 1 Organigrama de WML (industria médica)



Recuperado: <https://sjmcentral.sjm.com/my.policy> descargado a la 11:30 p.m. del día 18 de octubre del 2016.

## 2.2 Marco Conceptual-Técnico

### 2.2.1 Ingeniera Industrial

Ingeniería Industrial es una rama de la Ingeniería que tiene por objetivo el diseño, la instalación y el perfeccionamiento de sistemas integrados por personas, materiales, equipos, recursos financieros y de información, que den una solución adecuada a necesidades reales que presenta la sociedad.

Se puede decir que la Ingeniería Industrial es el conocimiento y la práctica con el fin de diseñar e implantar modos por desarrollar de manera óptima los recursos tanto humano como materia prima.

El principal objetivo de un ingeniero es ofrecer soluciones que satisfagan la necesidad del cliente. Según el autor Romero en el libro *Introducción a la Ingeniería* en el año 2014 es el arte profesional de la aplicación de la ciencia para la conversión óptima de los recursos naturales en beneficio del hombre

### **2.2.1 Diagrama de Pareto**

El diagrama de Pareto tiene como objetivo localizar los problemas vitales de las organizaciones con el fin de establecer prioridades de los problemas que generan mayor impacto, lo que permite la mejora continua de los procesos.

Según el autor Humberto, Gutiérrez en el libro *Calidad Total* publicado en el año 2005, el diagrama de Pareto (DP) es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos cuyo objetivo es ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus causas más importantes. Conocido como “Ley 80-20” o “Pocos vitales, muchos triviales”, el cual reconoce que sólo unos pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%); el resto genera muy poco del efecto total. De la totalidad de problemas de una organización, solo unos cuantos son realmente importantes”. (p.179)

A partir de este concepto el propósito de realizar un diagrama de Pareto es diagnosticar las principales causas que generan pérdidas, incumplimiento de los indicadores de la empresa.

### **2.2.2 Diagrama de Causa-Efecto**

Método gráfico donde se representan relaciones entre efectos (el problema) y sus posibles causas.

El diagrama causa-efecto da la posibilidad de encontrar las causas que me genera el problema para poder encontrar una solución, existen 3 tipos de diagramas lo cual depende de cómo se organizan las causa.

- Método de las 6 M

Según Gutiérrez en el libro calidad total y productividad publicada en el año 2005 el método de las 6 M consiste en agrupar las causas potenciales en 6 ramas principales: método de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente. Cada uno de estos elementos define de manera global todo el proceso, y cada uno aporta parte de la variabilidad del producto final, por lo que es natural esperar que las causas de un problema estén relacionadas con alguna de las 6 M.

- Método de flujo del proceso

En la construcción mediante el método de flujo del proceso, la línea principal del diagrama Ishikawa sigue la secuencia normal del proceso en la que se da el problema analizado. Se notan las principales etapas del proceso, y los factores o aspectos que pueden influir en el problema se agregan según la etapa en la que intervienen.

- Método de estratificación o numeración de las causas.

La construcción mediante el método de estratificación va directo a las principales causas potenciales, sin agrupar de acuerdo con las 6 M. La selección de las causas muchas veces se hace por medio a través de lluvia de ideas. Con el propósito de atacar causas reales y no consecuencias o reflejos, es importante preguntarse varias veces el porqué del problema, con lo que se profundiza en la búsqueda de las causas, y la construcción del diagrama de Ishikawa parte del análisis previo, con lo que el abanico de búsqueda es más reducido. (pp.171-192)

Con este método pretende analizar las causas que se considera importantes ya que pueden atacarse para minimizar o eliminar el problema a trabajar para determinar una solución óptima.

### 2.2.3 Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es una herramienta práctica para programar y planificar proyectos a largo de un periodo de tiempo, lo que permite controlar los progresos de todas las etapas vinculando por su posición en el cronograma.

Según Benjamín (2014) en su libro *Ingeniería industrial* de Niebel el diagrama de Gantt constituyó probablemente la primera técnica de control y planeación de proyectos que surgió durante la década de 1940 como respuesta a la necesidad de administrar proyectos y sistemas complejos de defensa de una mejor manera. El diagrama de Gantt muestra anticipadamente de una manera simple las fechas de terminación de las diferentes actividades del proyecto en forma de barras graficadas. (p.38)

El diagrama de Gantt ayudara a establecer objetivos para poder cumplir con lo establecido de manera que se pueda organizar el tiempo para descubrir los puntos críticos y para calcular los retrasos durante la ejecución del proyecto.

### 2.2.4 El Método DMAIC de seis Sigmas para el Mejoramiento

La metodología seis sigmas nace en los años 80 en la compañía Motorola, debido a que los líderes se visualizaron en 15 años y para ellos la supervivencia sería imposible sin cambios en el negocio. Jorge Morales en el 2007 define, “**La metodología seis sigmas** es una herramienta disciplinada que sirve para mejorar la calidad de los procesos, productos y servicios, dando mayor rentabilidad y crecimiento al negocio. “(p.11) es decir el objetivo principal de esta metodología es garantizar la calidad de los productos obteniendo, beneficio para la empresa con la mejora continua la variabilidad en las características de los productos sería mínima.

### **2.2.4.1 Descripción de las etapas de DMAIC**

Existen métodos que ayudan a encontrar mejoras significativas y consistentes dentro de las empresas. Son modelos estandarizados como la metodología DMAIC y están divididos en 5 fases según *Gutiérrez (2013)*. En su libro *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma*.

- Definir (D).

Identificar el nuevo producto, servicio o proceso a ser diseñado (o rediseñado). En esta fase se desarrollan actividades similares a las descritas para la etapa definir el ciclo DMAMC en donde se elabora el marco del proyecto. Para profundizar en las ideas de cada una de las etapas que incluye el DMADV vamos a basarnos en el ejemplo que se presenta en *Hahn et al. (2000)*. El caso consiste en diseñar una nueva resina termoplástica para usarse en el moldeo de la parte externa de tableros para automóviles. En este caso, un error de esta fase sería establecer una definición insuficiente del alcance del proyecto, por ejemplo: ¿nuestro proyecto solo contempla los colores de la resina a escala de laboratorio o también debe trasladarse al proceso de manufactura?, o no prever recursos claves que serán necesarios en el proyecto como equipos de moldeo, técnicos de pruebas y especialistas en sistemas de información.

- Medir (M)

Planear y conducir las investigaciones necesarias para entender las necesidades del cliente o consumidor y los requerimientos relacionados. Trasladar estas necesidades y requerimientos en características de diseño factibles de ser medidas (las VCC). En el ejemplo, las partes moldeadas deben alcanzar especificaciones precisas en color para que haga juego con las partes adyacentes del automóvil. Los requerimientos del cliente en cuanto al grado de igualdad del color de las partes del

carro son explorados y cuantificados en forma completa y precisa. Esto podría requerir un estudio mediante un diseño de experimentos, donde se pregunte a un panel de consumidores para que juzgue las diferencias entre las partes del automóvil. Después, los resultados observados en cuanto a diferencias de color son trasladados o expresados en términos cuantitativos con base en mediciones bien definidas de espectrometría. Además de los colores es de interés reconocer otros requerimientos sobre propiedades químicas y el desempeño de ciertas características físicas de la resina.

- Analizar (A)

Desarrollar los conceptos alternativos. Seleccionar los conceptos que encajen mejor para desarrollar el diseño de alto nivel y predecir su capacidad para cumplir las VCC y los requerimientos. En el caso de la resina, los aspectos clave que determinan el color son los tipos y cantidades relativas de pigmentos, en combinación con su procesamiento. En esta fase son consideradas y evaluadas varias opciones de diseño del producto. Esto podría requerir el uso combinado de experimentación estadística (quizás, un diseño de mezcla con variables de proceso) y leyes físicas que establecen los fundamentos del comportamiento de los pigmentos en termoplásticos. Lo anterior se realiza con el propósito de explorar la relación entre el color de la resina y los agentes colorantes.

- Diseñar (D)

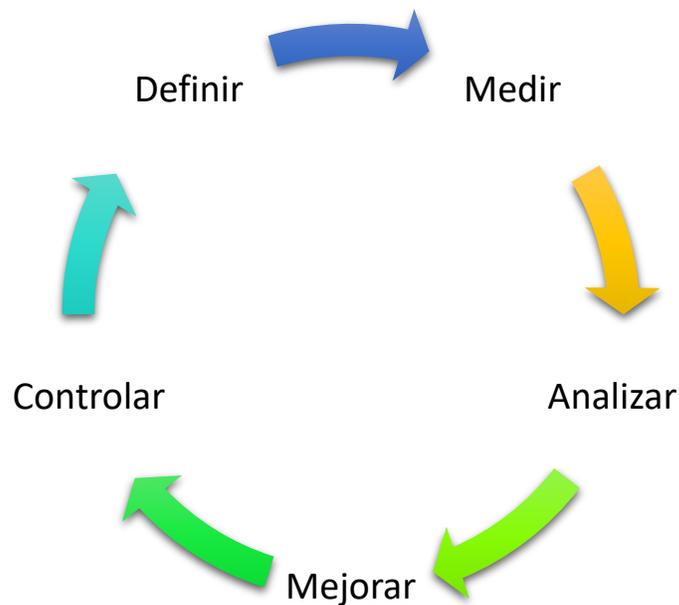
Desarrollar los detalles del diseño. Evaluar la capacidad del diseño propuesto y desarrollar los planes para realizar la prueba piloto del nuevo producto o servicio rediseñado. En el ejemplo, el efecto de variabilidad en la cantidad de pigmento estaría ligado a la capacidad de controlar los alimentadores en la línea de producción. Esto muestra la forma en que fluyen hacia abajo los requerimientos del cliente, desde que el color debe empatar con las partes adyacentes del automóvil, hasta los controles de manufactura (tolerancia de los alimentadores de los pigmentos). Si al fluir la capacidad hacia arriba se detecta que los alimentadores

existentes no cumplen con los requerimientos, entonces debe mejorarse su capacidad mediante un proyecto DMAMC. De la misma manera, las propiedades clave de cada pigmento son trasladadas a los proveedores de pigmentos.

- Verificar (V)

Construir o desarrollar un producto o proceso piloto para verificar el cumplimiento de las VCC. En el ejemplo, se desarrolla un proceso de producción a escala completa, desplegando hacia arriba y validando las actividades que se desarrollan. Además, el nuevo producto o servicio es transferido a los propietarios del proceso. (pp. 432-433.)

**Figura 2 Proceso de metodología DMAIC**



*Fuente: Elaboración propia*

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

## **3.1 Metodología Para La Definición Del Problema**

### **3.1.1 Clasificación y Alcance del Proyecto**

El este proyecto se pretendió seguir las bases metodológicas adecuadas para lograr la disminución de rechazos en el departamento de AF.

Este proyecto se clasifica en tipo exploratorio ya que no existen estudios anteriores acerca de cómo mejorar la productividad del departamento. Lo que se pretende es analizar por medio de recolección de datos posibles cambios que generen un aumento en el Yield del departamento.

Este proyecto, se establece como una finalidad aplicada, dado que el proyecto busca la disminución de rechazos en el departamento AF, esto con la construcción y estandarización del proceso de manufactura.

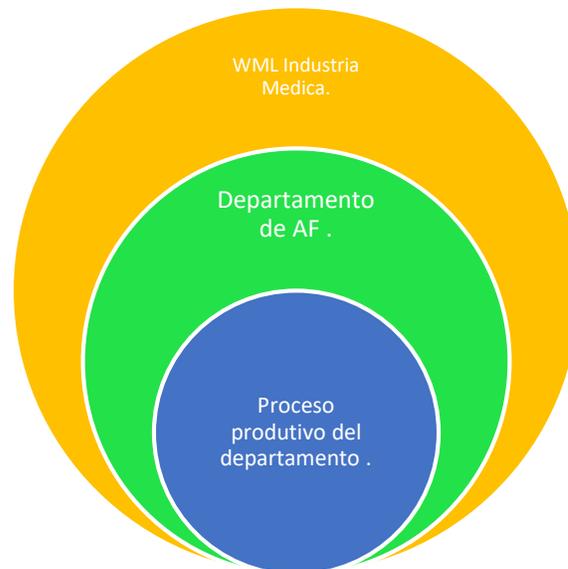
Este trabajo es de alcance longitudinal, dado que para disminuir el problema es necesario un procedimiento estandarizado a continuación, los pasos

1. Definición del problema en base los datos (ver tabla1 y tabla 2) obtenidos ver en la empresa WML (Industria Medica), tipos de rechazos, estado actual del Yield así como datos (ver tabla 9) de horas extras.
2. Se efectuarán observaciones en proceso de producción para comprender el paso de cada proceso y analizar el procedimiento actual
3. Se analizarán los datos del muestreo, mediante comparaciones para determinar las características predominantes y los parámetros más repetidos.

### **3.1.2 Clasificación del marco de proyecto y la condición en que se hará.**

En el ámbito que va a abarcarse a nivel estructural este proyecto se va clasifica en mega, macro y micro.

***Figura 3 Clasificación mega, macro y micro***



*Fuente: Elaboración propia.*

En el gráfico anterior se representa la estructura del proyecto y clasificación según la empresa, por lo que se describe como el lugar donde se realizará el trabajo, el cual sería WML (Industria Médica). Su clasificación macro, en lo macro sería el departamento AF, el cual es el encargado de producir los catéteres, solamente se trabajará en una de las líneas del proceso. Se trabajará en este departamento ya que presenta aumento de rechazos y la línea de ensamble final, dado que es donde se determina la aceptación de las unidades.

Este será de investigación de campo, debido que el proyecto se realizará en la empresa WML (Industria Médica) en el departamento AF en las líneas de ensamble final.

1. Se determinará la causa de rechazos actual para trabajar soluciones temporales que permita menos variabilidad en el Yield.
2. Se realizará una propuesta de mejora que disminuya los rechazos en el departamento AF mediante de una estandarización de procedimientos, creada con los datos obtenidos.

### **3.1.3 Naturaleza y Carácter del Proyecto**

➤ Naturaleza

El proyecto de graduación es de naturaleza cuantitativa y cualitativa ya que se recolectan datos como control de rechazos, productividad del departamento y características del proceso. En este caso, para analizar las causas del aumento de los rechazos en el departamento AF y analizar los beneficios de esta propuesta y cualitativa por las características según el producto dado que el procedimiento debe cumplir con el objetivo de describir las instrucciones de manufactura.

En este proyecto se usará Diagramas de Pareto para determinar la cantidad de rechazos que se presentan. Así como diagramas de Ishikawa para determinar las causas a corregir. Se evaluará el sistema de entrenamiento, que permita la facilidad para él operario de entender de forma clara el proceso de ensamble.

➤ Carácter

- Causal

En este proyecto se usa el carácter causal, ya que se busca encontrar si los procedimientos estandarizado del producto, puede reducir los rechazos causados por los operarios mediante el conocimiento específico de la persona mediante retroalimentación en el departamento AF, para evaluar su beneficio de la propuesta e implementar una solución.

- Exploratorio

Este proyecto está basado en una investigación exploratoria ya que se va a realizar un estudio detallado de las causas del problema como las horas extras y el aumento de los rechazos ya que no se hecho estudios anteriores.

- Prospectivo

El proyecto es de tipo prospectivo ya que se van a evaluar y analizar la información de los datos actuales para en encontrar un sistema de trazabilidad para mejorar el

problema en las horas extras, así como en la disminución de los rechazos obtenidos del rechazo.

- Descriptivo-observacional

Es de carácter descriptivo ya que se realizará una descripción de las características del proceso y se evaluará la forma correcta de la utilización del procedimiento de ensamble.

Es observacional, ya que se necesita observar el proceso productivo para entender y analizar las prácticas de manufactura de los operarios para establecer un sistema ergonómico que no interfiera en el proceso.

### **3.4 Sujetos y Fuentes de Información**

Este proyecto se realizará en el departamento de AF en la empresa WML (Industria Médica). Los sujetos se eligieron según la antigüedad en el proceso y según el cargo que desempeña en la empresa. En este departamento actualmente cuenta con 70 operarios, dos líderes de producción y un supervisor de departamento

En el departamento de Ingeniería se le solicitó información por los años de experiencia y el puesto que tiene en el departamento y el conocimiento en el proceso al Ingeniero de Manufactura Gustavo Miranda, así mismo como al supervisor del Departamento Gerardo Morales ya que es el encargado del departamento, también se tomó en cuenta a la líder del área Patricia Gonzales ya que ella es la encargada de velar por el cumplimiento de las líneas de producción.

La fuente de este proyecto es de segunda mano dado a que son datos existentes como información de los rechazos y el rendimiento del departamento, horas extras.

La información tomada se clasifica como fuente mayor, ya que es información que se mantiene por largos periodos de tiempo por ser una industria médica necesitan registrar cada dato.

### **3.3 Métodos y Técnicas para el Trabajo de Campo**

Para este proyecto se van a realizar herramienta como observación del proceso ya que se necesita analizar y conocer los procedimientos operativos detalladamente. Se utilizarán como herramienta principal la metodología DMAIC y otros instrumentos propios de la carrera de ingeniería Industrial, como diagramas de Ishikawa, diagramas de Pareto. También, se utilizará entrevista que puedan generar información confiable del proceso de manufactura, así como entender posibles limitantes que puedan generarse

Es proyecto será una investigación de campo, de modo que se realizara en el departamento AF de la empresa WML (Industria Médica) en la línea de producción de ensamble final debido que se presentan mayor cantidad de rechazos y cualquier cambio en estas líneas tiene un impacto significativo para el departamento.

**CAPÍTULO IV**  
**DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

## **4.1. Descripción del Proceso de Manufactura de Catéteres de Diagnóstico Médico**

El departamento AF se dedica a la fabricación de catéteres de diagnóstico médico, dado que la empresa WML (Industria Médica) elabora diferentes dispositivos médicos este departamento representa un 30% de la producción para compañía.

