

**UNIVERSIDAD
HISPANOAMERICANA**

INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA
OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLERATO**

**DEFINICIÓN DE LOS CRITERIOS VISUALES
DE LOS MODELOS DE LAS ÁREAS DE
FINISHING Y *FINAL ASSY* EN TRIMPOT
ELECTRÓNICAS, DURANTE PRIMER
CUATRIMESTRE DEL 2018**

Sustentante: Beatriz Granados Murillo

Tutor: M. Sc. Manuel Méndez Flores

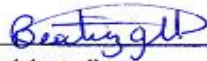
Heredia, enero 2018

DECLARACIÓN JURADA

DECLARACIÓN JURADA

Yo Beatriz Granados Murillo, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 1-1157-0875 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente aperebido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato en ingeniería industrial juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: Definición de los Criterios Visuales de los modelos de los áreas de Finishing y Final Assy en Triampet Electrónicos, durante el primer cuatrimestre del 2018.

es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 18 días del mes de Junio del año dos mil 18.



Firma del estudiante

Cédula

CARTA DEL TUTOR

CARTA DEL TUTOR

San José, 18 de Junio de 2018

Miembros del comité de Trabajos Finales de Graduación.
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

La estudiante BEATRIZ GRANADOS MURILLO, cédula de identidad número 1-1157-0875, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "Definición de los criterios visuales de los modelos de las áreas de Finishing y Final Assy en Trimpot Electrónicas, durante el primer cuatrimestre del 2018", el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por la postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	18
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	25
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	18
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	20
	TOTAL		91

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,



Ing. Manuel Alejandro Méndez Flores, MSc.

1-1113-0022

IPI:18990

CARTA DEL LECTOR

San José, 27 de agosto de 2018

Señores

Departamento de Registro

Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

En mi calidad de lectora del proyecto de graduación presentado por la estudiante Beatriz Granados Murillo, titulado "Definición de los criterios visuales de los modelos de las áreas de Finishing y Final Assy en Trimpot Electrónicas, durante el primer cuatrimestre del 2018", para optar por el bachillerato en Ingeniería Industrial, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso y he evaluado aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

Debido a lo anterior considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser trasladado al proceso de revisión por el filólogo.

Atentamente,



Zaida Elena Salazar Guzmán

Cédula: 6-0342-0293

IPI-30160

CARTA DEL FILOLOGO



Edición y corrección de textos
www.boreacr.com

CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA

Los suscritos, Elena Redondo Camacho, cédula de identidad número 3 0447 0799 y Daniel González Monge, cédula de identidad número 1 1345 0416, en calidad de filólogos, revisamos y corregimos el trabajo final de graduación que lleva por título *Definición de los criterios visuales de los modelos de las áreas de Finishing y Final assy en Trimpot Electrónicas, durante primer cuatrimestre del 2018*, sustentado por Beatriz Granados Murillo.

Hacemos constar que se corrigieron aspectos de forma, redacción, estilo y otros vicios del lenguaje que se pudieron trasladar al texto.

Esperamos que nuestra participación satisfaga los requerimientos de la Universidad Hispanoamericana.

Elena Redondo Camacho
Céd. 3 0447 0799
Bachiller en Filología Española
Carné ACFIL 0247

Daniel González Monge
Céd. 1 1345 0416
Bachiller en Filología Española
Carné ACFIL 0245

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado, primeramente, a Dios, por dejarme llegar hasta donde he llegado y darme todas sus bendiciones día con día, ha sido un trayecto largo e importante de mi vida y lo he logrado gracias a él, por estar siempre a mi lado.

A mi madre Elida y a mi hermana Yahaira, quienes han sido los motores de mi vida, las que me han ofrecido todo su apoyo y estudio desde mi infancia. A ellas les debo todo lo que soy en la actualidad, porque me enseñaron a luchar por cada uno de los sueños y que no hay imposibles, con perseverancia todo se logra y este triunfo se lo dedico a ellas.

A mi esposo David, por su apoyo incondicional y paciencia durante mi trayectoria en la universidad.

A mi futura hija, quien me acompañó de sorpresa durante el desarrollo de este proyecto, ella es la bendición más grande que he recibido y juntas logramos salir adelante.

AGRADECIMIENTOS

Por último, agradecer a cada uno de los profesores de la carrera Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, con Sede Heredia, que me enseñaron día con día, año con año y a mi tutor Manuel Méndez, quien me ha dado las herramientas, experiencias y tiempo para realizar este proyecto.

ABREVIATURAS

GDT = Gas Discharge Tube, en español Tubo de descarga de gas.

PPM = Partes por millón.

ÍNDICES

TABLA DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN JURADA	ii
CARTA DEL TUTOR.....	iii
CARTA DEL LECTOR.....	iv
CARTA DEL FILOLOGO	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
ABREVIATURAS.....	viii
ÍNDICES.....	ix
TABLA DE CONTENIDOS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE TABLAS	xvii
ÍNDICE DE GRÁFICO.....	xix
RESUMEN EJECUTIVO	xx
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	2
1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA	3
1.2.1 Generalidades de la empresa	3
1.2.2 Misión.....	4
1.2.3 Visión	4

1.2.4 Política de calidad	4
1.2.5 Organigrama	5
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	8
1.5 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	12
1.6 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	13
1.6.1 Objetivo general	13
1.6.2 Objetivos específicos	13
1.7 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	14
1.7.1 Alcances.....	14
1.7.2 Limitaciones	14
Capítulo II. MARCO TEÓRICO	16
2.1 DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS.....	17
2.2 PRODUCTO DE ESTUDIO	19
2.2.1 Productos de <i>Finishing</i>	20
2.2.2 Productos de <i>Final Assy</i>	21
2.3 CONTEXTO TEÓRICO.....	23
2.3.1 Productividad	23
2.3.2 Control de Calidad.....	23
2.3.3 Calidad	25

2.3.4 Calidad absoluta.....	25
2.3.5 Calidad relativa	26
2.3.6 Atributos	26
2.3.7 Unidad defectuosa	27
2.3.8 Unidad disconforme	28
2.3.9 Clasificación de No conformidades	28
2.3.10 Herramientas de análisis.....	30
2.3.11 Muestreo estadístico	30
2.3.12 Tipos de muestreo.....	31
CAPÍTULO III. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO.....	32
3.1 METODOLOGÍA TEÓRICA	33
3.1.1 Enfoque de la investigación	33
3.1.2 Enfoque cualitativo	33
3.1.3 Enfoque cuantitativo.....	34
3.1.4 Tipos de Investigación.....	34
3.1.5 Sujetos y Fuentes de Investigación.....	36
3.1.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	36
3.2 METODOLOGÍA ENFOCADA EN EL PROYECTO.....	37
3.2.1 Finalidad.....	37
3.2.2 Dimensión temporal	37

3.2.3 Marco	38
3.2.4 Condición en la que se hace	38
3.2.5 Carácter	38
3.2.6 Naturaleza.....	38
3.2.7 Sujetos y fuentes de información	39
3.2.8 Población o universo	39
3.2.9 Muestra	39
3.2.10 Fuentes primarias.....	39
3.2.11 Fuentes secundarias	40
3.2.12 Técnicas e instrumentos de recolección de información	40
3.2.13 Cuadro operacional de variables.....	44
CAPÍTULO IV. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	48
4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	49
4.1.1 Flujo de proceso.....	50
4.1.2 Herramienta SIPOC	58
4.2 RECOLECCIÓN DE DATOS	60
4.2.1 Situación actual de los rechazos de calidad.....	61
4.2.2 Situación actual de los <i>scrap</i> de producción	67
4.2.3 Situación actual de los <i>scrap</i> de producción antes de la implementación. 70	
CAPÍTULO V. DISEÑO Y DESARROLLO.....	73

5.1 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	74
5.1.1 Actividades para el Gantt	74
5.1.2 Diagrama de Gantt	75
5.2 COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	75
5.3 ESTUDIO ESTADÍSTICO PARA CALCULAR MUESTREO IDÓNEO PARA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	76
5.4 EJECUCIÓN DEL CÁLCULO	81
5.5 COMPARACIÓN ACTUAL VR PROPUESTA.....	84
5.6 PONDERACIÓN ANUAL DE COSTOS	86
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	92
6.1 CONCLUSIONES	93
6.2 RECOMENDACIONES.....	94
BIBLIOGRAFÍA	96
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
APÉNDICES.....	99
APÉNDICE 1	100
APÉNDICE 2	105
APÉNDICE 3	107
APÉNDICE 4	107
APÉNDICE 5	108

APÉNDICE 6 111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Foto de Bourns Inc (Trimpot Electrónicas Ltda.)	5
Figura 2 Foto de Bourns Inc (Trimpot Electrónicas Ltda.)	5
Figura 3 Organigrama de la empresa.....	7
Figura 4 Rechazos mensuales eléctricos y visuales	9
Figura 6 Productos de GDT.....	19
Figura 7 Productos de Finishing.....	21
Figura 8 Productos de Final Assy.....	22
Figura 9 Representación esquemática del ciclo de control	25
Figura 12 Metodología de la investigación	33
Figura 13 Metodología DMAIC	41
Figura 14 Ejemplo de cuadro de variables, dimensiones e indicadores.....	44
Figura 15 Diagrama de flujo	57
Figura 16 Diagrama de Flujo	58
Figura 17 Fórmula de la población finita de datos.....	78
Figura 18 Tabla de distribución normal a acumulada.....	79
Figura 19 Fórmula de la varianza de la población.....	80
Figura 20 Significados de variables en la fórmula de la varianza.....	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz operacional de variables	45
Tabla 2 Defectos y cantidades por defecto	64
Tabla 3 Costos por material retrabajado	67
Tabla 3 Costos por modelo rechazado.....	67
Tabla 4 Reporte de scrap. 2017	67
Tabla 5 Costo de scrap por unidad y total	68
Tabla 6 Indicadores de Bourns.....	69
Tabla 7 Resultados del muestreo de los 50 lotes con el criterio actual	70
Tabla 8 Defectos y cantidad de fallos de los 50 lotes.....	71
Tabla 9 Costo individual y total por modelo de los fallos detectados	71
Tabla 10 Actividades para el diagrama de Gantt.....	74
Tabla 11 Cantidad de lotes diarios para la implementación	81
Tabla 12 Desarrollo de la fórmula para el cálculo de la varianza y resultado.....	82
Tabla 13 Desarrollo de la fórmula para el cálculo de la muestra y resultado	83
Tabla 14 Resultados del muestreo de los 50 lotes con el criterio nuevo.....	83
Tabla 15 Comparación del muestreo de los 50 lotes con el criterio actual vrs nuevo	84
Tabla 16 Comparación de costos con el criterio actual vs. nuevo.....	85
Tabla 17 Comparación fallos actuales vrs nuevos	86
Tabla 18 Ahorro estimado de costo por día de criterios actuales vs. nuevos.....	87
Tabla 19 Costo de scrap estimado por año de unidades visuales con criterios actuales vs. nuevos.....	88
Tabla 20 Cantidad de lotes rechazados del año 2017 vrs año 2018.....	89

Tabla 21 Indicadores de Bourns.....	90
Tabla 22 Indicadores año 2017 vrs 2018	91

ÍNDICE DE GRÁFICO

Gráfico 1 Gráfico de porcentaje de rechazos visuales	9
Gráfico 2 Cantidad de unidades defectuosas visuales	64
Gráfico 3 PPM's Visuales del año 2017	65
Gráfico 4 Diagrama de Gantt.....	75

RESUMEN EJECUTIVO

Este proyecto tiene como objeto de estudio a la empresa Bourns Inc (Trimpot Electrónicas Ltda.), ubicada en el cantón San Antonio de Belén, de la provincia de Heredia.