AF actualmente está dividido en dos procesos una de subensamble y la segunda parte de ensamble final del catéter. El ensamble final de catéter es un proceso lineal por lo cual va en secuencia, por otro lado, subensambles es el encargado de suministrar los diferentes componentes para el ensamble de cada operación.

### **4.1.2 Proceso de subensamble**

#### **A. Subensamble 1**

Este es un subensamble que abastece las líneas de producción de ensamble final, en esta etapa del proceso se realiza el corte del tubo e inserción del resorte. El corte se realiza de acuerdo al dibujo correspondiente indicado en la orden de producción.

El tubo se asegura con cinta adhesiva para realizar el proceso esto le da más estabilidad al tubo para que no permita un corte incorrecto.

Se utiliza una regla y un marcador para medir la longitud según lo indicado en dibujo, se procede a cortar con una herramienta según el tamaño que le indique el dibujo. Por último, se procede hacer la inserción del resorte en tubo.

#### **B. Subensamble 2**

Este es el segundo subensamble del proceso de manufactura de la punta / lámina plana, el procedimiento de este subensamble consiste en cortar la lámina plana a la

longitud indicada en el dibujo de la orden de producción. Se utiliza una herramienta para eliminar las rebabas de los bordes.

### **C. Subensamble 3**

En este subensamble se realiza la manija que se le ensambla al catéter, consiste colocar la arandela dentro del tapón de la manija. En esta operación abastece al ensamble final 3.

#### **4.1.3 Proceso de Ensamble Final**

##### **A. Ensamble 1**

La primera operación es “Ensamble1” consiste en montaje de bandas, básicamente el ensamble encargado de dar los tubos del catéter pasa el subensamble a la línea de ensamble final donde el “Ensamble1” perfora unos agujeros en el tubo usando herramientas específicas ,dejando espaciamiento según las características de cada catéter, se inserta el tubo en un tubo protector de silicona y se procede a ensamblar los electros del catéter, los es electrodos es de forma de anillo soldado a un cable de material de cobre, se Inserta una herramienta para tiraje en el orificio anteriormente perforado y se inserta el alambre conductor estos electrodos son los encargados de dar impulso eléctricos al corazón.

##### **B. Ensamble 2**

Ensamble 2 es el segundo ensamble final en esta etapa se realiza la inserción de una lámina. Subensamble del (tubo / electrodos) se cortan con una herramienta en uno de los extremos según lo indicado, el subensamble de la lámina plana se inserta en el tubo, la lámina plana esta soldada a un cable de cobre y a otro cable de contextura más gruesa (cable de activación) que permite hacer diferentes

movimientos al catéter por último se introduce la lámina plana hasta que se asiente contra el tubo.

### **C. Ensamble 3**

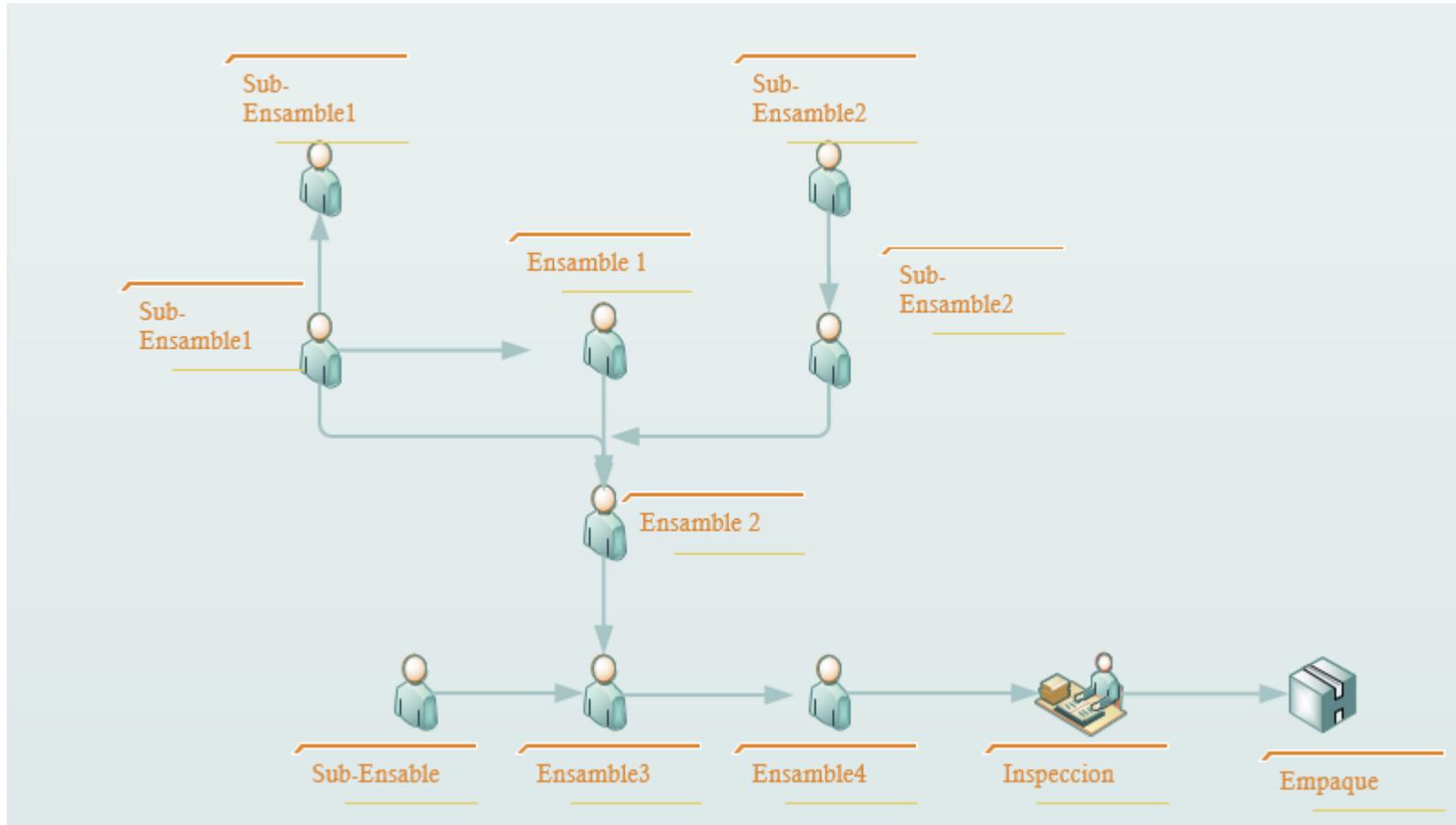
La tercera operación es ensamble 3, consiste en el ensamble de la manija del catéter que es la que permite al operario activar la lámina que anteriormente fue ensamblada para que el catéter pueda realizar los diferentes movimientos, se deslice la Manija desde un extremo a otro del catéter, luego se pega la manija al catéter.

### **D. Ensamble 4**

El catéter lleva varios cables de cobre que tiene que ser soldados a un conector esto se realiza en el ensamble 4, estos cables fueron ensamblados en el ensamble 1, ensamble 2.

Se suelda cada alambre conductor hasta que todos los alambres estén soldados en los Pines del Conector según el dibujo indicado para poder cumplir con el objetivo del producto. Una vez finalizado el proceso de las líneas pasa a inspección donde le hacen una serie de pruebas para asegurar que el catéter este en buenas condiciones y cumpla con las características del producto.

Figura 4 Diagrama de Flujo de proceso



Fuente: *Elaboración Propia*

## 4.2 Diagnóstico Actual Del Proceso Productivo

En el proceso de manufactura los catéteres presentan una serie de fallos, actualmente se realizan una serie de actividades donde se requieren de maquinaria como de mano de obra, pero es un proceso manual por lo que la mano de obra es indispensable.

La manufactura es realizada por distintos operarios por cada una de las operaciones.

Para Subensamble trabaja un total de 27 empleados y para ensamble final 43 empleados, en total en departamento labran 70 empleados que están dividido en líneas de producción de la siguiente manera.

### **Subensamble**

- Subensamble 1 trabajan 8 operarios
- Subensamble 2 trabajan 8 operarios
- Subensamble 3 trabajan 6 operarios
- Subensamble 4 trabajan 5 operarios

### **Ensamble Final**

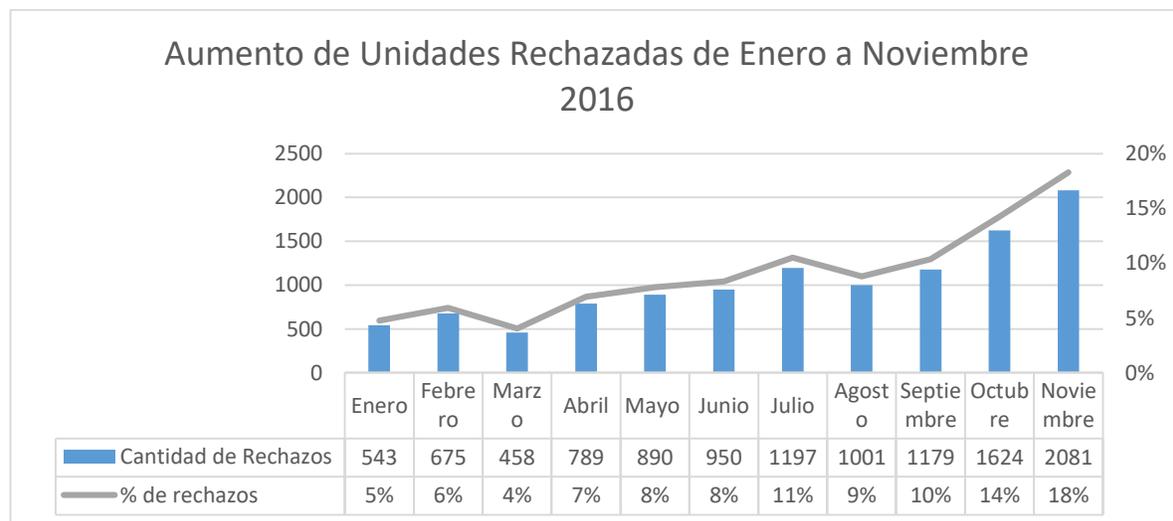
- En el ensamble 1 trabaja 5 operarios
- En el ensamble 2 trabajan 2 operarios
- En el ensamble 3 trabajan 2 operarios
- En el ensamble 4 trabajan 3 operarios
- En inspección final trabajan 2 operarios

Existen dos turnos en la mañana y noche, el turno de la mañana tiene una jornada laboral de 9.6 horas 5 días a la semana, mientras que el turno de noche tiene una jornada laboral de 6.3 horas de lunes a viernes y 8 horas los sábados.

Actualmente presenta un alto porcentaje de rechazo de unidades en el momento que llega inspección final en este proceso el personal encargado debe de cumplir con una inspección visual bajo un microscopio (8X - 10X), la inspección del catéter es de un 100% revisando cada uno de los componentes del dispositivo .Si el catéter no cumple con la especificación, el personal de inspección debe de pegar una etiqueta roja de "Rejected" Y llenar los formulario de rechazo (ver anexo N° 9) según el procedimiento, y se documenta el desecho del dispositivo en la orden de producción.

El departamento AF durante los meses de julio a noviembre del 2016 presenta un Yield de 88,1% por debajo de la meta de del 95% establecido por gerencia, este problema se ha incrementado desde enero del 2016 (ver Gráfico N°2). Actualmente la materia prima que se utilizan en la fabricación del catéter pasa por una inspección previa por lo que se descarta posibilidades de daño provenientes del proveedor.

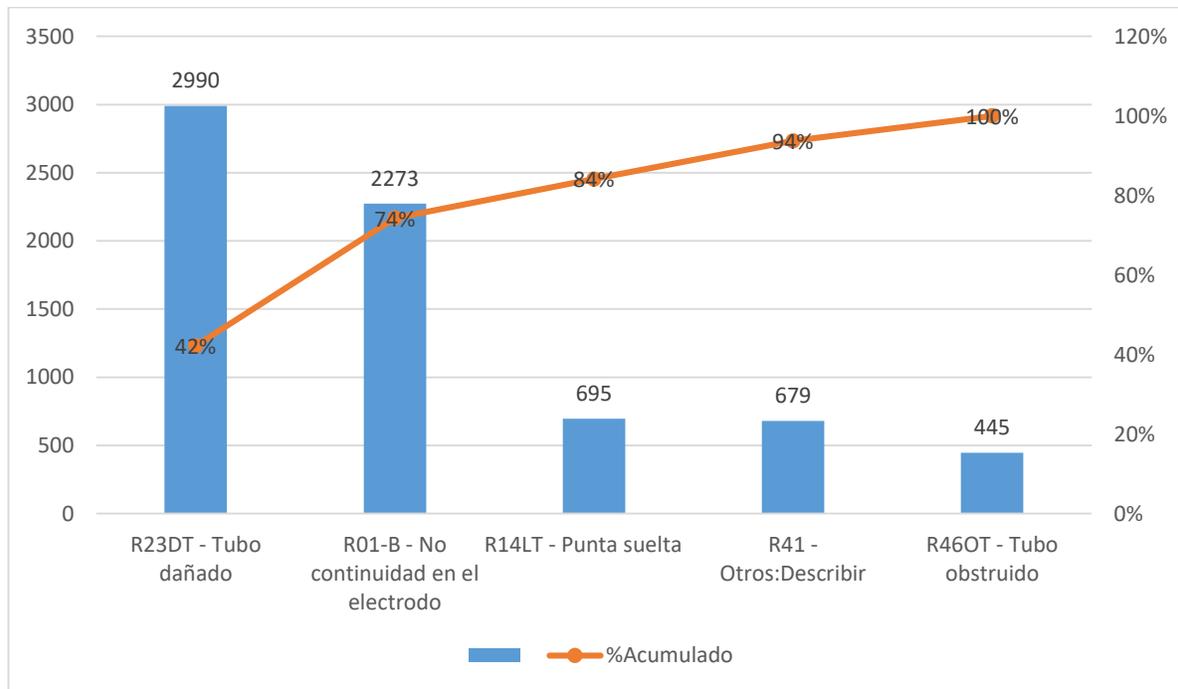
### **Gráfico N° 2 Aumento de unidades rechazadas de enero a noviembre 2016**



*Fuente: Elaboración propia con datos del departamento de productividad de la empresa WML (Industria Medica).*

En el grafico anterior se puede observar el aumento de unidades rechazadas de enero a noviembre 2016.

**Grafico N° 3 Diagrama de Pareto de las unidades Rechazadas del Periodo de Julio a Noviembre 2016.**



*Fuente: Elaboración propia con datos del departamento de productividad de la empresa WML (Industria Medica).*

- R23DT con una frecuencia de 2 990 rechazos.
- R01-B con una frecuencia de 2 273 rechazos.
- R14LT con una frecuencia de 695 rechazos.
- R41 con una frecuencia de 679 rechazos.
- R46OT con una frecuencia de 445 rechazos

Como se presenta en el gráfico anterior de un periodo de julio a noviembre del 2016 la mayor parte de los rechazos se presentan por el código R23DT (Tubo dañado) este código describe las unidades que tienen huecos, marcas porosas, doblamiento del tubo que expone la vida del futuro paciente por lo cual se tiene que rechazar las unidades que presentan estas características, el segundo código que afecta es el R01-B el que no permite el objetivo del catéter que es dar impulsos eléctricos al corazón porque no tiene continuidad eléctrica .

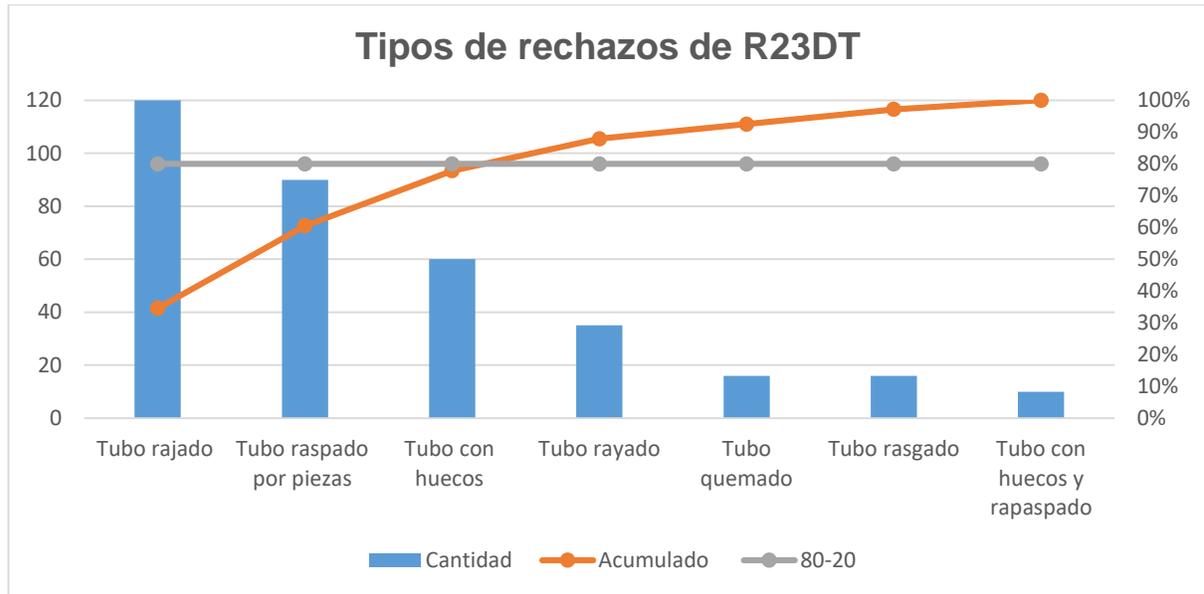
Dado que los códigos R23DT y R01-B representan mayor impacto en el departamento AF, influyendo en el incumplimiento de la meta establecida por gerencia, se recolectaron datos en las dos primeras semanas del año 2017 del mes de enero para establecer la frecuencia de rechazos según las características de cada código. A continuación, se mostrará las tablas con las características que más frecuencia tiene en el código R23DT (tubo dañado), R01-B (no continuidad). Cabe resaltar que estos datos fueron tomados del área de inspección final del departamento AF, pertenece a un total de producción 1 822 unidades por semana.

*Tabla 1 Tipos de Rechazos de R23DT*

<b>Tipos de Rechazos encontrados en Inspección final</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Tubo rajado</b>	120
<b>Tubo raspado por piezas</b>	90
<b>Tubo con huecos</b>	60
<b>Tubo rayado</b>	35
<b>Tubo quemado</b>	16
<b>Tubo rasgado</b>	16
<b>Tubo con huecos y raspado</b>	10
<b>Total</b>	347

Fuente: Elaboración propia con datos recolectados en empresa WML (Industria Medica).

**Grafico N° 4 Diagrama de Pareto de los Rechazos Encontrados en Semana 1-2 de enero 2017**



Fuente: Elaboración propia con datos recolectados en el departamento AF en la empresa WML (Industria Medica)

Según los datos anteriores las causas principales del código R23DT muestran las que el mayor porcentaje de rechazos

- Tubo rajado con una frecuencia de 120 rechazos.
- Tubo raspado por pinzas con una frecuencia de 90 rechazos.
- Tubo con hueco con una frecuencia de 60 rechazos.
- Tubo rayado con una frecuencia de 35 rechazos.
- Tubo quemado con una frecuencia de 16 rechazos.
- Tubo rasgado con una frecuencia de 16 rechazos.
- Tubo con hueco y raspado con una frecuencia de 10 rechazos

Se toman como principales causas las siguientes características, dado que son las que representan mayor frecuencia en el gráfico de Pareto anterior. Y en las cuales se va a trabajar en este proyecto. Dado que son dos semanas que se recolectaron datos se tomara en cuenta el total de la producción de dos semanas de 3644 para sacar el porcentaje de “scrap” de cada característica.

### ➤ **Tubo rajado**

El defecto de tubo rajado promedió un “Scrap” del 3.3% según el análisis de Pareto con datos recolectados de las dos primeras semanas de enero 2017(ver Gráfico 4) de un total de la producción de 3644 unidades, siendo este una de las de falla más importante en el departamento AF.

### ➤ **Tubo raspado por pinzas**

El segundo defecto es de tubo raspado por pinzas con un promedio de “Scrap” de 2.4% presentan marcas en el tubo de porosas. Por lo que se vuelve un defecto que perjudica la productividad del departamento. Este porcentaje pertenece a una cantidad de rechazos de 90 unidades (ver Gráfico N°4) de un total de la producción de 3644.

### ➤ **Tubo con hueco**

El tercer defecto es el de tubo con huecos, este defecto se presenta en la parte del catéter que lleva electrodos. Se puede decir que el producto que presente este tipo de defecto será rechazado en su totalidad. El tubo con hueco se muestra con una frecuencia de 60 de rechazos (Ver Gráfico 5) de un total de la producción de 3644 unidades según los datos recolectados en las semanas 1-2 del mes de enero del 2017 por lo que equivale a 1.6% de” scrap”.

Por otro lado, el segundo código R01-B representa la segunda causa de incumplimiento de la productividad por lo que se describe a continuación las principales características y la frecuencia de unidades rechazadas bajo este código.

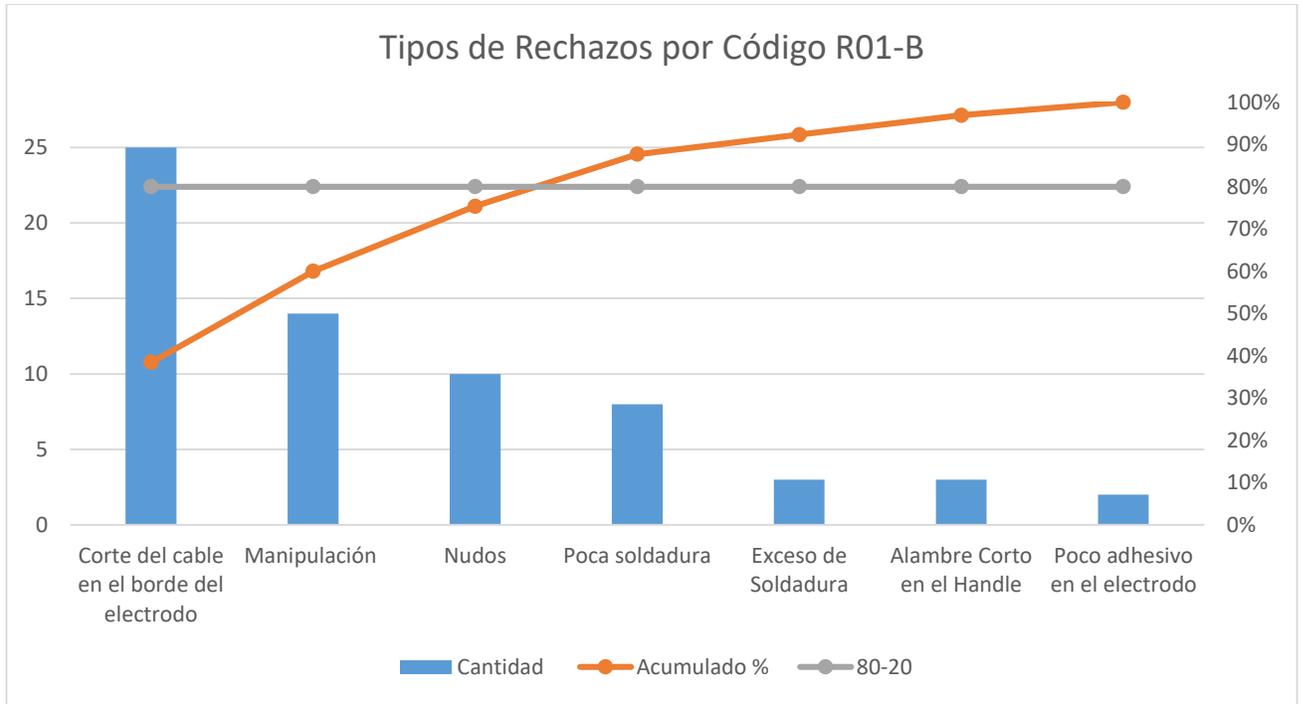
Datos recolectados en las dos primeras semanas de enero del 2017.

*Tabla 2 Tipos de Rechazos de R01-B*

<b>Tipos de Rechazos encontrados R01-B</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Corte en el cable en el borde del electrodo</b>	25
<b>Manipulación</b>	14
<b>Nudos</b>	10
<b>Poca soldadura</b>	8
<b>Exceso de Soldadura</b>	3
<b>Alambre Corto en el Handle</b>	3
<b>Poco adhesivo en el electrodo</b>	2
<b>Total</b>	65

*Fuente: Elaboración propia con datos recolectados en empresa WML (Industria Medica)*

**Grafico N° 5 Diagrama de Pareto de los rechazos de R01-B encontrados en semana 1 -2 de enero 2017.**



*Fuente: Elaboración propia con datos recolectados en el departamento AF en la empresa WML (Industria Medica).*

El código R01-B representa el segundo causante de rechazo de unidades y las características que se repiten con mayor frecuencia según el grafico anterior.

- Corte en el borde del electrodo con una frecuencia de 25 rechazos.
- Manipulación con una frecuencia de 14 rechazos.
- Nudos con una frecuencia de 10 rechazos.
- Poca soldadura con una frecuencia de 8 rechazos.
- Exceso de soldadura con una frecuencia de 3 rechazos.
- Alambre corto en el handle con una frecuencia de 3 rechazos.

- Poco adhesivo en el electrodo con una frecuencia de 2 rechazos

A continuación, se describe las principales características que representan el mayor porcentaje de rechazos que afecta el Yield del departamento bajo este código R01-B. Igual que la característica anterior el porcentaje de “scrap” se obtiene del total de rechazos (ver Gráfico N°5) de un total de producción de 3644 unidades.

#### ➤ **Corte en la banda**

El de corte en la banda se refiere que el cable que conduce electricidad en los electrodos se cortó en el borde de uno de los electrodos este representa un promedio de “Scrap” del 0,7% según el análisis de Pareto con datos recolectados de las dos primeras semanas de enero del 2017 (ver Gráfico 5) que muestran una frecuencia de 25 unidades rechazadas de un total de la producción de 3644 unidades.

#### ➤ **Manipulación**

➤ Esta característica representa un 0.3% de “Scrap” de un total de 14 unidades (ver Gráfico 5), esto se produce por una inadecuada manipulación de los electros.

#### ➤ **Nudos**

Estos se hacen presente en la parte interna del catéter y es una serie de nudos de los cables conductores que no permite la electricidad en los electrodos esta característica representa un 0,27% de “Scrap” de un total de 10 unidades rechazadas en las semanas 1-2 del mes de enero 2017.

Los diagramas de Pareto representan las causas que generan pérdidas para la empresa por lo cual no permite el objetivo de cumplir los indicadores de calidad producción y costos por unidad establecidos por gerencia.

### 3.2.1 Herramienta de los 5 Porque

En el análisis anterior se observa los datos obtenidos la tenencia de los porcentajes de la productividad del departamento AF que no está alcanzando la meta establecida por gerencia en 99% de productividad.

Mediante la herramienta de los 5 porqués, donde se utiliza la colaboración del personal como:

- Supervisor del departamento
- Líder del departamento
- Ingeniero de manufactura
- Operario con experiencia
- Persona que realiza el proyecto de estudio

Mediante reuniones y observación el proceso productivo, se define el problema a solucionar y se desarrollaron soluciones a las preguntas establecidas. Esta herramienta se utiliza para encontrar de la causa raíz del problema de aumento de rechazos que afecta en que no se logre la meta de productividad establecida por gerencia.

De modo que la propuesta para solucionar el problema se basara en atacar la causa raíz del origen.

Figura 4 Herramienta de los 5 Porque



Fuente: *Elaboración propia*

La herramienta aplicada determina la causa raíz del problema, la cual describe por qué no se logra alcanzar las metas del Yield establecidas por gerencia.

Se comprueba que la causa raíz del problema se guía en la variabilidad del proceso en el departamento AF. Actualmente el procedimiento presenta una serie de modificaciones el proceso de ensamble (ya sean pequeños o casi imperceptibles), dado que el operario interpreta el procedimiento según lo que considere necesario, debido que el procedimiento no establece la forma correcta de hacer cada operación por lo que la forma en cómo se ensambla los catéteres varía de un operario a otro.

La mejor manera para aumentar la productividad del departamento y reducir los costos en la empresa es mediante la detección, prevención y disminución de los recursos utilizados (mano de obra, materiales etc.). Por lo que mejorar la calidad ocupa un lugar importante y en consecuencia de esta el Yield de departamento presentaría una mejora significativa para la empresa.

### **3.2.1 Diagrama de Ishikawa**

Esta herramienta se realizó a base de datos obtenidos del departamento AF, con la ayuda de:

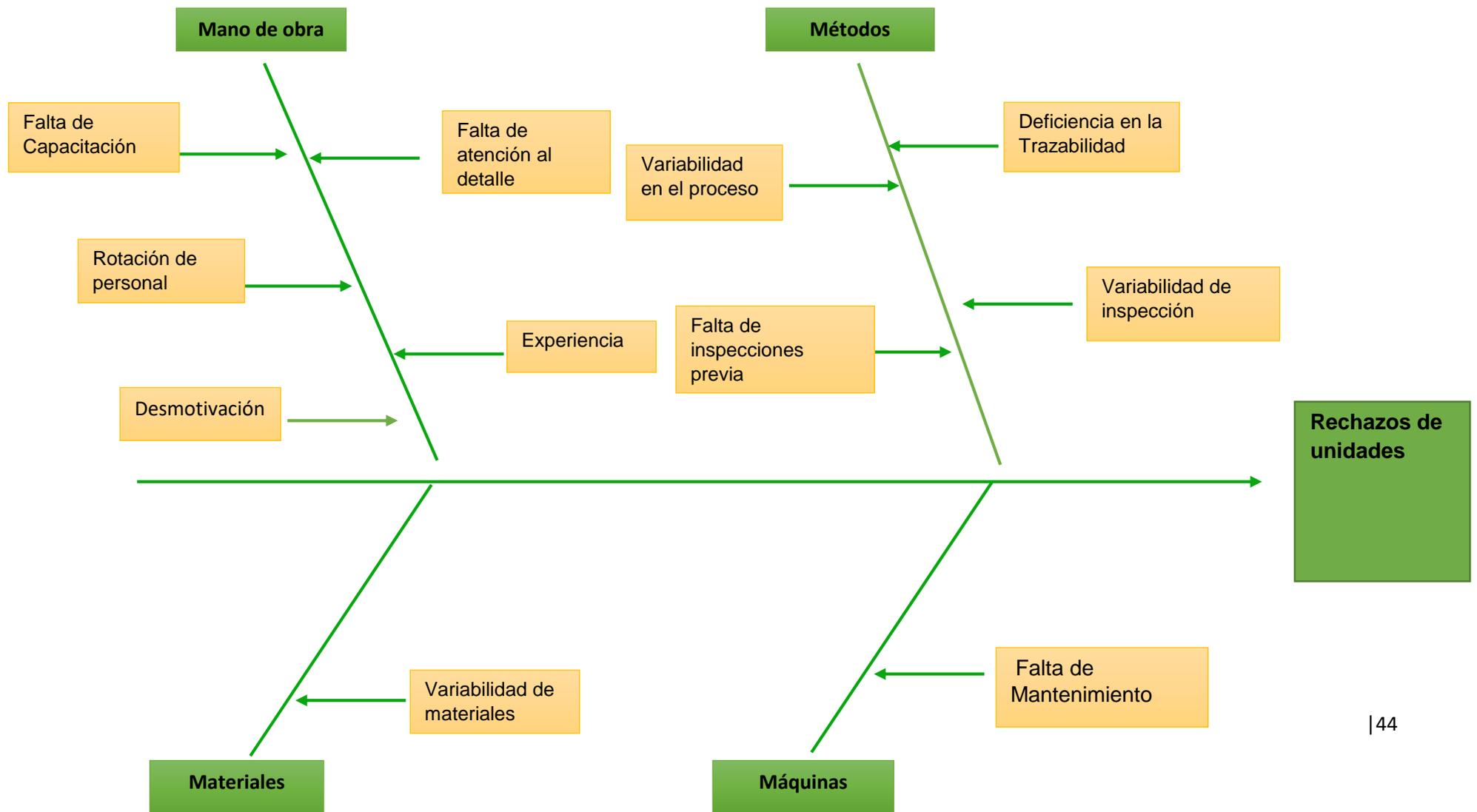
- Supervisor del departamento
- Líder del departamento
- Ingeniero de manufactura
- Operario con experiencia
- Persona que realiza el proyecto de estudio

Se utiliza este diagrama para determinar y describir las causas que están generando el bajo rendimiento del departamento AF.

El problema se determinó por medio de la cantidad de rechazos que perjudica la productividad y el que el departamento no cumpla con la meta establecida por gerencia.

Los factores que se tomaron en cuenta son bajo el método de las 6M, por lo que en el diagrama se utiliza 4 factores importantes, mano de obra, maquinaria, materiales, método se excluye otros que no tiene relación con el problema actual del departamento.

Figura 5 Diagrama de Ishikawa



*Fuente: Elaboración propia con datos recolectados en empresa WML (Industria Medica).*

Como se presenta en el diagrama de Ishikawa anterior se obtienen como resultado los factores y las causas que afectan directamente e indirectamente la productividad del departamento AF, este Ishikawa se realizó con la ayuda de:

- Supervisor del departamento
- Líder del departamento
- Ingeniero de manufactura
- Operario con experiencia
- Persona que realiza el proyecto de estudio

Mediante reuniones semanales y observación del proceso de manufactura, se identifican los factores que pueden afectar la causa y/o necesidad mediante lluvia de ideas

Las causas de cada uno de los factores se analizan de la siguiente manera

#### a) Método

Este factor permite utilizar herramientas para lograr un objetivo preciso, por lo cual es importante estandarizar procesos para obtener procedimientos definidos y claros. Lo que permite identificar las causas que afecta no logra la productividad. Este factor aplica en ambos códigos de rechazos de R23DT y R01-B debido que el método no está definido correctamente

- Variabilidad en el proceso:  
No se establece métodos adecuado en el procedimiento para ensamblar las unidades por lo que permite métodos inadecuados que producen daño en las unidades provocando rechazos.
- Variabilidad de inspección:

No se establece criterios de aceptación o rechazos por lo que los operarios rechazan de acuerdo a criterio propio según lo que considere necesario por lo que esto puede generar rechazos inadecuados o aceptación de unidades que estén defectuosas.

- Deficiencia en la trazabilidad:

Se desconoce quien realiza la unidad por lo que no se puede dar retroalimentación del proceso (mejorar el método de ensamble), lo que permite evitar la disminución de los rechazos provocando que la cantidad de rechazos siga aumentando o se mantenga constante.

Falta de inspección previa:

La inspección no se establece en cada operación por lo que la unidad es inspeccionada al final del proceso. Esto evita que se puedan corregir algunos defectos y lleven a posibles rechazos.

Debido que el procedimiento utilizado no establece pasos claros, definidos y actividad que se realiza se le hace de forma manual, queda a criterio de cada persona la forma en cómo se realiza cada operación.

#### b) Maquinaria

La maquinaria permite medir si el equipo utilizado cumple con la calidad que se le pide, y si junto con la mano de obra son de importancia en el proceso.