La empresa mostró interés en la realización de este proyecto, debido a que existen indicadores que la compañía debe medir y que no cumplen con las metas mensuales, los principales indicadores afectados son como los PPM's (partes por millón) internos de calidad, retrabajos y principalmente el *scrap*, lo cual impacta directamente los intereses financieros de la compañía. El estudio consistió en un análisis de aproximadamente cuatro meses, desde principios de febrero hasta mayo del año 2018.

De acuerdo con los datos que se obtuvieron mediante el estudio de la situación actual de la empresa y el conocimiento de los coordinadores de los diferentes departamentos y, principalmente, del coordinador de calidad, se mostró interés en una herramienta que permita mejorar positivamente el *scrap* y que utilice como base un procedimiento que, de aquí en adelante, permitirá a la compañía una clasificación adecuada de unidades conforme y no conforme. Esto se debió a que no se tenía claro si este criterio era el actualizado de acuerdo con el riesgo potencial hacia los clientes. Esta situación podría propiciar dos situaciones, botar o rechazar unidades que están conformes lo que generaría pérdidas y retrabajos para el área de

negocio, mientras que si se acepta producto no conforme se generaría un riesgo para el cliente.

Esto es importante, debido a que la empresa toma estos indicadores y planea todo lo necesario para cumplir con los requerimientos de los clientes y principalmente las metas establecidas en los indicadores que reflejaran el buen desempeño financiero de la compañía. El cumplimiento o no de las metas puede generar una satisfacción de los altos jefes de la casa matriz o traer consigo grandes pérdidas financieras para la compañía, debido a que, si se desecha más de lo establecido, se eleva el costo de *scrap*. También puede elevar los rechazos y retrabajos de la producción, mientras que si se acepta más de lo que se requiere podría afectar la satisfacción del cliente, que, hasta el momento, en términos de criterios visuales, no se ha visto afectado.

El presente documento cuenta con 6 capítulos, el capítulo 1 corresponde a la introducción, el cual contempla el problema, los objetivos generales y específicos, los alcances y las limitaciones, de forma que establece el contexto sobre el cual se trabajará.

El capítulo 2 comprende el marco teórico, el cual define los conceptos básicos para el desarrollo del proyecto.

El capítulo 3 contiene la metodología a utilizar, abarca temas como el tipo de proyecto, las fuentes de información y las técnicas e instrumentos para la recolección y análisis de la información.

En el capítulo 4 se analiza la situación actual con datos suministrados por la compañía.

En el capítulo 5 se implementará la propuesta que es el procedimiento realizado bajo los nuevos criterios visuales. Adicionalmente, se da el análisis del impacto sobre los costos existentes del proceso y descripción de las actividades.

Finalmente, en el capítulo 6 se recogen las conclusiones y recomendaciones, a partir del análisis realizado en el proyecto.

Por último, se presenta la bibliografía utilizada y se adjuntan los anexos de referencia, utilizados en la realización del proyecto.

Al avanzar en la lectura de los distintos capítulos, se podrá constatar cómo la labor realizada genera un ahorro en costos y mejora el proceso del área de negocio de GDT, específicamente en el proceso de *Finishing*, mediante la disminución principal del *scrap*, lo que permitió el cumplimiento de los objetivos planteados.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Con paso del tiempo, una de las actividades más importantes de la ingeniería industrial es analizar el trabajo o lugar de trabajo, se han encontrado y puesto en práctica una serie de técnicas y herramientas ingenieriles, que en la actualidad son de fundamental importancia para el buen manejo de cualquier organización, entre estas técnicas o herramientas están aquellas que permiten realizar un buen estudio y detectar las necesidades de un proceso productivo y, si se implementan de forma óptima, permiten una mejora significativa del proceso.

Estas herramientas se utilizarán para mejorar la calidad y en especial la productividad, mediante indicadores que pueden monitorearse, como la mano de obra, métodos de trabajo, materias primas, maquinaria, medioambiente, mediciones y, por supuesto, una muy buena administración, así como otros factores del área de producción.

Estas herramientas, bien utilizadas, permiten renovar esos procesos productivos, lo cual hace que las empresas estén en constante actualización, además, permiten que sean más eficientes y competitivas, fortalezas que le ayudarán a permanecer en el mercado y la satisfacción de los clientes.

Para la aplicación de este procedimiento es importante que, en la organización, exista una buena comunicación entre todos los departamentos que la conforman, además, los empleados deben estar bien compenetrados con la organización, porque ellos pueden ofrecer datos muy valiosos para llevar a cabo, de forma óptima, el estudio del proceso.

1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

1.2.1 Generalidades de la empresa

La empresa Trimpot Electrónicas S. A., forma parte de la corporación norteamericana BOURNS, cuya casa matriz se encuentra en Riverside, California, EE. UU.

Fue fundada en el año 1947, con una simple filosofía, proveer de productos de alta calidad, servicio responsable y con un alto grado de valor para los clientes. Sus fundadores son Marlan y Rosemary Bourns, actualmente, el Presidente Ejecutivo de la compañía es Gordon Bourns, hijo de los señores Bourns. La compañía tiene aproximadamente tres mil quinientos empleados en todo el mundo, estas plantas están ubicadas en países como: México, Escocia, Taiwán, Estados de Logan, UTA, China, Hungría, Inglaterra, Costa Rica y otros.

En Costa Rica, inició operaciones en el año 1978 en los altos de la ferretería la Esperanza en San Antonio de Belén. Posteriormente, la compañía se trasladó a la Asunción de Belén, el primero de marzo de 1980, se creó una planta dedicada a la manufactura de potenciómetros y chips de resistencia baja.

En el año 2001 inició operaciones en las áreas como GDT y Network en la zona franca Metropolitana. Para el año 2004 amplió sus instalaciones con la apertura de una segunda planta de 7500 m², a la par de la primera planta construida en la Asunción de Belén.