La causa que permite identificar en que se puede mejorar la productividad

- Falta de mantenimiento

Los procesos son manuales, pero necesita de herramientas que permite agilizar el procedimiento por lo tanto las condiciones en que se encuentra las herramientas son de gran importancia. En algunas operaciones se utilizan diferentes herramientas para facilitar el ensamble, se encontraron unidades defectuosas generadas por cortes de estas herramientas que están en mal estado por falta de mantenimiento.

#### c) Materiales

En este factor se puede identificar con la variabilidad de materiales influyen en el proceso por lo que una causa que puede afectar, el tubo utilizado para hacer el catéter presenta diferentes diámetros por lo que los diámetros más pequeños generan, que el ensamble tenga mayor dificultad generando rechazos por R23DT.

- Variabilidad de materiales

La variabilidad de materiales debido que se realizan catéteres de diferentes diámetros, el diámetro más pequeño es el que presenta mayor grado de dificultad en el proceso de ensamble 1, este proceso es el ensamble de los electrodos por lo que causa que el tubo del catéter presente rayas, marcas.

#### d) Mano de obra

Está enfocada en analizar las posibles causas que afectan el desempeño del personal por lo que se debe contar con que las condiciones aptas para que los operarios desempeñen dicha labor. La mano de obra es el principal recurso para que la empresa logre su objetivo. A continuación, se mencionan las causas que no permiten lograr dicho objetivo, generando rechazos por código R23DT y R01-B.

- Falta de capacitación:

El personal presenta una capacitación de los procedimientos inadecuada por lo que el producen unidades defectuosas por falta de criterios adecuados el entrenamiento actual es de un mes, lo que no se ajusta a capacitar al personal adecuadamente.

- Rotación del personal:

El ingreso de personal nuevo no permite tener personal capacitado para realizar el proceso, por lo que el periodo de aprendizaje del nuevo personal genera aumento de rechazos.

- Falta de atención al detalle:

Se considera necesario que el personal este concentrado en el proceso de manufactura, por lo que se observó que algunos rechazos pudieron ser evitados, pero la falta de concentración generó que se realizaran los rechazos

- **Experiencia:**

El personal se encuentra en constante rotación por lo que evita adquirir la experiencia necesaria para resolver problemas evitando rechazos innecesarios.

Debido que es uno de los principales recursos es importante tener un personal capacitado, con la experiencia necesaria para enfrentar problemas que se puedan presentar.

#### **4.4.2.4 Análisis de Incidencia e Impacto de las Causas del Diagrama de Ishikawa**

Se realiza la de ponderación de las causas identificadas en cada factor analizado anteriormente en Diagrama de Ishikawa, para realizar la ponderación de las causas se hizo mediante reuniones con el personal de experiencia los procesos, y el departamento de ingeniería, donde se logró identificar el problema como el aumento de rechazos de unidades en departamento AF. Esta ponderación se clasifica según el impacto que genera la causa al problema encontrado conjuntamente con la necesidad que tiene cada causa de ser mejorada se utiliza una clasificación del 1 al 5 según la necesidad de mejora:

Clasificación según la necesidad de mejora

- 1= No aplica para mejora
- 2= Presenta deficiencias, pero no necesita ser mejorado
- 3= Aplica para mejora
- 4= Necesita mejora
- 5= Alta importancia de mejora

Los criterios con los cuales se establece la ponderación de las causas son los siguientes:

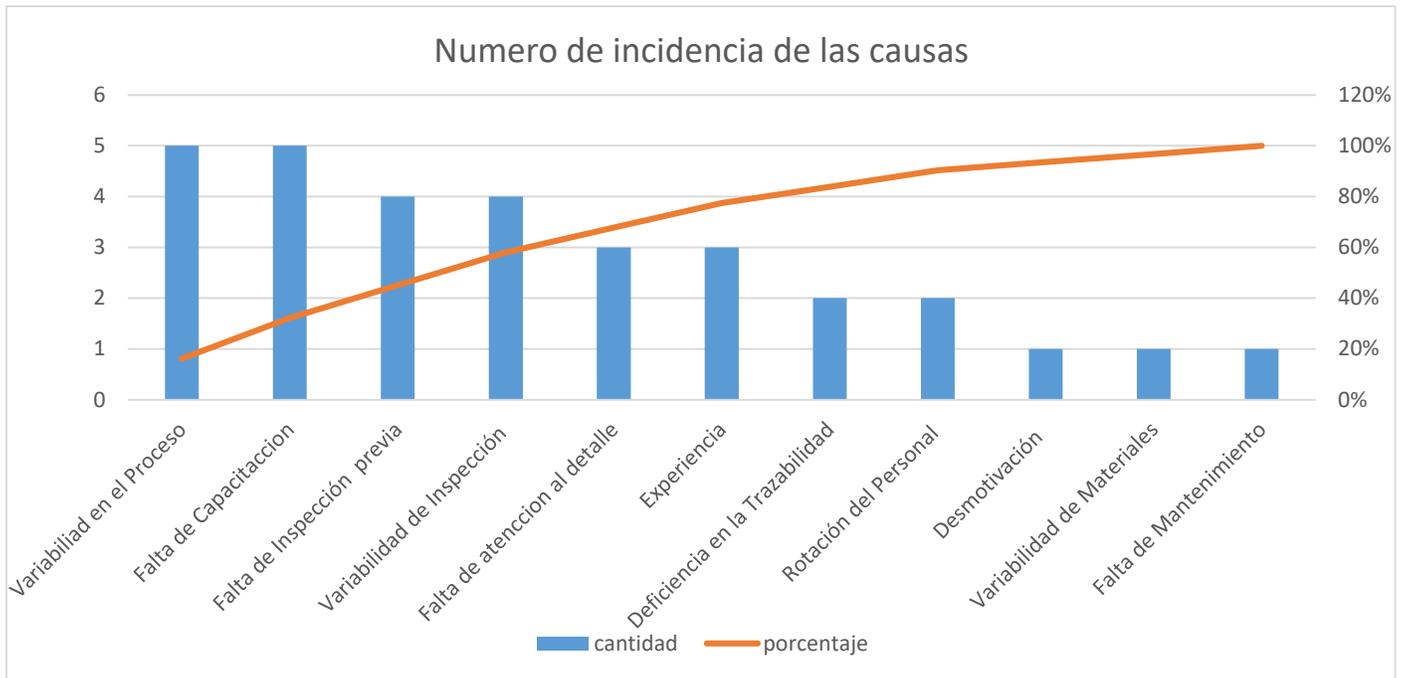
- 1) ¿Esta causa está generando el problema?
- 2) ¿Esta causa afecta el Yield del departamento?
- 3) ¿Esta causa se elimina, el problema se puede corregir?
- 4) ¿Se puede plantear una solución que sea realizable?
- 5) ¿La solución planteada se puede medir?
- 6) ¿El costo de implementar la solución es bajo?

Se clasifican de acuerdo al impacto que tienen sobre el problema de la siguiente manera:

- 1= Bajo impacto
- 2= Mediano impacto
- 3 = Alto impacto

La clasificación pertenece a cada causa como a la necesidad de mejora para disminuir la cantidad de rechazos de la fabricación de catéteres de diagnóstico médico.

**Grafico N° 6 Diagrama de Pareto de número de incidencias de las causas**



*Fuente: Elaboración propia con datos recolectados en el departamento AF en la empresa WML (Industria Medica)*

Tabla 3 Método Ponderado de las Causas del Diagrama de Ishikawa

MATRIZ DE PONDERACION DE CAUSA									
PROBLEMA	RECHAZOS DE UNIDADES								
CRITERIOS									
CAUSAS	FACTOR PROBLEMA	CAUSA DIRECTA	SOLUCCION DIRECTA	SOLUCCION FACTIBLE	ES MEDIBLE	BAJO COSTO	NECESIDAD DE MEJORA	PORCENTAJE	
<b>MANO DE OBRA</b>	Falta de Atención al Detalle	3	2	2	1	2	2	3	36%
	Rotación del Personal	2	2	2	2	3	2	2	26%
	Falta de Capacitación	3	3	3	3	3	3	5	90%
	Desmotivación	1	1	1	2	2	1	1	8%
	Experiencia	3	3	3	2	2	2	3	45%
<b>METODO</b>	Variabilidad del Proceso	3	3	3	3	3	3	5	90%
	Deficiencia de la trazabilidad	2	1	2	2	2	1	2	20%
	Falta de Inspección Previa	3	3	3	3	3	3	4	72%
	Variabilidad de Inspección	3	3	3	3	3	3	4	72%
<b>MATERIALES</b>	Variabilidad de Materiales	2	1	2	2	3	1	1	11%
<b>MAQUINARIA</b>	Falta de Mantenimiento	1	1	1	3	2	1	1	9%

Fuente: Elaboración propia

Según la matriz de ponderación los principales factores que afectan al problema de aumento de rechazos de unidades del departamento AF.

El factor de mano de obra representa un problema significativo, donde la principal causa es la falta de capacitación con un 90%.

El método de trabajo es un factor que presenta mayor incidencia en las causas presentando un impacto importante para el problema las que sobresalen es la variabilidad del proceso con un 90%, falta de inspección previa 72%, variabilidad de inspección 72%.

En el factor de materiales tiene menos irrelevancia en el problema dado 11% del problema pertenece a este factor, así mismo como como el factor de la maquinaria que significa 9%, lo que indica que estos dos factores no representan mayor valor en el aumento de los rechazos del departamento AF.

En resultados obtenidos en la matriz de ponderación para las causas del Diagrama de Ishikawa se puede observar que el factor método y mano de obra influyen de manera significativa en el aumento de rechazos de las unidades del departamento AF.

Las causas principales se encuentra con un 90% de incidencia en la pérdida del Yield del departamento, la falta de capacitación adecuada y la variabilidad del proceso deja a criterio del personal la forma en cómo se realizan las unidades por lo tanto el aumento en las unidades realizadas.

### 4.3 Resultados Obtenidos del Análisis de los Datos Recolectados

En base en análisis de la situación actual en la productividad del departamento se puede desglosar el costo que genera la cantidad de rechazos de unidades para la empresa e identificar la productividad actual para poder comparar la situación actual y las mejoras propuestas.

Se analiza el costo de mano de obra por unidad rechaza tomando como información los salarios de los trabajadores de los operarios certificado, supervisor e inspector calidad al departamento de finanzas, (este costo incluye las cargas sociales), este dato se tomó como un valor representativo debido a que es información confidencial de la empresa.

El costo de la mano de obra es una realccion por unidad realizada, debido que actualmente en él departamento trabaja con 70 operarios y un inspector de calidad; a continuación, se representan en la tabla 4.

*Tabla 4 Estimación de Salarios por Hora de Empleados de WML (Industria Medica).*

<b>Departamento/Puesto</b>	<b>Personal</b>	<b>Salario /Horas</b>	<b>Costo Total /Horas</b>
<b>Producción (Operarios)</b>	70	\$4	\$280
<b>Supervisor</b>	1	\$8.93	\$8.93
<b>Departamento de Ingeniería</b>	3	\$8.93	\$26.79
<b>Líder de Departamento</b>	1	\$5.36	\$5.36
<b>Inspector de Calidad</b>	1	\$3.58	\$3.58
<b>Entrenadores</b>	2	\$4.46	\$8.92

*Fuente: Elaboración propia con dado obtenidos de la empresa WML (Industria Medica).*

Costo por operación durante el proceso de manufactura la unidad aumenta el valor según el proceso. Debido que es un proceso de ensamble por cada operación el catéter aumenta el valor de materia prima en la tabla 5 se puede observar el costo por operación y valor total del costo por unidad de la materia prima

### 4.3.1 Costos que Afecta el Bajo Rendimiento

Las siguientes causas descritas en la tabla 5. Tienen un gran impacto en el aumento de rechazos del departamento AF, afectando el Yield de las órdenes de trabajo y aumentando los costos de producción. A continuación, se presenta los costos que afecta el bajo rendimiento para la empresa.

*Tabla 5 Costos por Unidades*

Requerimiento del producto		
Proceso	Materiales	Costo
Ensamble 1	Tubos de 146 cm	\$200
	Electrodos de Platino 6 mm	
	Alambre de Cobre	
Ensamble 2	Punta de Platino y Adhesivo	\$300
	Alambre de Cobre	
	Lamina de metal	
	Electrodos de Platino 6 mm	
	Tubos de 146 cm	
Ensamble 3	Tubos de 146 cm	\$350
	Punta de Platino y Adhesivo	
	Alambre de Cobre	
	Lamina de metal	
	Electrodos de Platino 6 mm	
	Manija de 16 cm	
Ensamble 4	Adhesivo	\$450
	Conector de 20 pines	
	Alambre de Cobre	
	Manija de 16 cm	
	Adhesivo	
	Lamina de metal	
	Tubos de 146 cm	
Punta de Platino y Adhesivo		
Electrodos de Platino 6 mm		
<b>Total de costo por unidad</b>		<b>\$ 450</b>

*Fuente: Elaboración propia*

*Tabla 6 Clasificación de las causas del diagrama de Ishikawa*

<b>Causas</b>	<b>% Ponderación de las Causas</b>
<b>Variabilidad en el Proceso</b>	<b>90%</b>
<b>Falta de Capacitación</b>	<b>90%</b>
<b>Falta de Inspección Previa</b>	<b>72%</b>
<b>Variabilidad de inspección</b>	<b>72%</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Las principales causas del Diagrama de Ishikawa que generan un impacto significativo para el departamento en el aumento de rechazos, donde se involucra la mano de obra de los operarios.

*Tabla 7 Costo de unidad rechazada*

<b>Mes</b>	<b>Volumen de Producción</b>	<b>Cantidad de Rechazos</b>	<b>% Rechazos</b>	<b>Costo por Unidad (\$450)</b>
<b>Julio</b>	7288	1197	17%	\$ 538650
<b>Agosto</b>	7288	1001	14%	\$ 450450
<b>Septiembre</b>	7288	1179	17%	\$ 530550
<b>Octubre</b>	7288	1624	23%	\$ 730800
<b>Noviembre</b>	7288	2081	29%	\$ 936450
<b>Total</b>	36440	7082	100%	\$ 3186900

*Fuente: Elaboración propia con datos recolectados en empresa WML (Industria Medica).*

El departamento rechazo un total de 7082 unidades en 5 meses generando una pérdida de \$3186900.

#### **4.3.2 Costos de mano de obra**

Para calcular el costo del proceso de catéteres se enfocará en el precio según el tipo de material ensamblado, asimismo como la mano de obra de los operarios en horas laborales cabe recalcar que las horas laborales de los operarios será un promedio, dado que no todos los operarios ganan la misma cantidad de dinero por hora, el salario del operario varía dependiendo la cantidad de antigüedad que tiene en la compañía.

Para calcular el costo total de las pérdidas de la empresa por las unidades rechazadas se toman en cuenta los siguientes datos

- a) Costo por operación durante el proceso de manufactura la unidad aumenta el valor según el proceso debido que es un proceso de ensamble por cada operación el catéter aumenta el valor de materia prima en la tabla número 5 se puede observar el costo por operación y valor total del costo por unidad.
  
- a) Cantidad de unidades rechazadas que sería la suma de unidades que mayor impacto tienen en la productividad.
- b) Las horas laborales en el proceso de ensamble final, así también como evaluar las horas extras que dedican a reproceso.
- c) Cantidad de operarios encargados del ensamble de unidades, según el procedimiento establecidos.

#### **4.2.4 Costos de mano de obra directa**

La mano de obra directa es una relación con el trabajo realizado por los operarios, el salario de los operarios es \$4 por hora, contemplando las cargas sociales.

El costo de la mano de obra se determinó bajo la siguiente formula:

- Costo de mano de obra directa = \$4 por hora.
- Costo de unidades rechazadas = Unidades rechazadas \* Horas de producción \* Salario de mano de obra.

*Tabla 8 Costo de Mano de Obra directa de las unidades rechazadas durante los meses de Julio a Noviembre 2016*

<b>Costo de Mano de Obra</b>	
<b>Unidades Rechazadas</b>	7082
<b>Horas de Producción por unidad</b>	2.85
<b>Salario de MO</b>	\$ 4
<b>Costo total de Mano de Obra</b>	\$ 80734,8

*Fuente: Elaboración propia con datos recolectados en empresa WML (Industria Medica).*

El costo de la mano de obra se obtiene en la cantidad de horas que trabajan los operarios para la realización de los catéteres de diagnóstico médico en el proceso descrito anteriormente. El costo por hora que se la paga al operario es promedio dado que depende de la antigüedad que tenga el operario de trabajar en la empresa y está definido en \$ 4 por cada hora. Este costo de mano de obra es el caso que las unidades sean realizadas sin invertir horas extras adicionales.

El costo de mano de obra que en base a las unidades rechazadas es un total de \$ 80734,8 por lo que para la empresa genera un costo de mano de obra importante.

#### **4.3.5 Horas Extras por Re-Trabajo:**

El departamento debe cumplir con la demanda del mercado por lo que ha requerido de horas extra ordinarias para reemplazar las unidades defectuosas en la siguiente tabla se detalla las cantidades de horas por semana y por cada turno laboral.

*Tabla 9 Horas Extras de Turno A y B para Cumplir Demanda del Mercado*

<b>Mes</b>	<b>Turno A</b>	<b>Turno B</b>	<b>Total</b>
<b>Julio</b>	1783,20 horas	124,94 horas	1908,14 horas
<b>Agosto</b>	1795,00 horas	583,76 horas	2378,76 horas
<b>Septiembre</b>	2192,00 horas	1065,80 horas	3257,80 horas
<b>Octubre</b>	3000,00 horas	1393,20 horas	4393,20 horas
<b>Noviembre</b>	3360,00 horas	1431,48 horas	4.791,48 horas
<b>Total de horas</b>	12130,20 horas	4599,18 horas	16729,38 horas

*Fuente: Elaboración propia con datos recolectados en empresa WML (Industria Medica).*

Esta hora extra ordinaria son pagadas a tiempo y medio por lo que por cada hora trabajada se pagaría un total de \$ 6 por hora extra ordinaria.