Trimpot Electrónicas cuenta con varias divisiones como Fixed Resistors, Trimmers y Gas Discharge Tube, es una empresa dedicada a la fabricación de componentes electrónicos.

Significado de Trimpot, la primera área de negocio de la empresa fue Trimmers y los primeros productos fueron los potenciómetros por lo que de allí se deriva la palabra de Trimpot (Trim=Trimmer y pot= potenciómetros).

1.2.2 Misión

BOURNS sirve a sus clientes sobre una base global con productos tecnológicos de diseño innovador, calidad superior y un valor excepcional, está comprometido con la excelencia, con el mejoramiento continuo de nuestros productos y servicios, manteniendo el liderazgo industrial y el más alto nivel de conducta ética (Trimpot Electrónicas Ltda., 2018, s. p.).

1.2.3 Visión

“Ser líder mundial en componentes electrónicos pasivos, módulos, sensores y tecnología de sistemas de sensores proporcionando soluciones innovadoras y relaciones en un mercado global” (Trimpot Electrónicas Ltda., 2018, s. p.).

1.2.4 Política de calidad

Nuestra meta es la satisfacción de nuestros clientes en una forma global, mientras alcanzamos un sólido crecimiento con productos tecnológicos de diseño innovador, calidad superior y valor excepcional.

Estamos comprometidos con la excelencia, con el mejoramiento continuo de nuestra gente, tecnologías, sistemas, productos y servicios; para el mantenimiento del liderazgo en la industria y los más altos niveles de integridad (Trimpot Electrónicas Ltda., 2018, s. p.).



Figura 1 Foto de Bourns Inc (Trimpot Electrónicas Ltda.)



Fuente: (Bourns Inc, 2018)

Figura 2 Foto de Bourns Inc (Trimpot Electrónicas Ltda.)

Fuente: (Bourns Inc, 2018)

1.2.5 Organigrama

Como se observa en la figura 3, existen 5 niveles después del Nivel superior, que es el gerente de planta, a cargo del señor José Salazar. Seguido de este nivel superior están los siguientes cargos:

- Gerente de producción: Liza Gutiérrez es la persona encargada y a su cargo tiene 2 departamentos, producción y manufactura.
- Gerente de calidad: Daniel Picado tiene a cargo esta posición y tiene a su responsabilidad todo lo referente con la calidad.
- Gerente de materiales: Mary Ann Roghuett tiene a cargo los departamentos de planeación, compras y bodegas.
- Gerente de recursos humanos: José María Quirós tiene en sus responsabilidades coordinar todo lo referente a salud ocupacional.
- Gerente de contabilidad: Luis Vallecillo es el encargado de la parte contable, todo lo referente a contabilidad y finanzas.

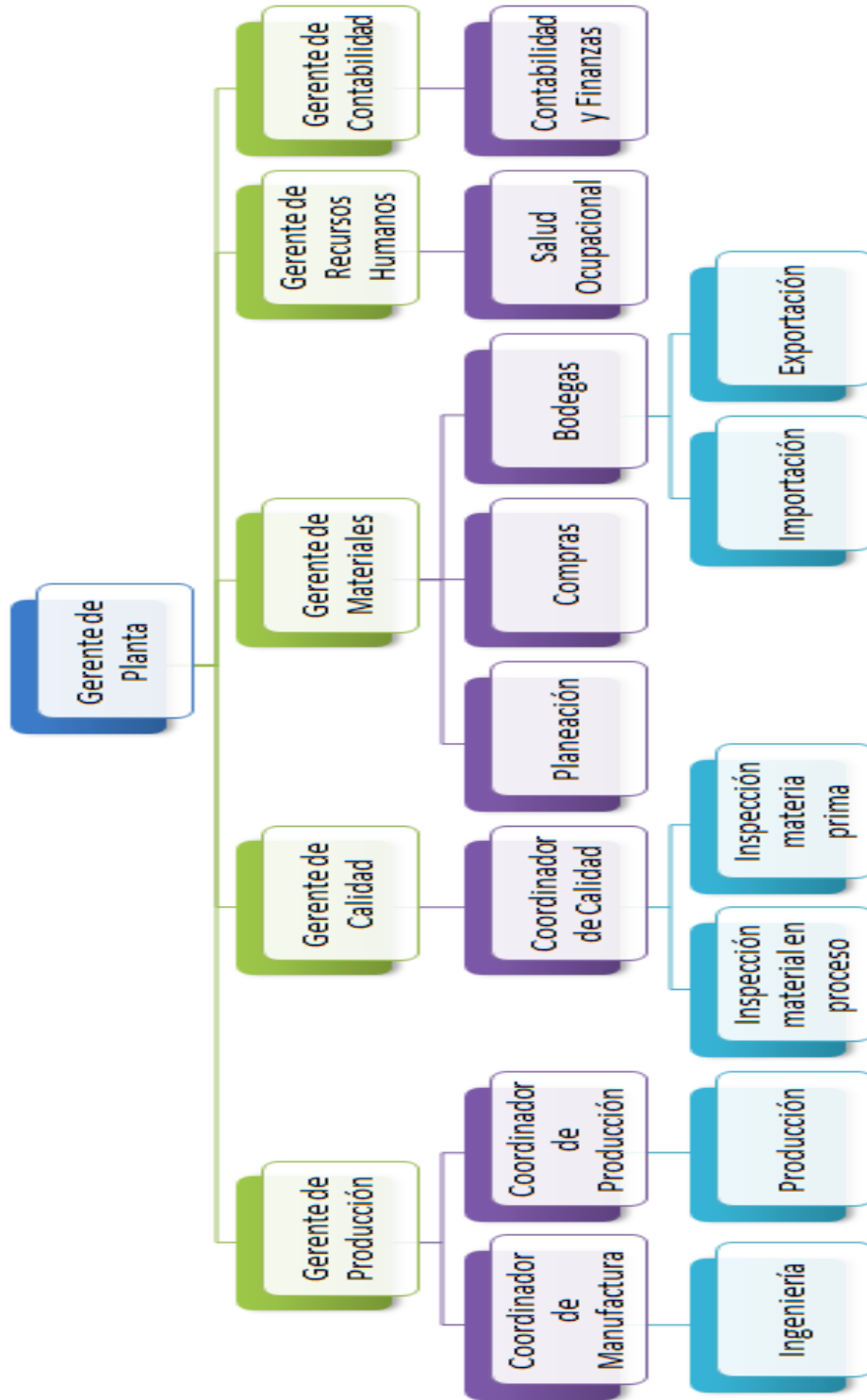


Figura 3 Organigrama de la empresa

Fuente: (www.Bourns.com)