*Tabla 10 Costo de Horas Extras de los Meses de Julio a Noviembre 2016.*

<b>Mes</b>	<b>Total de Horas</b>	<b>Costo por Hora</b>	<b>costo Total</b>
<b>Julio</b>	1908,14 horas	\$ 6	\$ 11448,84
<b>Agosto</b>	2378,76 horas	\$ 6	\$ 14272,56
<b>Septiembre</b>	3257,80 horas	\$ 6	\$ 19546,80
<b>Octubre</b>	4393,20 horas	\$ 6	\$ 26359,20
<b>Noviembre</b>	4.791,48 horas	\$6	\$ 28748,88
<b>Total</b>	16729,38 horas	\$ 6	\$ 100376,28

*Fuente: Elaboración propia con datos recolectados en empresa WML (Industria Medica).*

En la tabla anterior se puede observar que actualmente la empresa WML (Industria Medica) invierte en horas extras \$ 100376.28 para poder cumplir con la demanda del mercado lo que significa durante el periodo de 5 meses

#### **4.4 Deducciones Generales del Diagnóstico Actual del Proceso de mano factura de Catéteres de Diagnostico Médicos**

Mediante los datos recolectados, se puede analizar y observar el diagnóstico de la situación actual en que se encuentra el departamento AF de la empresa WML (Industria Medica) en el proceso productivo de catéteres de diagnóstico médico, con el objetivo de encontrar los puntos de mejoras en el proceso. Contribuyendo en aumento del Yield del departamento y logrando beneficios económicos.

Este análisis se realiza en el proceso de ensamble de catéteres de diagnóstico médico donde se obtienen las siguientes hipótesis generales:

- 1) En el diagrama de Pareto se puede observar el histórico de 5 meses de la cantidad de unidades rechazadas, donde la principal causa lleva por nombre tubo dañado (R23DT) con una cantidad de 2659 unidades y no continuidad (R01-B) 661 unidades defectuosas.
  
- 2) El proceso de ensamble de catéteres está dividido en un sub ensamble y un ensamble final, estos procesos son realizados por operarios certificados y un operario de calidad certificado. Los operarios se encargan de realizar las operaciones de ensamble mientras los operarios de calidad ejecutan una inspección del catéter terminado. Las operaciones son elaboradas por diferentes operarios por lo que presenta variabilidad en el proceso.

- 3) En la elaboración de los ¿5 PORQUES? Se logró identificar un problema en el método de trabajo, dado que el ensamble de los catéteres depende del criterio del operario.
- 4) En el diagrama de Ishikawa se encontró que las principales causas que afectan el aumento de los rechazos son falta de capacitación que representa un 90%, variabilidad en el proceso 90%, falta de inspección previa, variabilidad de inspección.
- 5) Se recolecta el histórico de los datos de los costos de un periodo de 5 meses 2016 para determinar el estado económico actual de estos datos se define tanto el costo por unidad como el costo que genera el rechazo de unidades en dólares para obtener un panorama más amplio se establece la siguiente tabla con los datos obtenidos en un total de 5 meses esto se obtiene a partir del costo de mano de obra y la cantidad de unidades rechazadas y horas extras.

*Tabla 11 Costo Total de Mano de obra*

<b>Costo total de Mano de Obra</b>	
<b>Costo por unidad rechazada</b>	\$3186900
<b>Costo total de Mano de Obra</b>	\$ 80734,8
<b>Horas extras</b>	\$ 100376,28
<b>Total de costos</b>	\$ 3368011.08

*Fuente: Elaboración propia con datos recolectados en empresa WML (Industria Medica).*

**CAPITULO V**  
**PROPUESTAS DE IMPLEMENTACIÓN**

### 5.1.1 Planificación

Se define las actividades a través de un Diagrama de Gantt para llevar acabo la implementación y planificación de la propuesta

Figura 6 Plan de Implementación de la Propuesta selección

Actividades	nov-16				dic-16				ene-17				Feb-17			
	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W4
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	
<b>Análisis del diseño de la propuesta</b>	█	█	█													
<b>Reunión con gerencia y supervisor del departamento para informe sobre resultados de situación actual</b>				█												
<b>Presentar las propuestas de las mejoras a gerente y supervisor</b>				█												
<b>Clasificación de las propuestas</b>				█	█											
<b>Implementación de las propuestas</b>					█	█	█	█	█	█	█					
<b>Medición y análisis de los resultados obtenidos</b>										█	█	█	█	█	█	█

### 5.1.2 Descripción De Las Propuestas De Implementación

En el diagnóstico actual del proceso de fabricación de catéteres permitió encontrar deficiencias en el procedimiento utilizado en el departamento AF. Mediante la observación del procedimiento de manufactura se logra identificar que los procedimientos no son claros por lo que permite al operario realizar el ensamble de la forma que considere correcto.

El objetivo del diagnóstico es brindar información del estado actual en que se encuentra el departamento así mismo establecer mejoras que contengan beneficios económicos para la empresa.

Se establece una reunión con el gerente supervisor del departamento AF para informar los resultados obtenidos en la investigación, al mismo tiempo clasificar las propuestas que van a contribuir en la mejora del Yield del departamento.

*Tabla 12 Descripción de las propuestas de Implementación*

<b>Causas</b>	<b>Propuestas</b>	<b>Control</b>
<b>Falta de capacitación</b>	Capacitar al personal con las caracterizaciones del procedimiento de manufactura de los catéteres. Simplificar los procedimientos para disminuir la complejidad.	Crear registro de entrenamientos que permita concientizar al operario.
<b>Variabilidad del proceso</b>	Describir y estandarizar las instrucciones para la manufactura de los catéteres	Auditorios semanales para velar el cumplimiento del procedimiento sancionando al

		operario que incumpla
<b>Falta de inspección previa</b>	Implementar y estandarizar una inspección previa de cada operación realizada	Crear una boleta de aceptación que el operario se compromete aceptar las unidades debidamente inspeccionadas
<b>Variabilidad de Inspección</b>	Establecer y crear ayudas visuales con los criterios de aceptación o rechazo en por proceso de ensamble final, estandarizar los criterios entre los operarios	Comprometer al operario a utilizar las ayudas visuales, mediante sanciones al que incumpla

*Fuente: Elaboración propia*

## 5.2 Implementación De La Propuesta En El Departamento AF

### 5.2.1 Objetivos de las Propuestas de Implementación

Según las deficiencias que se obtuvieron en el diagnóstico de la situación actual del departamento AF, se requiere implementar un diseño de mejora que cumpla con los objetivos:

- Disminuir la cantidad de rechazos de unidades
- Reducir los costos en unidades rechazadas

- Reducción de horas extras
- Aumentar la productividad del departamento

### **5.2.2 Descripción de la Propuesta de Implementación de Variabilidad del proceso**

Esta propuesta está diseñada para ser implantada a corto plazo, esta no representa inversiones altas, siendo una alternativa económica para la empresa y así logrando que cumpla los objetivos planteados anteriormente generando mayor impacto en los beneficios económicos de la empresa. Estas mejoras se lograron identificar mediante herramientas aplicadas.

La propuesta consiste en estandarizar el procedimiento de manufactura mediante las caracterizaciones, con esta estandarización se reduce la variabilidad en cómo se realiza el ensamble de catéter en cada proceso.

Cambios que se realizaran en el procedimiento de manufactura para cada código de rechazos se hicieron pruebas de mejora contestando las siguientes preguntas

- **Como evitar tubo dañado?**

Para lo cual se implementaron en el procedimiento la siguiente estandarización, son los pasos que debe de seguir los operarios de manera que todos trabajen de la misma forma para evitar daños a las unidades.

Estos son los pasos a seguir en el ensamble 1:

Manera correcta de ponchar esto hace referencia a la parte de ensamble final 1 de manera que diga los pasos correctos que debe de realizar cada operador según el procedimiento.

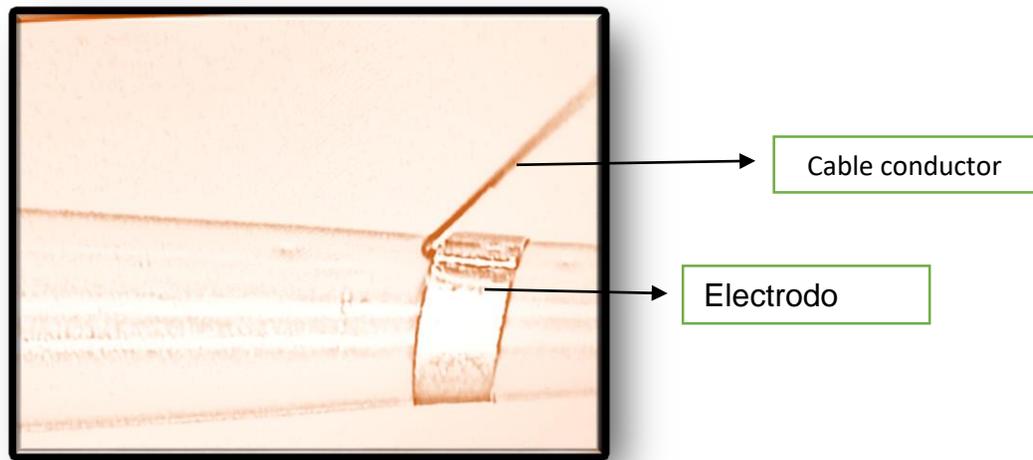
Pasos de procedimientos estandarizados:

1. Para facilitar el proceso de inserción de cables, se asignó por cada tipo de material trabajado una herramienta de tiraje
2. Cuando se tiene que ponchar el tubo se debe colocar el ponchador en un ángulo aproximado de 180, grados esto con el fin de evitar agujeros en el tubo.
3. Es importante ponchar una unidad primero para verificar que esté buena, después de asegurarse que cumple con las medidas indicadas en el dibujo se puede continuar ponchando sin exceder 5 unidades
4. Es importante estirar bien el tubo y masajear en caso de ser necesario para facilitar que los electrodos se deslicen con facilidad y evitar defectos de tubo dañado.
5. Al utilizar la herramienta de ensamble de los electrodos se debe sujetar la unidad dentro del tubo de silicona, debe ser centrarlo en el torno o no sobre apretar, pues esto podría aplastar el tubo
6. Cuando sea necesario reemplazar un electrodo, en el corte del electrodo debe utilizar una herramienta de corte (pinzas) que únicamente toque el agujero anteriormente realizado (Ponchado) para evitar daños en el tubo.

- **¿Cómo evitar la no Continuidad?**

1. Al momento de introducir los electrodos se debe evitar halar el cable conductor ya que este puede provocar mucha manipulación en el cable y generar desprendimiento del cable y rechazos por no continuidad
2. No mover los cables conductores hacia atrás más de 90°

Figura 7 Ejemplo de implantación



Fuente: Elaboración propia

3. Cada vez que termine una unidad se debe de colocar en la bandeja manteniendo los cables estirados adecuadamente

Figura 8 Ejemplo de implantación

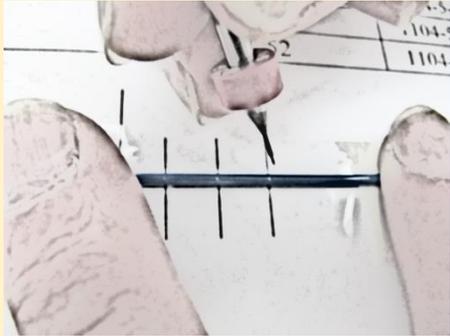


Fuente: Elaboración propia

4. Para realizar la primera inserción del cable conductor se debe sostener con la mano izquierda la herramienta para ensamble de los electrodos mientras que con la mano derecha se halla el resto del cable hasta encontrar la punta del cable para ser enhebrada en la herramienta de tiraje.

Esta técnica ayuda a que el cable conductor no se doble hacia atrás 90° evitando la no continuidad y corte de cable al borde de los electrodos.

*Figura 9 Mejoras en variabilidad del proceso*

Actual	Propuesta Variabilidad del proceso
<p>9.1.10.4 Utilice la plantilla de espaciamento de agujeros y el Drill # 79 para perforar los huecos en el tubo, de acuerdo al plano indicado en la orden de producción. Continúe con el paso 1.10.11.</p>	<p>9.1.10.4 Utilice la plantilla de espaciamento de agujeros y el Drill # 79 para perforar los huecos en el tubo, de acuerdo al plano indicado en la orden de producción. Continúe con el paso 9.1.10.11.</p> <p><b>NOTA:</b> Ponche el Tubo Shaft en posición angular para facilitar la inserción de la aguja de tiraje. Adicionalmente se recomienda únicamente ponchar una unidad y luego verificarla con respecto a la plantilla del dibujo correspondiente. Si la primera unidad es aceptable, continúe ponchando las unidades en subgrupos de 5 unidades como máximo hasta completar la orden de producción.</p> 

9.1.10.14 Para facilitar la inserción de la Banda, estire y frote suavemente la superficie del tubo para hacerlo más flexible. Deslice cada sub-ensamble de banda hasta que el sub-ensamble de la banda esté a 2 mm (referencia) de cada orificio perforado.



9.1.10.16 Para facilitar la inserción de la Banda, estire y frote suavemente la superficie del tubo para hacerlo más flexible. Luego tire suavemente de las bandas sobre los orificios perforados para evitar defectos o daños en el tubo. Deslice cada sub-ensamble de banda hasta que el sub-ensamble de la banda esté a 2 mm (referencia) de cada orificio perforado.



9.1.10.12 Inserte el tubo en el tubo protector de silicona transparente a través del fixture para tirar de la banda. Si utiliza el espaciador de tiraje de banda 90160346 y 90160344, sujete el tubo con el mandril de 0,5 cm a 1 cm (referencia) antes del próximo agujero.

9.1.10.12 Inserte el tubo en el tubo protector de silicona transparente a través del fixture para tirar de la banda. Para evitar daños en el tubo. Si utiliza el espaciador de tiraje de banda 90160346 y 90160344, sujete el tubo con el mandril de 0,5 cm a 1 cm (referencia) antes del próximo agujero.



**NOTA:** Reemplace el sub-ensamble de la banda si el alambre conductor se desprende de la banda durante el proceso de tiraje de la banda.

**NOTA:** Reemplace el sub-ensamble de la banda si el alambre conductor se desprende de la banda durante el proceso de tiraje de la banda. Método para reemplazar las bandas:

**Paso 1:** Mueva la banda al borde del agujero como se muestra en la figura A (abajo).

**Paso 2:** Cuando realice el corte de la banda, asegúrese de que la herramienta de corte (pinzas de corte) únicamente toque el lado donde el agujero es localizado, para evitar dañar el tubo como se muestra en la figura B abajo.

9.1.10.15 Inserte la aguja para tiraje en el orificio perforado. Enhebre el alambre conductor en la aguja para tiraje. Luego, tire suavemente del alambre conductor a través del orificio del tubo y por fuera del extremo proximal del tubo.

**NOTA:** Para evitar el defecto de no continuidad en la banda, no tire del cable conductor cuando esté insertando la banda. El exceso de manipulación de los cables hacia delante y hacia atrás puede causar que el cable se rompa contra el borde de la banda.

9.1.10.17 Inserte la aguja para tiraje en el orificio perforado. Enhebre el alambre conductor en la aguja para tiraje. Luego, tire suavemente del alambre conductor a través del orificio del tubo y por fuera del extremo proximal del tubo. Manipule cuidadosamente los cables conductores cuando realice el tiraje en el extremo proximal del tubo Shaft, esto evitará los nudos y cables enredados. En el momento de tirar de la aguja, compruebe el extremo distal para verificar que el alambre no está enredado (nudos en el orificio perforado) como se muestra en la figura A abajo. No use la aguja o la herramienta de perforación # 79 para desenredar los cables ya que puede causar que los cables se revienten, Refiérase a la figura B abajo.

*Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del departamento AF*

Tabla 13 Actividades e implementación Variabilidad de Inspección

Actividad	Horas Invertidas	Recursos Invertidos	Costos
Reunión con Ingeniera de manufactura y calidad para estandarizar procedimientos	10	Departamento de Ingeniera de manufactura Departamento de Ingeniera de Calidad	\$267,9
Reunión con operaria con experiencia	8	Operaria	\$28,64
Reunión con Ingeniera de manufactura y calidad para Presentación de caracterizaciones	1	Departamento de Ingeniera de manufactura	\$26,79

		Departamento de Ingeniera de Calidad	
Entrenamiento al Personal	1	Entrenadoras Operarios	\$259,53
Costo Total			\$582,86

*Fuente: Elaboración propia*

El costo que genera implementar esta propuesta es de \$582,86 por motivos de ser un cambio en el procedimiento depende de la autorización de diferentes gerentes por lo que requirió de varias semanas para ser aceptada.

### **5.2.3. Descripción de la Propuesta de Implementación de Variabilidad de Inspección**

Esta propuesta tiene como finalidad crear ayudas visuales para estandarizar criterios de aceptación y rechazos en cada operación que le permita al operario tomar decisiones oportunas. Para esta propuesta se utilizó el procedimiento de manufactura y se realizó un entrenamiento con el personal involucrado en el ensamble del catéter.

Con la implementación de esta mejora de establecer los pasos a seguir en el procedimiento (Estandarización de procedimiento), se logró alinear los criterios entre operarios eliminando la subjetividad, así mismo se elimina que lleguen unidades defectuosas a inspección final. Los resultados de esta mejora se ven reflejada en la disminución de los rechazos basados en el histórico de la empresa en el periodo de julio a noviembre del 2016, así mismo como los datos tomados d las dos primeras semanas de enero del 2017.

Los documentados fueron utilizados por el departamento de ingeniería de calidad para especificar y aclara los criterios de cada proceso.

*Tabla 14 Actividades e implementación Variabilidad de Inspección*

<b>Actividad</b>	<b>Horas Invertidas</b>	<b>Recursos Invertidos</b>	<b>Costos</b>
Reunión con Ingeniería de manufactura y calidad para estandarizar criterios de inspección	2,3	Departamento de ingeniería Supervisor Líder del departamento	\$202
Cambios en documentos	Por motivo de ser una Industria médica, se limita por ciertas regulaciones por ese motivo se invirtió días para ser aprobado	Departamento de ingeniería	\$1479
Entrenamiento del personal	1	Entrenadoras	\$260
Costo total de implementación			\$1941

*Fuente: Elaboración propia*

Como se muestra en la tabla anterior la implementación de la estandarización de en la inspección tiene un costo de \$1941 esto se determinó multiplicando la cantidad de hora invertidas y es multiplicado por la mano de obra por las horas de los recursos invertidos.

#### **5.2.4 Descripción de la Propuesta de Implementación de Falta de Inspección previa**

Esta propuesta se basa en estandarizar la inspección previa a cada operación mediante método de ayuda visual, así como una prueba de continuidad previa con un multímetro. Esta mejora se basó en la necesidad de mejorar el Yield del departamento para disminuir la no continuidad, esto permite asegurar que las conexiones están correctamente y no causara rechazos en inspección final.

La propuesta consiste en lo siguiente:

Esta inspección se realiza antes de los ensambles 2,3,4, previo a iniciar los procesos de ensamble con el objetivo de garantizar que la unidad este aceptada correctamente en la operación anterior.

El operario encargado de realizar esta prueba debe asegurarse e realizar correctamente la inspección por lo que se le realizo un check list con los pasos a seguir

1. Use una máquina de pelado de alambres para remover el aislamiento de los alambres conductores.
2. Ajuste el multímetro al modo de “continuidad” buscar un símbolo de diodo con las ondas de propagación alrededor de él (como el sonido procedente de un altavoz).
3. Empiece probando cada uno de los electrodos para identificar si tiene continuidad el alambre.
4. Una vez que realizo la prueba acepte de ser necesario o re trabaje
5. Llene el formulario de control

La segunda inspección previa es en cada operación el operario que la realiza debe revisar en el microscopio en una magnificación de (8X-10X) que las unidades no tienen ningún daño en el tubo.

Figura 10 Evidencia de implantación de la propuesta

Actual	Propuesta de Inspección Previa
<p data-bbox="318 478 521 512"><b>No se realiza</b></p>	<p data-bbox="621 478 1373 569">Implementar y estandarizar una inspección previa de cada operación realizada</p> <p data-bbox="621 688 1373 753">9.3.1.17 Utilice un multímetro para medir la continuidad entre la banda o punta y el cable conductor.</p> 

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15 Actividades e implementación de Inspección previa

Actividad	Horas Invertidas	Recursos invertidos	Costos
Reunión con el personal de ingeniera para requerimientos	2	Departamento de ingeniera	\$53,58
Presentación de propuesta al gerente y departamento de ingeniera (Soporte)	3	Departamento de ingeniería y Gerente del departamento	\$150,03
Entrenamiento	96	Entrenadores	\$771,84
Total			\$975,45

Fuente. Elaboración propia

Como se muestra en la tabla anterior la implementación de inspección previa es de \$975.45 cabe aclarar que el periodo de entrenamiento el operario usara 96 horas que serán productivas, lo que significa que operario hará pruebas con material de producción. Esta inspección previa será realizada por uno operario ocioso<sup>3</sup>

Esto se determinó multiplicando la cantidad de horas invertidas y es multiplicado por la mano de obra por las horas de los recursos invertidos.

#### 5.4.5 Descripción de la Propuesta de Implementación de Falta de Capacitación

Después de los cambios obtenidos del procedimiento de manufactura se procede a capacitar al personal (Ver anexo N°7) en los cambios con ayuda de las

<sup>3</sup> Que está inactivo o desocupado

caracterizaciones simplificando los procedimientos, el objetivo de esta propuesta es entrenar al personal en los cambios permitiendo disminuir la variabilidad en el proceso, así mismo como la subjetividad de inspección.

*Tabla 16 Actividades e implementación Capacitación de personal*

<b>Actividad</b>	<b>Horas Invertidas</b>	<b>Recursos invertidos</b>	<b>Costos</b>
Capacitar a las entrenadoras en los cambios	2	Entrenadoras	\$501,2
Entrenamiento del personal	2	Entrenadoras Operarios	\$17,86
Costo Total			\$519,06

*Fuente: Elaboración propia*

Como parte de las oportunidades de mejora se establece entrenar al personal con el fin de eliminar los rechazos de unidades por causas de variabilidad de proceso y variabilidad de inspección.

En la tabla 16, se puede observar que, para ejecutar las actividades de la mejora, se debe realizar una inversión total de \$519,06.

### **5.3 Análisis Costo Beneficio De Todas Las Mejoras Propuestas**

Se determinó los costos de cada mejora propuesta, mediante un análisis de costo beneficio, contemplando el costo total al implantar cada propuesta. En la siguiente tabla se puede observar el resumen de costos de las propuestas implantadas.

*Tabla 17 Resumen de los costos totales de la implementación de las mejoras propuestas en este proyecto*

<b>Propuestas</b>	<b>Costo Total</b>
Capacitar al personal con las caracterizaciones del procedimiento de manufactura de los catéteres.	\$519,06
Describir y estandarizar las instrucciones para la manufactura de los catéteres	\$582,86
Implementar y estandarizar una inspección previa de cada operación realizada	\$975.45
Establecer y crear ayudas visuales con los criterios de aceptación o rechazo en por proceso de ensamble final, estandarizar los criterios entre los operarios	\$1941
<b>Total</b>	<b>\$4018,37</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

Como se puede analizar en la tabla anterior establece que el costo total de implementación de las mejoras es de \$4018,37 por lo que se realiza el análisis para mostrar el ahorro aproximado que tendrá la empresa.

### **5.3.1 Análisis de las propuestas implementadas hasta el mes de febrero 2017**

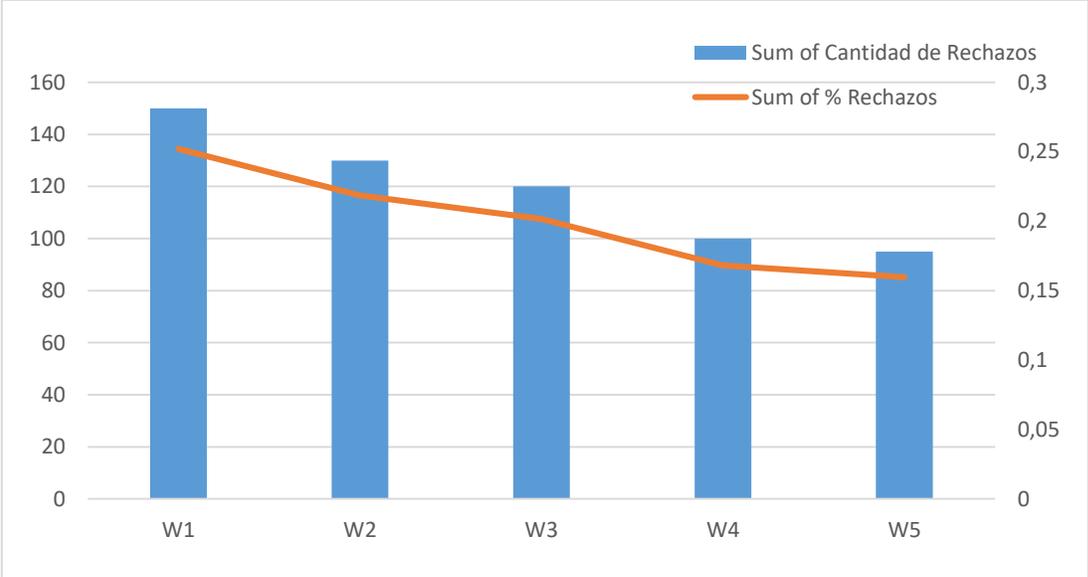
A continuación, se presenta el siguiente gráfico con los datos suministrados por el departamento AF de la empresa WML (Industria Medica) sobre los resultados obtenidos en la estandarización de procedimientos de manufactura, así como alinear la variabilidad de inspección, inspección previa, capacitación del personal.

Se puede observar en el grafico N° 6 la cantidad de unidades rechazada, este dato se obtiene de la recolección de cinco semanas después de los cambios realizados en el procedimiento de manufactura.

Como parte inicial de la mejora con esta propuesta se puede determinar un impacto positivo en la productividad del departamento AF, de forma que se puede observar disminución en el aumento de rechazos, obteniendo un resultado importante para la empresa.

Esta propuesta no generaría altos costos de implementación a la empresa WML (Industria Medica), dado que son propuestas a corto plazo que mejoraría la situación actual con bajos costos de implementación.

**Grafico N° 7 Porcentajes de rechazos de 5 semanas del año 2017**



*Fuente: Elaboración propia con datos recolectados en el departamento AF en la empresa WML (Industria Medica)*

Se puede observar la tendencia de la cantidad de unidades rechazadas, conforme avanza las semanas disminuye la cantidad de rechazos permitiendo aumentar el Yield del departamento.

*Tabla 18 Costo de unidades rechazadas*

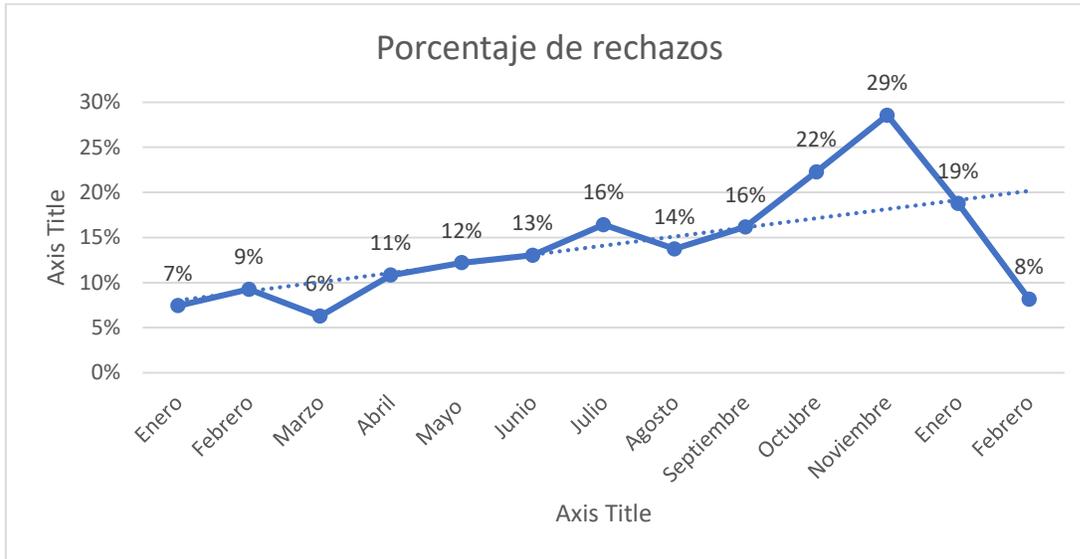
<b>Semanas</b>	<b>Volumen de Producción</b>	<b>Cantidad de Rechazos</b>	<b>% Rechazos</b>	<b>Costo por Unidad (\$450)</b>
W1	1822	150	25%	\$ 67500
W2	1822	130	22%	\$ 58500
W3	1822	120	20%	\$ 54000
W4	1822	100	17%	\$ 45000
W5	1822	95	16%	\$ 42750
Total	9110	595	100%	\$267750

*Fuente: Elaboración propia.*

### **5.3.2 Análisis de Rendimiento De Las Mejoras Implementadas Durante El Período Octubre 2016-Febrero 2017.**

El rendimiento del departamento AF presenta un impacto positivo con respecto a las mejoras implementadas, a continuación, se muestra cómo se encontraba la empresa en cuanto los datos históricos brindados correspondiente a los meses de julio a noviembre 2016 y los resultados obtenidos después de la implementación

**Grafico N° 8 Datos histórico del rendimiento del departamento AF del periodo de Julio- Noviembre 2016**



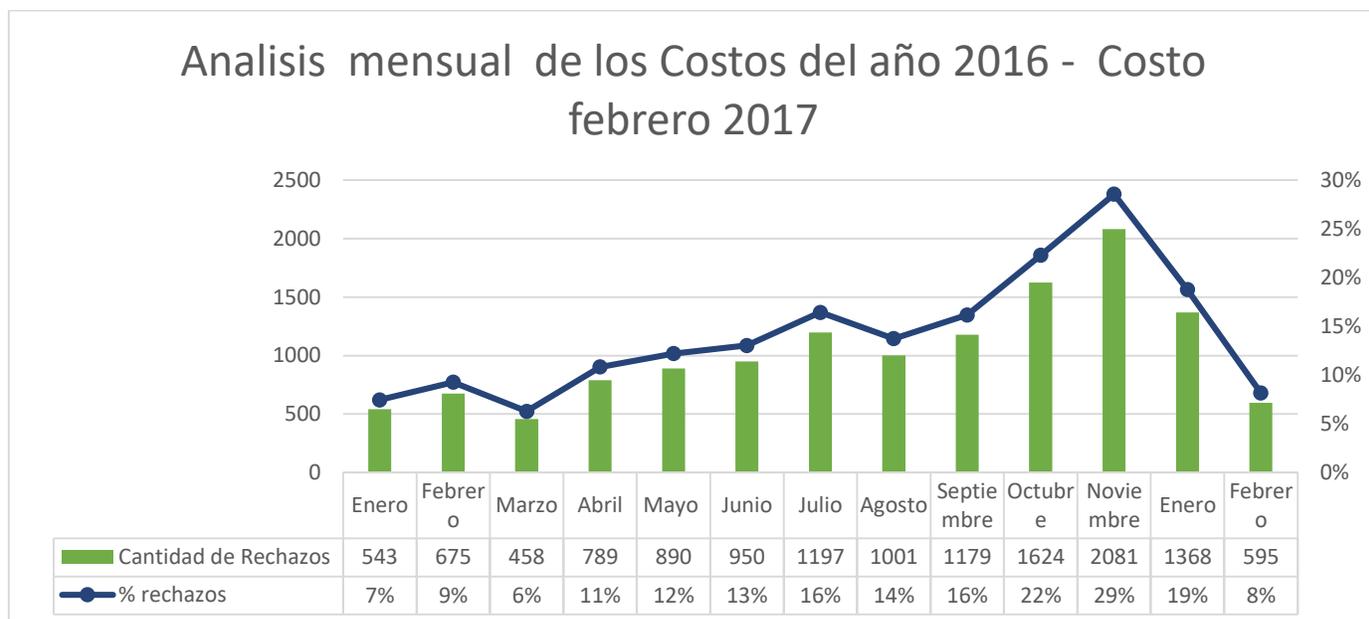
Fuente: Elaboración propia

El grafico N°8 muestra como la cantidad de rechazos aumento de un julio con un 17% de unidades rechazadas a noviembre con un 29% de los rechazos. En los meses enero-febrero del 2017, mediante la implementación de las propuestas se observa una disminución de los rechazos, en esta mejora se debe tener presente la curva de aprendizaje que se requiere de los trabajadores para estandarizar los procesos.

### 5.3.3 Análisis de Costo Beneficio en la disminución del Rechazos

Con este análisis se quiere lograr mostrar los beneficios obtenidos con la implantación de la estandarización de los procedimientos de manufactura y en como a disminuir los costos por unidades rechazadas, lo cual representaba pérdidas para la empresa.

**Grafico N° 9 Análisis mensual de los Costos del año 2016 y Costo de febrero 2017**



*Fuente: Elaboración propia*

En el gráfico anterior se nota como en los últimos meses el porcentaje de rechazos ha disminuido en comparación en el histórico de los meses del año 2016. Donde se puede observar el mes de febrero representa un 8% de la cantidad de rechazos

*Tabla 19 Ahorro anual aproximado en los costos por rechazos antes de las mejoras promedios anuales después de la implementación de las mejoras*

	<b>Cantidad de producción</b>	<b>Cantidad de Rechazos (\$450)</b>	<b>Costos \$</b>
Promedio anual aproximado antes de la mejora	87456	16337	7351650

Promedio anual aproximado después de la mejora	87456	8168,5	3675825
Promedio anual aproximado para la empresa WML (Industria Medica)	87456	8168,5	3675825

Fuente: *Elaboración propia.*

En la tabla 19 se puede apreciar que la empresa WML (Industria Medica), obtuvo un beneficio económico de \$ 3675825 anuales, con la implementación de las propuestas lo que corresponde a 50% del ahorro en comparación con los datos anuales del año 2017.

### 5.3.4 Costo Análisis beneficio en Horas Extras

La siguiente tabla demuestra el análisis costo beneficio que WML (Industria Medica) obtuvo al implementar todas las propuestas descritas en este proyecto.

**Grafico N° 10 Análisis mensual horas extras en el año 2016 y febrero 2017**



Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 20 Comparación de las horas extras antes después de las mejoras

Costos de Horas Extras		Total
Horas Extras	26512.22 horas	\$159073,32
Costo de Horas	\$6	
Costo de Mano de Obra Después de la Mejora		
Horas Extras	13256.11 horas	\$79536,66
Costo de Horas	\$6	
Ahorro Total	\$79536,66	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 20 se proyecta e beneficio de la comparación entre los costos de la hora extra antes y después de la implementación de las mejoras donde se logró disminuir en las horas extras \$79536,66 que significa que tuvo un ahorro de un 50% en las horas.

### 5.3.5 Análisis Costo Beneficio de Todas las Mejoras Propuestas

En la siguiente tabla muestra el análisis final del costo beneficio obtenido con las propuestas de mejora en el departamento AF.