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El presente trabajo se desarrollará en la empresa Bourns Inc (Trimpot Electrónicas Ltda.) en el área de negocio de Gas Discharge Tube (GDT), específicamente, en los procesos de *Finishing* y *Final Assy*, durante enero a mayo del 2018, esto con el fin de establecer un procedimiento con los criterios visuales por proceso y modelos de las áreas mencionadas.

Con los criterios visuales bien definidos por procesos o modelos permitirá: reducir problemas, como el flujo de los materiales en las diferentes operaciones actuales del proceso y durante su recorrido, el balance de trabajo de los operarios en las diferentes operaciones, las demoras y retrabajos innecesarios, los métodos de trabajo y otros factores, que intervienen dentro y fuera del proceso para realizar dicho producto y que pueden afectar la productividad.

Este es uno de los motivos por los que no se cumple el plan de producción semanal, además de otros problemas adheridos al proceso.

1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El área de GDT tiene como finalidad el cumplimiento de sus producciones semanales y la venta de todos sus productos electrónicos internacionalmente.

En el último año la demanda de estos productos se ha mantenido estable, los modelos *Finishing* y *Final Assy* tienen un promedio de 745 000 unidades semanales.

El departamento de Calidad, en el año 2017, contabilizó 1657 lotes

Suma de cantidad	Etiquetas de columna		Total general	Siendo: Falso = Eléctrico Verdadero = Visual 1,2,3 = Mes
Etiquetas de fila	FALSO	VERDADERO		
1	46	85	131	
2	37	78	115	
3	55	92	147	
4	84	75	159	
5	89	101	190	
6	50	42	92	
7	56	46	102	
8	104	48	152	
9	87	43	130	
10	87	60	147	
11	64	92	156	
12	81	55	136	
Total general	840	817	1657	

rechazados de los cuales 817 eran rechazos visuales, lo que representa un 49 %.

Figura 4 Rechazos mensuales eléctricos y visuales

Fuente: (Trimpot Electrónicas Ltda., 2018)

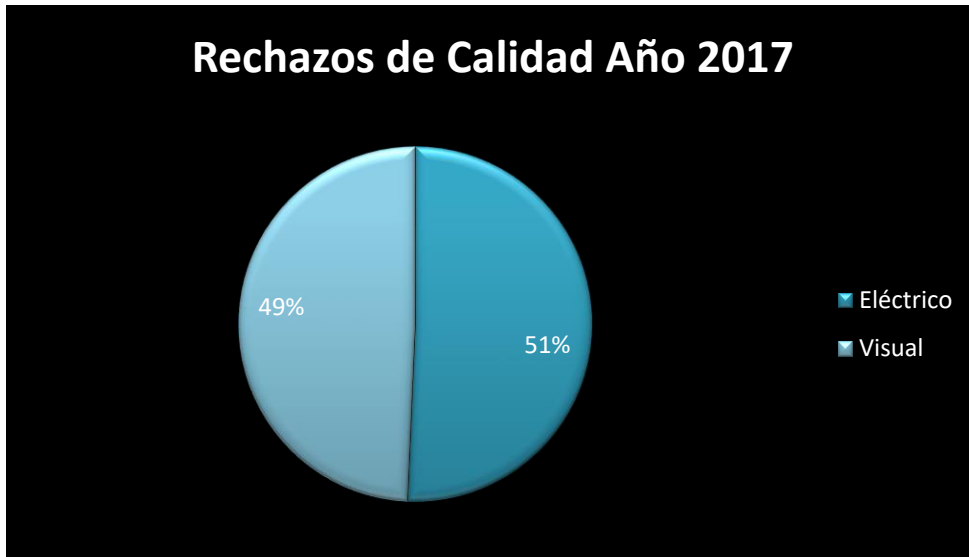


Gráfico 1 Gráfico de porcentaje de rechazos visuales

Fuente: (Trimpot Electrónicas Ltda., 2018)

Este 49 % representa 817 lotes, aproximadamente 1 634 000 unidades que se revisaron 100 % en producción, lo que implica un aumento en el costo de manufactura de las unidades, retrabajos en el 100 % de los lotes, horas extras en producción y retrasos en la producción.

Este 49 % implica una doble inspección del lote en el departamento de calidad lo que representa un promedio de 163 horas para reinspeccionar los 817 lotes.

Estas dos situaciones se han presentado, a nivel operativo y en la verificación por parte de los inspectores de calidad, en la segregación visual de las unidades conforme y no conforme se genera una mala clasificación, porque se ha generado separación de producto que está conforme y lo manejan como *scrap* o producto que está no conforme y no se genera el *scrap*.

Estas dos situaciones representan aumentos en los costos, debido a que por una mala clasificación de una unidad conforme que se desecha o unidad no conforme que no se desecha se pierden muchos recursos, como la mano de obra operativa, el tiempo usado de la máquina, los materiales que se utilizaron, la mano de obra que inspecciona el producto y muchos otros factores que son necesarios durante el proceso de manufactura. La clasificación correcta de los rechazos es primordial para disminuir los escapes de unidades malas hacia el cliente o a las posteriores operaciones.

Por último, los criterios no están bien definidos, por lo que genera subjetividades diferentes todos los días, de acuerdo con la situación que presente el

área de negocio. Los criterios no están basados en estándares internacionales o aplicaciones reales de los clientes.