Tabla 21 Análisis Costo Beneficio de todas las mejoras propuestas para la empresa WML (Industria Medica)

Costo beneficio	
Ahorro disminución de rechazos	\$3675825

<b>Ahorro en horas extras</b>	\$7953666
<b>Ahorro Total</b>	\$3755361,66
<b>Costo de implementación</b>	\$4018,37
<b>Beneficio/Costo</b>	\$933,54

*Fuente: Elaboración propia.*

En tabla anterior se puede observar, el beneficio obtenido de \$3755361.66 para la empresa WML (Industria Medica), versus el costo de implementación de las mejoras que fue por un monto de \$4018,37 demostrando que tiene un factible dado que el beneficio costo es de \$933,54.

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES**

## 6.1 Conclusiones

En este proyecto, se logró implementar la propuesta de mejora planteada buscando un impacto significativo en el redimiendo del departamento AF de la empresa WML (Industria Medica) obteniendo las siguientes conclusiones:

Con base a los datos recolectados se determinó que las principales causas de los rechazos del departamento AF son variabilidad en el proceso, falta de capacitación, falta de inspección previa, variabilidad de inspección. Se cumple el primer objetivo específico, determinar las causas de los rechazos de las unidades del Departamento AF de la empresa WML (Industria Medical).

Para lograr el cumplimiento del segundo objetivo proponer mejoras en el procedimiento de manufactura que permita detección de errores durante el proceso.

- Estandarización de los procedimientos, incluyendo de forma escrita el correcto ensamble de las unidades, eliminando la subjetividad del operario.
- Prueba del multímetro durante el ensamble del catéter para disminuir el rechazo por el código R01-B
- Otra causa es falta de capacitación por lo cual realizó refrescamientos, y se entrenó al personal en los cambios realizados en la estandarización del procedimiento.

Este proyecto estaba enfocado en disminuir los rechazos del departamento AF para aumentar la productividad incrementado los ingresos económicos, pero esto no sería posible si no se estandariza el procedimiento.

Por lo cual se plantea las siguientes propuestas de mejoras enfocadas en la disminución de costos y aumento del Yield, reduciendo las horas extras y la cantidad de rechazos incrementando los beneficios económicos por lo que se valoró el costo beneficio de implementar las mejoras en el procedimiento de manufactura.

Se presentaron las propuestas y con el desarrollo se logró aumentar un 98,4% (Ver anexo N°5) de la productividad del departamento a comparación a Yield anterior 88,1% (Ver anexo N°4) además se alcanza las metas establecidas por gerencia, según la proyección de ahorros, se obtiene un monto \$3755361,66. Una vez alcanzados los objetivos específicos se concluye que se logró el objetivo general de disminuir la cantidad de rechazos de R23DT y R01-B , el cual fue desarrollado mediante la metodología DMAIC aumentado el Yield del departamento disminuyendo los costos, alcanzando los indicadores establecidos.

## **6.2 Recomendaciones Propuestas**

- Asegurarse de la correcta implementación para garantizar que el personal este comprometido con la propuesta.
- Implementar un sistema de trazabilidad que permita tener datos históricos de cada unidad realizada para tener un mayor control.
- Estandarizar 5 s en el departamento para mantener el orden en las estaciones de trabajo utilizando las herramientas necesarias en cada proceso.
- Implementar una capacitación correcta, determinando periodos establecidos de entrenamientos.
- Revisar los indicadores de productividad para el mejoramiento continuo, los porcentajes de variación para mantener mayor control.
- Hacer auditorias para asegurar la ejecución de las mejoras implementadas en este proyecto para seguir alcanzando las metas.

## Bibliografía

*Acuña, J. (2012). Control de Calidad un Enfoque Integral y Estadístico.*

*Cartago, Costa Rica: Tecnológica de Costa Rica.*

*Benjamín, A. (2014). Ingeniería industrial de Niebel. (13a. ed.) McGraw-Hill Interamericana. Tomado de <http://201.195.87.22:2222>*

*Departamento de Recursos Humanos WML (Industria Medica). (2016) Datos de la empresa. Recuperado el 18 octubre de 2016 <https://sjmcentral.sjm.com/my.policy>*

*Gutiérrez, H. (2005). Calidad total y productividad. Editorial McGraw-Hill Interamericana. (3a. ed.).*

*Gutiérrez, H. (2013). Control estadístico de la calidad y Seis Sigma. Editorial McGraw-Hill Interamericana. (3a. ed.). Tomado de <http://201.195.87.22:2222>*

*Hernández, R. et al. (2010). Metodología de la Investigación. México:*

*McGrawHill Companies, Inc.*

*Romero S (2014) Introducción a la Ingeniería. 2a. Ed. Dr. Cengage Learning Editores. Tomado de [https://issuu.com/cengagelatam/docs/romero\\_issuu](https://issuu.com/cengagelatam/docs/romero_issuu)*

*Morales, J. (2007). "Aplicación de la metodología seis sigma, en la mejora del desempeño en el consumo de combustible de un vehículo en las condiciones de uso*

*del mismo". México,D.F Recuperado el 9 octubre 2016 de*  
<http://www.bib.uia.mx/tesis/pdf/014873/014873.pdf>

*Gestión Calidad.(2009-2016). "Trazabilidad en la calidad"*

*Recuperado el 9 de octubre de 2016 de*

<http://gestion-calidad.com/trazabilidad-en-calidad>

## **ANEXOS**

## Anexo 1 Implementación de estandarización de procedimiento

### PROPÓSITO

Describir las Instrucciones de Manufactura para los Catéteres Orientables Regulares y Curva Halo con Lámina Plana.

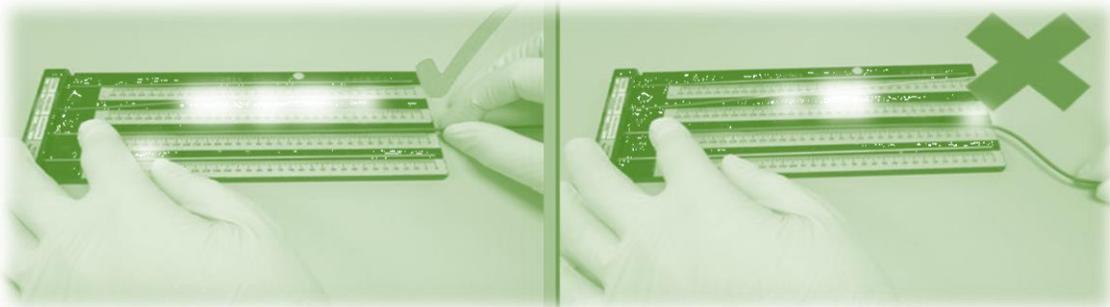
### ALCANCE

Esta Instrucción de Manufactura aplica para los catéteres Orientable Regular y Curva-H con Lámina Plana en WML (Industria Medica) División Cardiovascular y Tecnologías de Ablación Technologies

### 1.1 Etapa 1: subensamble del tubo / resorte / electrodo

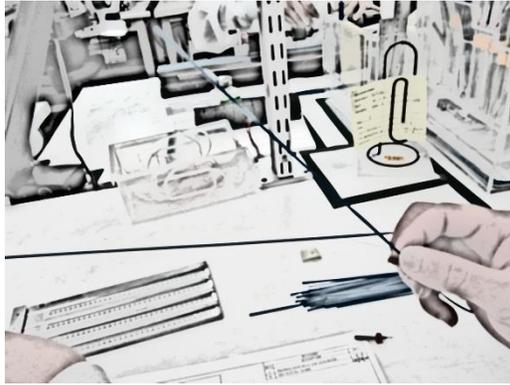
1.1.1.1 Verifique que la fusión sea exitosa:

- Usando el Bloque para verificación del Tubo ██████████, ██████████ el lado distal del tubo en el respectivo mandrel, y cuidadosamente empuje el tubo contra el mandril para verificar que la fusión al resorte sea exitosa.



Empujar suavemente el resorte dentro el tubo en el lado proximal según la figura abajo. El resorte no se moverá dentro del tubo cuando la fusión en el tubo ha sido

exitosa.

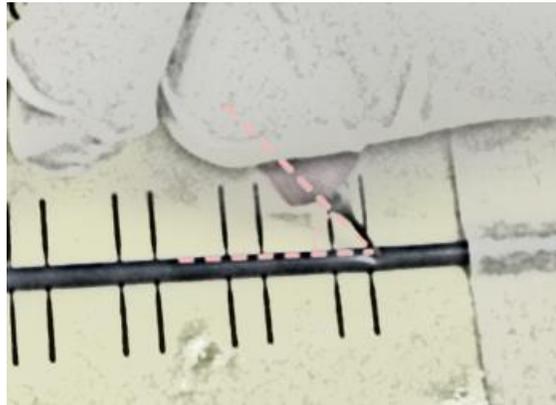


- 1.1.1.2 Remueva cuidadosamente de la herramienta de bloque para verificación del resorte, el tubo que contiene el tubo [REDACTED] en el interior.

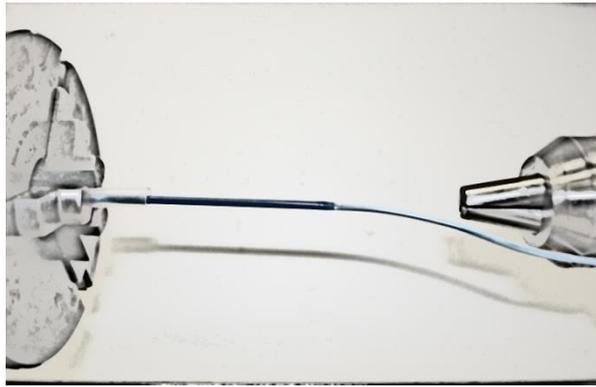
**NOTA:** Sujete el tubo ligeramente hacia arriba para asegurarse que el tubo [REDACTED] no se caiga. Como método recomendado coloque las unidades en una posición vertical para mantener el tubo [REDACTED] en la posición requerida. Refiérase a la figura de abajo.

- 1.1.1.3 Utilice el dibujo de espaciamiento de agujeros y [REDACTED] para perforar los huecos en el tubo, de acuerdo al plano indicado en la orden de producción. Continúe con el paso 9.1.10.11.

**NOTA:** Ponche el Tubo [REDACTED] en posición angular para facilitar la inserción de la aguja de tiraje. Adicionalmente se recomienda únicamente ponchar una unidad y luego verificarla con respecto dibujo correspondiente. Si la primera unidad es aceptable, continúe ponchando las unidades en subgrupos de 5 unidades como máximo hasta completar la orden de producción



- 1.1.1.1 Inserte el tubo en el tubo protector de silicona transparente a través del fixture para tirar de la banda. Para evitar daños en el tubo. Si utiliza el espaciador de tiraje de electrodo [REDACTED], sujete el tubo con el mandril de 0,5 cm a 1 cm (referencia) antes del próximo agujero.



- 1.1.1.1 Deslice los subensambles del electrodo en el tubo y preense ambos extremos del tubo. Si se utiliza el espaciador de tiraje de electrodo [REDACTED] y [REDACTED], mantenga la sección distal del tubo de 1 cm a 1.5 cm (referencia) del agujero de [REDACTED]



**NOTA:** Reemplace el subensamble del electrodo si el alambre conductor se desprende del electrodo durante el proceso de tiraje de del electrodo. Método para reemplazar los electrodos:

**Paso 1:** Mueva el electrodo al borde del agujero como se muestra en la figura A (abajo).

**Paso 2:** Cuando realice el corte del electrodo, asegúrese de que la herramienta de corte únicamente toque el lado donde el

agujero es localizado, para evitar dañar el tubo como se muestra en la figura B abajo.

Figura A

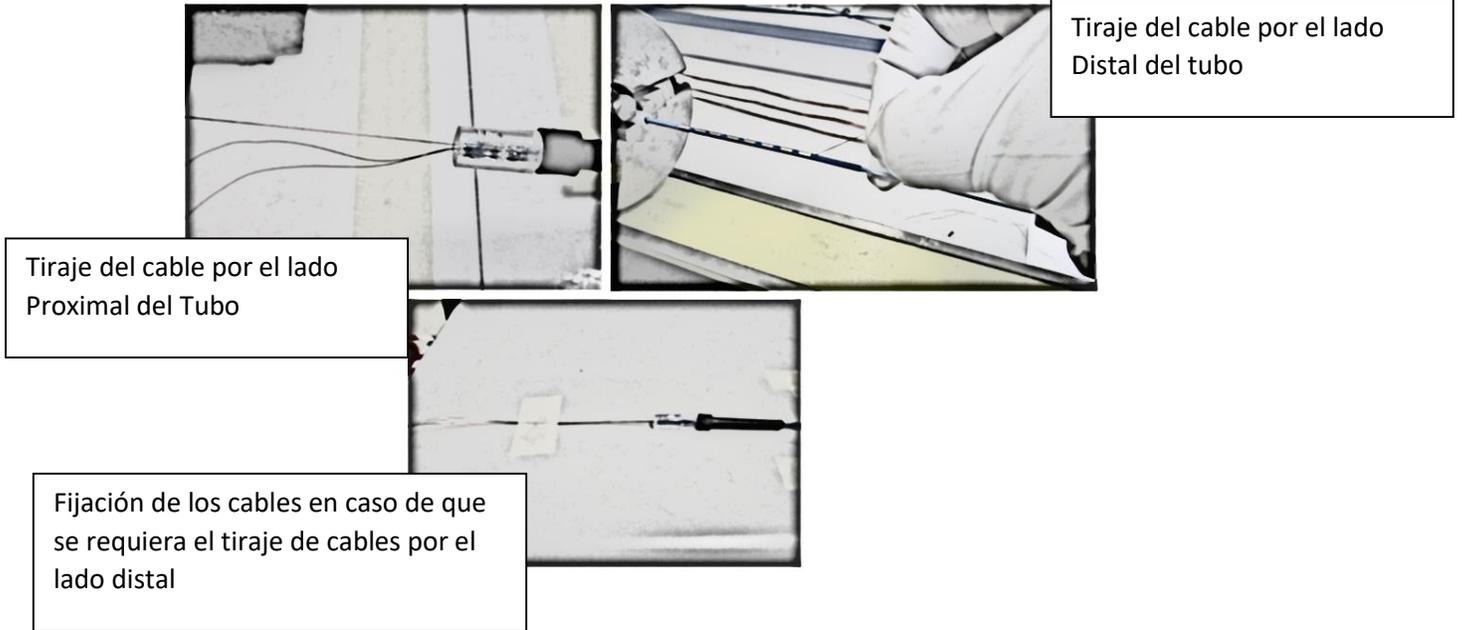


Figura B



- 1.1.1.1 Para retirar un cable (suelto) que haya sido desprendido del electrodo, tire del cable suelto por el extremo proximal del tubo, si no se observa el cable en el extremo mencionado (proximal), asegúrese de fijar todos los alambres (previamente introducidos en el catéter si aplica) antes de tirar del cable [REDACTED]; hacerlo de esta forma evita que los alambres introducidos se muevan dentro del catéter, evitando así los

nudos.



- 1.1.1.1 Para facilitar la inserción del electrodo, estire y frote suavemente la superficie del tubo para hacerlo más flexible. Luego tire suavemente de las bandas sobre los orificios perforados para evitar defectos o daños en el tubo. Deslice cada subensamble del electrodo hasta que el subensamble del electrodo esté a 2 mm (referencia) de cada orificio perforado.

**NOTA:** Para evitar el defecto de no continuidad del electrodo, no tire del cable conductor cuando esté insertando el electrodo. El

exceso de manipulación de los cables hacia delante y hacia atrás puede causar que el cable se rompa contra el borde del electrodo.



- 1.1.1.1 Retire el subensamble del electrodo / tubo del fixture para tiraje de electrodo.

**NOTA:** Si el tubo está sobre estirado, aplique calor al tubo utilizando una pistola de aire caliente

**NOTA:** Mantenga total atención cuando utilice la pistola de aire caliente, ya que un descuido puede causar tubo quemado por

utilizar la pistola de aire caliente por periodos extensos, o por colocar la boquilla muy cerca del tubo.

1.1.1.2 Si fue necesario el uso de una pistola de aire caliente, verifique nuevamente el espaciamiento del electrodo después de haberlo calentado

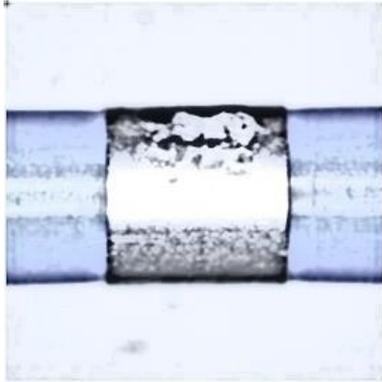
1.1.1.3 Utilice un multímetro para medir la continuidad entre los electrodos y el cable conductor

**NOTA:** Si detecta no continuidad en el sub ensamble del electrodo replácela. Cada electrodo tiene que ser removida hasta alcanzar el el electrodo dañado, refiérase a las secciones 9.1.10.13 y 9.1.10.14, para instrucciones.

1.1.1.4 Inspeccione los sub ensambles del electrodo ya terminados, rotando la unidad bajo un microscopio verifique: que las dimensiones estén correctas de acuerdo al dibujo correspondiente, verifique que no hayan cables expuestos, exceso o falta de adhesivo, adicional que el tubo se observe libre de dañados o defectos cosméticos (refiérase a imágenes abajo)

**NOTA:** No doble el tubo ya que lo puede dañar.

ACEPTABLE



ACEPTABLE

**NOTA:** Reporte al supervisor si algún borde filoso es detectado en la estación de trabajo, bordes filosos pueden generar daños en el tubo o los electrodos.