1.5 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son los principales factores que originan un alto porcentaje de rechazos detectados por el departamento de Calidad de las unidades mal asignadas en producción de la empresa Bourns durante el año 2017?

1.6 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1 Objetivo general

Disminuir en un 10 % los rechazos y retrabajos en el área de negocio de Gas Discharge Tube, mediante la estandarización de los criterios visuales de todos los modelos en un manual de métodos que permita clasificar adecuadamente el producto conforme y no conforme.

1.6.2 Objetivos específicos

1. Analizar los defectos visuales de los rechazos y *scrap* más repetitivos que se generan en el área de GDT, así como la situación actual.
2. Diseñar los criterios visuales por procesos similares o modelos específicos mediante normas, estándares internacionales y experiencias, para el establecimiento de los criterios visuales aceptables y no aceptables.
3. Implementar los criterios visuales propuestos mediante un diagrama de Gantt para proyectar una mejora en los rechazos y *scrap* del área.
4. Evaluar los beneficios y ahorros mediante muestras estadísticas del antes y después de la implementación para el área.

1.7 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.7.1 Alcances

El presente estudio explorará a la empresa Bourns Inc (Trimpot Electrónica S. A.), en la división de GDT en los procesos de *Finishing* en todos los procesos y modelos del área.

El proyecto se centra en buscar una solución óptima que permita a la empresa mejorar la calidad y cumplir con las expectativas de sus clientes; aplicar las herramientas ingenieriles oportunas para el proceso, así como encontrar la solución óptima; generar las conclusiones y recomendaciones pertinentes y eficaces para su seguimiento.

1.7.2 Limitaciones

La empresa Bourns Inc (Trimpot Electrónicas Ltda.) posee información confidencial que no debe revelarse en este documento, por lo tanto, para el cálculo de los costos se utilizará un promedio de los costos revelados por la empresa.

Según el criterio visual, puede que no se tenga disponibilidad de normas o estándares internacionales que permitan definir el criterio visual, sino que puede estar sujeto a expertos del área, como coordinadores de calidad, manufactura y supervisión.

Se tiene poco conocimiento o deficiencia de las aplicaciones reales o uso correcto de los productos de GDT por parte de los clientes, no hay una

retroalimentación exacta de la aplicación de los productos y que aspectos visuales pueden afectar y sus procesos, por lo que se tomara la mejor decisión posible.

Por una baja de producción considerable en el proceso de *Final Assy*, no se pudieron considerar los procesos para incorporar al manual de métodos los criterios visuales de esta área.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS

Bourns Inc. ha liderado la industria electrónica en cuanto a diseño, fabricación y venta de componentes electrónicos y soluciones integradas desde sus comienzos en 1947, a través de Marlan y Rosemary Bourns. Como innovador en la industria, Bourns se enfoca en el desarrollo de productos en industrias de alto crecimiento como computadoras, telecomunicaciones, productos automotrices y productos electrónicos portátiles.

Bourns estableció un punto de referencia para la calidad, el valor y la innovación de sus productos y servicios a comienzos de la historia de la empresa con la presentación en 1952 de la línea Trimpot®. Este fue primer potenciómetro de ajuste patentado en el mundo. La dedicación a la excelencia de Bourns asegura la mejora continua de sus productos y servicios para satisfacer a los clientes en el mundo.

La filosofía de Bourns se basa en la calidad de los productos, la entrega confiable y el mejor valor general para sus clientes mundiales. Además de mantener capacidades mundiales de fabricación y asistencia al cliente, Bourns realiza una importante inversión en el desarrollo de tecnologías y en la expansión de sus capacidades de fabricación, para satisfacer las cambiantes necesidades de los clientes. A través de esta inversión continua, Bourns impulsa la tendencia hacia la miniaturización de componentes.

El compromiso de la empresa con la calidad está demostrado en sus operaciones de fabricación, que cumplen con las certificaciones como ISO 9001, IATF 16949 e ISO 140001.

Bourns vende una amplia gama de componentes pasivos, que incluyen potenciómetros de ajuste, dispositivos de protección contra sobre corriente, sensores, contactos modulares, redes resistivas, interruptores, codificadores, controles de panel, potenciómetros de movimiento lineal, cuadrantes, potenciómetros de precisión, componentes inductivos, resistores de chip y matrices de resistores de chip y más.

Además, la oferta de protección de circuitos continúa ampliándose para incluir tiristores de protección contra sobre voltaje, fusibles para telecomunicaciones y reiniciables, tubos de descarga de gas, módulos de protección de línea, diodos de chip y productos de protección contra descarga electrostática.

Los productos de plantas externas incluyen protectores de oficina central, estación y multietapas, además de dispositivos de interfaz de red (NIDS) y productos de línea de suscriptor digital (DSL). Las incorporaciones más recientes a la línea de productos incluyen convertidores CC/CC, módulos microelectrónicos, resistencias especializadas y semiconductores de potencia.

Bourns, Inc. es el fabricante y proveedor líder de sensores de automoción, soluciones de protección de circuitos, productos magnéticos, módulos de microelectrónica, potenciómetros de precisión, paneles de control, codificadores y resistencias. Bourns sirve a una amplia gama de sectores, que incluyen

telecomunicaciones, computación, industrial, instrumentación, automotriz, consumo, medicina no crítica, audio y otros, considerando lo último en aplicaciones, todos a precios competitivos y disponibles directamente el almacén (Bourns Inc, 2018).

2.2 PRODUCTO DE ESTUDIO

El enfoque de este proyecto son los productos del área de Tubos de descarga de gas conocidos como Gas Discharge Tube (GDT), que se fabrican en el área de acabado (*Finishing*) y ensamble (*Final Assy*), específicamente, en todos los modelos que forman parte de varias familias de tubos de gas y protectores.

Existe una amplia gama de familias, voltajes y configuraciones, según los requerimientos o necesidades de los clientes, por ejemplo: 2035, 2026, 2027, 5 pines, protectores, 1800, 1900, 1700, etc.