## Anexo 2 Acciones del start up AF

Acciones del ( START UP AF)									
Descripción	PRIORIDAD	Owner	Open da	Due Dat	New Due Date	Del	Statu	Comments	
Seguimiento de las propuestas de Implementacion de estandarizacion de los procedimientos	1	Wendy M	9-ene-17	TBD				Out-put	
Montar ayuda visual para que ayude a identificar unidades aceptables	1	Wendy M	9-ene-17	TBD				Out-put	
Evaluar Condición de la operadora Melina, para eventualmente hacer cambio de operación por afectación	1	Gustavo Miranda	17-ene-17	TBD				Safety	
Realizar una evaluación ergonómica de la estación de Band Pulling (general), para ver la posibilidad de mejorar la estación ergonómicamente.	2	Patricia G	17-ene-17	TBD				Safety	
Retomar lista de seguimiento de Ergonomia y afectación por operador y proceso	2	Gerardo Morales	17-ene-17	TBD				Safety	
Incluir a AF (CAE) el procedimiento de limpieza de superficies y dar un refrescamiento general a los operadores.	2	Monica F.	17-ene-17	TBD				Acciones de Auditoria	
Presentar nuevo escenario de (OUTPUT) para semana 12	2	Gerardo Morales	17-ene-17	TBD				Out-put	
Validar Metas actuales de Producción, luego del cambio de Procedimientos	2	Wendy M	17-ene-17	TBD				Out-put	

### Anexo 3 Plan de acción de mejora continua

Item	Hallazgo	Riesgo Auditoria	Accion o Actividad	Responsable	Fecha	Status	Observaciones
10	Procedimientos deficientes	Alto	Crear SR para cambios de procedimientos	Wendy M	16-nov-16	Done	Analizar mejoras en el procedimiento y general un SR
11	Herramienta dañada Estaciones #5	Bajo	Crear WD para reemplazar base de cautin	Patricia Gonzales	16-nov-16	Done	Mapear todas las estaciones con mismas condiciones
18	Métricas de Producción sin nota de "Documento no Controlado"	Medio	Cambiar las metricas de Piso y colocar nota en en formato, para futuras impresiones	Gustavo M	16-nov-16	Done	Documento no controlado, solo para uso de produccion
19	Diferencias de inspeccion	Alto	Reforzamiento con ayudas visuales	Wendy M	16-nov-16	Done	Crear ayudas Visuales y criterios de aceptacion
20	Campanas oxidadas en Tip Solder	Bajo	Hacer un barrido de campanas con condiciones de oxidacion y generar sus re-emplazos	Gustavo M / Luis Agüero	16-nov-16	Done	Generar una SR
21	Racks y mesas con oxidación en Tip Solder	Bajo	Cambiar las parrillas oxidadas de Tip solder	Luis E. Rojas	16-nov-16	Done	
23	Lampara danada en la estación #46	Bajo	Cambiar lampara de estacion 46, coordinar con Mantenimiento	Luis D Quesda	16-nov-16	Done	
25	Coordinar la reparacion de sillas malas	Bajo	Coordinar la reparacion de sillas malas	Gerardo M	16-nov-16		

## Anexo 4 Porcentaje de Yield

Volume	7288	7288	7288	7288	7288	36440	
Defect	w1	w2	w4	w5	w6	Cumulative	
R23DT - Tubo dañado	4,7%	3,4%	2,4%	1,4%	0,6%	28,7%	Data Grafico barras
R01 - No continuída	2,7%	2,4%	1,4%	0,6%	0,3%	45,8%	
R14LT-Punta suelta	1,3%	3,4%	1,3%	1,3%	1,3%	65,2%	
R41 - Otros: Describir	0,6%	3,7%	1,6%	0,6%	2,0%	85,9%	
R46OT - Tubo obstruido	0,8%	0,6%	1,9%	0,6%	0,5%	100,0%	
Defect	w1	w2	w4	w5	w6	Cumulative	
R23DT - Tubo dañado	0,9%	0,7%	0,5%	0,3%	0,1%	28,7%	Data lineas
R01 - No continuída	0,5%	0,5%	0,3%	0,1%	0,1%	45,8%	
R14LT-Punta suelta	0,3%	0,7%	0,3%	0,2%	0,3%	65,2%	
R41 - Otros: Describir	0,1%	0,7%	0,3%	0,2%	0,4%	85,9%	
R46OT - Tubo obstruido	0,2%	0,1%	0,4%	0,5%	0,1%	100,0%	
Month Start Qty	36440						
Month Defects Total	7082						
<b>Yield to week</b>	<b>80,6%</b>						

debe coincidir

coger esta info del Schedule filtrando la "real week" que se esté

## Anexo 5 Porcentaje de Yield actual

Last update	13-Mar-17	7:00 a. m.	
<b>Yield to week (confirmed)</b>	<b>98,4%</b>	Schedule	WO's w/ scraps
Start Qty of confirmed orders to week	1968	1968	
<b>Defect</b>	<b>Qty</b>	<b>% scrap</b>	<b>Acumm</b>
R23DT - Visual Tubing-Damage Tubing	16	0,8%	51,6%
R01-B - No continuity on Band	6	0,3%	71,0%
R15BG - Band-Gap between tube	4	0,2%	83,9%
R23EX - Visual Tubing-Exposed Wire	2	0,1%	90,3%
R15BB - Band-Burr (sharp edge)	1	0,1%	93,5%
R14TS - Tip-Scratched	1	0,1%	96,8%
R15BSP - Band Spacing (dimension out of spe	1	0,1%	100,0%
			100,0%
			100,0%

Anexo 6 Recolección de datos de características de rechazos

Control de Rechazos			SOLO PARA USO INTERNO	
Información Inicial		Evaluador: Wendy M		
Fecha	# de Orden	Iniciales/# de Empleado	QTY Rechazos	Tipo Rechazo
02ene17	R23DT	QC	1	Daño cerca del Handle
02ene17	R23DT	BP	1	Tubo rajado por nudo
02ene17	R23DT	QC	1	Tubo con hueco y raspado
02ene17	R23DT	QC	1	Tubo raspado por pinzas
02ene17	R23DT	QC	1	Tubo raspado
02ene17	R23DT	BP	1	Tubo quemado
02ene17	R23DT	QC	1	Tubo rasgado
02ene17	R23DT	BP	1	Tubo rajado por nudo
03ene17	R23DT	QC	1	Tubo rayado
03ene17	R23DT	QC	1	Tubo rajado
03ene17	R23DT	QC	1	Tubo raspado
04ene17	R23DT	BP	1	Tubo quemado
04ene17	R23DT	QC	1	Hueco en el tubo
04ene17	R3DT	QC	1	Tubo raspado
04ene17	R23DT	BP	1	Tubo rajado
04ene17	R23T	BP	1	Tubo rajado
04ene17	R23DT	BP	1	Tubo rajado
04ene17	R23DT	QC	1	Hueco en el tubo
04ene17	R23DT	QC	1	Tubo rajado por aguja
04ene17	R23DT	QC	1	Tubo con hueco
04ene17	R23DT	QC	1	Tubo con hueco
04ene17	R23DT	QC	1	Tubo Raspado
04ene17	R23DT	BP	1	Tubo mal - Ponerado
04ene17	R23DT	BP	1	Tubo rajado
04ene17	R23DT	QC	1	Tubo raspado
05ene17	R23DT	QC	1	Tubo raspado
05ene17	R23DT	QC	1	Tubo mal pacherado
06ene17	R23DT	QC	1	Tubo rayado
06ene17	R23DT	BP	1	Rajado
06ene17	R23DT	BP	1	Tubo mal ponerado
07ene17	R23DT	BP	1	Tubo raspado
07ene17	R23DT	QC	1	Tubo raspado
07ene17	R23DT	QC	2	Tubo raspado
07ene17	R23DT	QC	1	Tubo con hueco
07ene17	R23DT	QC	1	Raspado por pinzas
07ene17	R23DT	QC	1	Tubo quemado
07ene17	R23DT	BP	1	
07ene17	R23DT	QC	1	

Control de Rechazos		SOLO PARA USO INTERNO		
Información Inicial		Evaluador		
Fecha	# de Orden	Iniciales/# de Empleado	QTY Rechazos	Tipo Rechazo
02ene17	R01-B	QC	1	Poco adhesivo en la banda
02ene17	R01-B	QC	1	Corte el cable en el borde
02ene17	R01-B	QC	1	manipulación
02ene17	R01-B	BP	1	Poca Soldadura
04ene17	R01-B	SC	1	Alambre Corto en el interior Handle
04ene17	R01-B	QC	1	Corte el cable en el borde
04ene17	R01-B	QC	1	Corte el cable en el borde
04ene17	R01-B	QC	1	Manipulación
05ene17	R01-B	QC	1	Corte en el borde
05ene17	R01-B	QC	1	Corte en el borde
05ene17	R01-B	QC	4	manipulación
05ene17	R01-B		1	Corte en el borde
05ene17	R01-B	QC	4	Corte en el Borde
06ene17	R01-B	QC	3	Poca Soldadura
06ene17	R01-B	SC	5	nudos → 4 F
07ene17	R01-B	QC	1	manipulación

## Anexo 7 Registro de asistencia de entrenamiento

Registro de Asistencia de Entrenamiento																																																																	
<b>Paso 1: Información general de entrenamiento</b>																																																																	
<b>Razón para el entrenamiento (Seleccione una):</b> <input type="checkbox"/> CAPA/NCMR: Dé # N/A <input type="checkbox"/> Entrenamiento general <input type="checkbox"/> Entrenamiento del documento (Opcional) # de CR <u>3355</u>	<b>Tipo de entrenamiento (Seleccione uno):</b> <input type="checkbox"/> Dirigido por instructor o demostración <input type="checkbox"/> Lectura individual <input type="checkbox"/> Otro: N/A  Fecha del entrenamiento: <u>01 Feb 17</u>																																																																
Descripción del entrenamiento: <input type="checkbox"/> N/A <b>CAMBIO DE PROCEDIMIENTO</b>																																																																	
<b>Paso 2: Información de Documentación y Material de entrenamiento</b>																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Número de Documento</th> <th>Version T</th> <th>Título de Documento N/A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>T</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Número de Documento	Version T	Título de Documento N/A		T		<input type="checkbox"/> Seleccione si el material de entrenamiento está incluido en este formulario																																																										
Número de Documento	Version T	Título de Documento N/A																																																															
	T																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>#</th> <th>Empleado # (SAP#)</th> <th>Nombre en letra imprenta</th> <th>Firma</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>30151512</td> <td>Denia Mora</td> <td>Denia Mora 30151512 01 Feb 17</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>32105115</td> <td>Denia Vázquez</td> <td>Denia Vázquez 32105115 01 Feb 17</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>31115211</td> <td>Natalia Arguedas</td> <td>Natalia Arguedas 31115211 01 Feb 17</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>32115316</td> <td>Sofía Rojas</td> <td>Sofía Rojas 32115316 01 Feb 17</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>30053578</td> <td>Nikol Gamba</td> <td>Nikol Gamba 30053578 01 Feb 17</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>30021100</td> <td>Yolanda Chinchilla</td> <td>Yolanda Chinchilla 30021100 01 Feb 17</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>30042121</td> <td>Camila Solis</td> <td>Camila Solis 30042121 01 Feb 17</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>30015922</td> <td>Laura Rivera</td> <td>Laura Rivera 30015922 01 Feb 17</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>30032569</td> <td>Andrea Castro</td> <td>Andrea Castro 30032569 01 Feb 17</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>30080969</td> <td>Kamila Duran</td> <td>Kamila Duran 30080969 01 Feb 17</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>30021461</td> <td>Shirley Gómez</td> <td>Shirley Gómez 30021461 01 Feb 17</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>30220845</td> <td>Carlos Durán</td> <td>Carlos Durán 30220845 01 Feb 2017</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>30018452</td> <td>Marcos Gonzales</td> <td>Marcos Gonzales 30018452 01 Feb 17</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>30119642</td> <td>Yamilet Barceles</td> <td>Yamilet Barceles 30119642 01 Feb 17</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>30042759</td> <td>Marcos Morales Jiménez</td> <td>Marcos Morales Jiménez 30042759 01 Feb 17</td> </tr> </tbody> </table>		#	Empleado # (SAP#)	Nombre en letra imprenta	Firma	1	30151512	Denia Mora	Denia Mora 30151512 01 Feb 17	2	32105115	Denia Vázquez	Denia Vázquez 32105115 01 Feb 17	3	31115211	Natalia Arguedas	Natalia Arguedas 31115211 01 Feb 17	4	32115316	Sofía Rojas	Sofía Rojas 32115316 01 Feb 17	5	30053578	Nikol Gamba	Nikol Gamba 30053578 01 Feb 17	6	30021100	Yolanda Chinchilla	Yolanda Chinchilla 30021100 01 Feb 17	7	30042121	Camila Solis	Camila Solis 30042121 01 Feb 17	8	30015922	Laura Rivera	Laura Rivera 30015922 01 Feb 17	9	30032569	Andrea Castro	Andrea Castro 30032569 01 Feb 17	10	30080969	Kamila Duran	Kamila Duran 30080969 01 Feb 17	11	30021461	Shirley Gómez	Shirley Gómez 30021461 01 Feb 17	12	30220845	Carlos Durán	Carlos Durán 30220845 01 Feb 2017	13	30018452	Marcos Gonzales	Marcos Gonzales 30018452 01 Feb 17	14	30119642	Yamilet Barceles	Yamilet Barceles 30119642 01 Feb 17	15	30042759	Marcos Morales Jiménez	Marcos Morales Jiménez 30042759 01 Feb 17
#	Empleado # (SAP#)	Nombre en letra imprenta	Firma																																																														
1	30151512	Denia Mora	Denia Mora 30151512 01 Feb 17																																																														
2	32105115	Denia Vázquez	Denia Vázquez 32105115 01 Feb 17																																																														
3	31115211	Natalia Arguedas	Natalia Arguedas 31115211 01 Feb 17																																																														
4	32115316	Sofía Rojas	Sofía Rojas 32115316 01 Feb 17																																																														
5	30053578	Nikol Gamba	Nikol Gamba 30053578 01 Feb 17																																																														
6	30021100	Yolanda Chinchilla	Yolanda Chinchilla 30021100 01 Feb 17																																																														
7	30042121	Camila Solis	Camila Solis 30042121 01 Feb 17																																																														
8	30015922	Laura Rivera	Laura Rivera 30015922 01 Feb 17																																																														
9	30032569	Andrea Castro	Andrea Castro 30032569 01 Feb 17																																																														
10	30080969	Kamila Duran	Kamila Duran 30080969 01 Feb 17																																																														
11	30021461	Shirley Gómez	Shirley Gómez 30021461 01 Feb 17																																																														
12	30220845	Carlos Durán	Carlos Durán 30220845 01 Feb 2017																																																														
13	30018452	Marcos Gonzales	Marcos Gonzales 30018452 01 Feb 17																																																														
14	30119642	Yamilet Barceles	Yamilet Barceles 30119642 01 Feb 17																																																														
15	30042759	Marcos Morales Jiménez	Marcos Morales Jiménez 30042759 01 Feb 17																																																														
<b>Paso 3: Información del entrenador</b> (Salte esta sección para el entrenamiento de lectura individual)																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th># de empleado (# SAP)</th> <th>Nombre en letra imprenta</th> <th>Firma</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	# de empleado (# SAP)	Nombre en letra imprenta	Firma																																																														
# de empleado (# SAP)	Nombre en letra imprenta	Firma																																																															
Seleccione una fila común se necesita para asegurar que el Paso 3 permanezca sólo en la página 1. Escriba N/A para todas																																																																	

# Registro de Asistencia de Entrenamiento

## Paso 1: Información general de entrenamiento

Razón para el entrenamiento (Seleccione una):

- CAPA/NCMR: Dé # N/A
- Entrenamiento general
- Entrenamiento del documento  
(Opcional) # de CR 3375

Tipo de entrenamiento (Seleccione uno):

- Dirigido por instructor o demostración
- Lectura individual
- Otro: N/A

Fecha del entrenamiento: 01 Feb 17

Descripción del entrenamiento:  N/A

**CAMBIO DE PROCEDIMIENTO**

## Paso 2: información de Documentación y Material de entrenamiento

Número de Documento	Version T	Título de Documento N/A
	T	

Seleccione si el material de entrenamiento está incluido en este formulario

#	Empleado # (SAP#)	Nombre en letra imprenta	Firma
1	30225619	Mariel Campos	Mariel Campos 30225619 01 Feb 17
2	3001917639	Daniel Morales	Daniel Morales 3001917639 01 Feb 17
3	300400194	Tatiana Lázaro López	Tatiana Lázaro 30040019 01 Feb 17
4	30018174	Fernando Rodríguez	Fernando Rodríguez 30018174 01 Feb 17
5			

## Anexo 8 Minuta de reunión

INFORMACIÓN GENERAL			
Fecha: 01 dic 16	Hora: 4:00pm		
Lugar: Alajuela	Moderador:		
Título: Plan e acción de aumento de Yiel del departamento AF	Objetivo: Reducir el desperdicio de unidades por el código R23DT en departamento AF de la empresa WML		
PARTICIPANTES			
Nombre y apellido	Cargo	Firma	
Patricia Gonzales	Lider del departamento	Patricia Gonzales	
Ana Contreras	Operaria con 6 años de experiencia	Ana Contreras	
Gerardo Morales	Supervisor	Gerardo Morales	
Wendy Mayorga	Estudiante	Wendy Mayorga	
SÍNTESIS DE PROBLEMAS A RESOLVER			
Tema	Situación / Pasos a seguir	Responsables	F
Capacitar al personal con las caracterizaciones del procedimiento de manufactura de los catéteres.	Estandarizar las procedimientos en en los procesos establecidos	Entrenadoras	
Simplificar los procedimientos para disminuir la complejidad.	Delimitar Procedimientos	Wendy Mayorga	
Describir y estandarizar las instrucciones para la manufactura de los catéteres	Presentar propuesta	Wendy Mayorga	
NOTAS			
n/a			
TEMAS PENDIENTES			
n/a			

## Anexo 9 Formulario de unidades rechazadas

FORMULARIO DE RECHAZO INSPECCION FINAL				
Nº de orden				
Nº de Material				
UNIDADES A RECHAZAR				
Nº de Unidades	Inspector	Código de Rechazo	Fecha de Rechazo	Comentario