Figura 5 Productos de GDT

Fuente: (Bourns Inc)

2.2.1 Productos de *Finishing*

Este producto está compuesto por aproximadamente unas quince familias que van desde los 75 hasta 1100 voltios y diversidad de configuraciones. En las cuales se le mide las características eléctricas como IR, DCBD e Impulse, revisión visual y dimensiones. Son tubos de gas compuestos por gases neón, argón o ambos.

Ejemplo: 2026-09-C2LF, significa:

- Familia: 2026 material de 3 elementos.
- Voltaje: 90 voltios.
- Configuración: C= wire de 0.40 in / 2= tipo de formación / LF= Lead Free o sea libre de plomo es 100 % Estaño (Sn).

2.2.1.1 Tubos de gas (*gas tube*)

Un tubo de descarga (*gas tube*) está compuesto por la combinación de varios gases que permiten que, de acuerdo con su modelo y voltaje, se comporte dentro de los rangos o tolerancias establecidas, según su número de parte. Se utiliza para proteger al personal y a los equipos esenciales de voltajes transitorios peligrosos (picos de voltajes).

Los tubos de gas se utilizan en aplicaciones primarias y secundarias que pueden soportar múltiples aplicaciones de alto aumento actual de energía de hasta 25 kiloamperios (kA). Al recibir una sobrecarga o pico de voltaje actúa como

protector, lo que permite la activación del tubo de gas o función secundaria, para proteger al equipo.

Bourns ofrece tubos de gas de 8 mm estándar y 5 mm, tubos de gas de dos y tres elementos que ofrecen una larga vida útil y baja capacitancia.

Bourns ofrece una amplia gama de productos de modelos, voltajes y



configuraciones (Bourns Inc, 2018).

Figura 6 Productos de Finishing

Fuente: (Bourns Inc)

2.2.2 Productos de *Final Assy*

2.2.2.1 Protectores

Los protectores se utilizan en la industria de las telecomunicaciones en todo el mundo, estos dispositivos son de protección contra sobre corrientes para proteger los equipos de comunicaciones sensibles de las sobretensiones eléctricas. Bourns ofrece una gama completa de módulos de protección contra sobretensiones para la oficina central, la planta exterior y las instalaciones del cliente. Los módulos de las

instalaciones del cliente se han diseñado para que quepan en el NID (dispositivo de interfaz de red, que Bourns también proporciona), montado en el lateral de la



propiedad.

Figura 7 Productos de Final Assy

Fuente: (Bourns Inc)

Un ejemplo de un modelo 5 pines se utiliza en oficinas centrales y ubicaciones de acceso remoto, donde se pueden considerar dos series básicas de protectores de 5 pines: Los módulos de la serie 2410 se basan en la discreta serie 2026-XX-XX-MSP de GDT de 3 elementos y proporcionan una protección térmica superior con el mecanismo y la serie 2410 de módulos de 5 pines ha sido diseñada para mejorar el rendimiento y alcance de la transmisión en circuitos de banda ancha.

Los módulos de la serie 2420: la serie Bourns 2420 se basa en la discreta serie 2026-xx-XX, los GDT comunes de 3 elementos de cámara y el dispositivo de conmutación a prueba de fallas. Se reconoce que se utiliza sin un dispositivo de reserva de aire (BUG). La función sin BUG resulta en una mayor vida útil, sin

problemas, al eliminar la causa más común de falla prematura del conjunto del protector (Bourns Inc, 2018).

2.3 CONTEXTO TEÓRICO

Con la finalidad de entender este proyecto de manera más sencilla y accesible, es fundamental hacer alusión a diferentes conceptos, metodologías y herramientas de la ingeniería en producción industrial que se utilizan o desarrollan con el objetivo de buscar la solución más viable al problema planteado.

2.3.1 Productividad

Es la relación entre producción e insumos, es decir, la productividad, no es más que el cociente entre la cantidad producida y la cuantía de los recursos que se hayan empleado en la producción. Estos recursos pueden ser tierra, materiales, instalaciones, máquinas, herramientas y servicios del hombre o combinación de los mismos.

2.3.2 Control de Calidad

En la actualidad, según Acuña (2009), se habla más de mejoramiento de la calidad que de control de calidad, ya que se fundamenta en que es algo que debe verificarse constantemente.

La palabra control tiene una serie de sinónimos como verificación, registro, comprobación, etc.

Acuña define control en 2 términos como:

El acto de verificar que algún material cumple con un patrón previamente establecido con el fin de corregir cualquier desviación [...] es un conjunto de actividades que se realizan con el fin de cerciorarse de que un determinado proceso o tarea se está llevando a acabo de acuerdo con los planes establecidos (2009, p. 17).

Desde el punto de vista del proceso de manufactura de un producto, *control* se puede definir como un conjunto de pasos que se realizan para que el proceso o producto cumpla con los controles fijados.

Al hablar de control se debe hablar de límites, ya que estos son los que marcan el comportamiento de un producto o proceso, en el plano de control de calidad estos límites de control se llaman normas, especificaciones, procedimientos, planos, etc.

La existencia de control en el proceso es importante para conocer si un proceso o producto cumple con lo deseable. En otras palabras, según Acuña, “debemos determinar qué es lo que se considera como bueno o deseable para saber qué es lo contrario” (2009, p. 17).

Para esto, se usa la figura 7, para indicar que el control es un ciclo que debe verificarse constantemente.

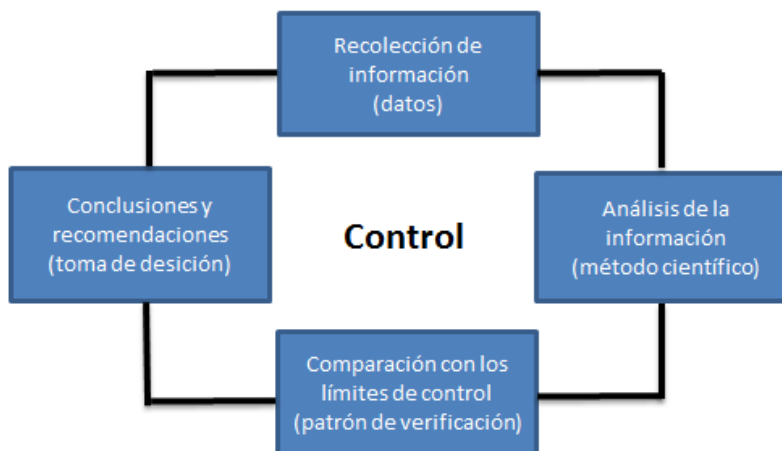


Figura 8 Representación esquemática del ciclo de control

Fuente: (Acuña, 2009, p. 18)

2.3.3 Calidad

Según Acuña “Juran, 1951 define la calidad como adecuación al uso” (2009, p. 17).

Con lo que quiere decir que la calidad la determina el cliente de acuerdo con la satisfacción obtenida del producto. A raíz de ese concepto surgen dos términos, el productor y el consumidor, que se refieren a la manufactura del producto y al cliente. De estos dos términos se derivan dos conceptos importantes, la calidad absoluta y calidad relativa.

2.3.4 Calidad absoluta

Esta definición concuerda con la de *productor*, que de acuerdo con Acuña corresponde a: “el grado en que un proceso es capaz de reproducir un diseño, es decir, existe una concordancia entre el producto y el diseño” (2009, p. 18).

En la actualidad, se considera que la satisfacción de los clientes se define por el grado de aceptación de un diseño apropiado a sus necesidades.

2.3.5 Calidad relativa

Esta definición concuerda con la de consumidor, que de acuerdo con Acuña es “el grado en que un producto cumple con el fin para el cual fue creado” (2009, p. 18).

En la actualidad se considera que la satisfacción de los clientes está definida por el grado de cumplimiento de los requerimientos apropiados para sus necesidades.

Con estos dos conceptos se puede decir que, si los requerimientos de un cliente se especifican en el diseño, existe calidad relativa porque hubo calidad absoluta.

2.3.6 Atributos

Este término se utiliza para definir aspectos o características de calidad que permiten clasificar las unidades como conforme o disconforme, al compararlas con un patrón o especificaciones establecidas en un procedimiento o plano del producto.

Los atributos permiten considerar una serie de estandarización de criterios de aceptación o rechazo que permiten la uniformidad de los criterios, la cual se puede lograr mediante el desarrollo de un manual de métodos o procedimiento bien estructurado y un programa de entrenamiento y capacitación del personal.

Estos procedimientos permiten que la inspección del producto se haga de una manera más real y homogénea y se evite al máximo el uso de los criterios subjetivos.

Una ventaja de este tipo de estudio por atributos o aspectos visuales, es que se pueden utilizar controles de *pasa no pasa*, para evitar estas subjetividades.

2.3.7 Unidad defectuosa

Según Acuña, la definición para este término es la siguiente:

Una unidad defectuosa es una unidad que no cumple con la norma de producción y que, por lo tanto, posee defectos que pueden o no pueden ser corregidos conllevando a un reproceso o a un desecho parcial o total del producto (2009, p. 344).

En resumen, una unidad que no cumple las especificaciones establecidas en un plano o procedimiento es defectuosa y puede recuperarse si se sigue un reproceso viable para el producto, de lo contrario es un desecho en el que se indica la pérdida de factores como mano obra, tiempo de máquina, etc.

En conclusión, este concepto implica a los términos de producto conforme y producto no conforme, que de acuerdo con la definición de unidad defectuosa se puede decir que el producto conforme es aquella unidad que cumple la especificación establecida, mientras que producto no conforme es aquella unidad que no cumple la especificación establecida.

2.3.8 Unidad disconforme

Según Acuña la definición para este término es la siguiente: “una unidad disconforme es una unidad que no cumple con la norma de producción y que, por lo tanto, no puede ser aceptada” (2009, p. 344).

En resumen, la diferencia entre *unidad disconforme* y *unidad defectuosa*, es que la unidad que contenga dos o más defectos la convierten en una unidad defectuosa, lo cual permite concluir que se debe hablar de un número de defectos por unidad.

2.3.9 Clasificación de No conformidades

De acuerdo con lo indicado por Acuña (2009), los atributos requieren de una clasificación de no conformidades con el fin de realizar un análisis sobre las más importantes para entender su criticidad y su frecuencia de ocurrencia. En estos estudios también se pueden aplicar las herramientas como Pareto y causa-efecto.

Los defectos y no conformidades que se encuentran en la manufactura de los productos se clasifican de la misma manera que las características de calidad.

En resumen, al tener unidades no conformes se pueden clasificar en críticas, mayores, menores o incidentales.

A continuación, la definición de cada no conformidad:

2.3.9.1 No conformidades críticas

Se involucra en problemas muy severos detectados en el producto, que implican defectos evidentes y se caracterizan por:

- a. La unidad se vuelve inútil.
- b. Puede presentar fallas en el uso de la unidad, que no puede corregirse.
- c. Existe riesgo de causar daños a personas o equipos.
- d. Debe eliminarse.

2.3.9.2 No conformidades mayores

Se involucra en problemas muy severos detectados en el producto y pueden o no tener defectos y se caracterizan por:

- a. Puede presentar fallas en el uso de la unidad, que pueden corregirse con un grado alto de dificultad y un mayor costo.
- b. Puede causar un incremento en el mantenimiento para evitar esos defectos.
- c. El producto se verá afectado en su vida útil.

2.3.9.3 No conformidades menores

Se involucra en problemas moderados detectados en el producto y que pueden no causar defectos y se caracterizan por:

- a. La probabilidad de falla durante la vida útil no es despreciable.
- b. Cuando existan defectos pueden ser de apariencia.
- c. Puede causar problemas, pero no tan severos como los 2 anteriores.

2.3.9.4 No conformidades incidentales o triviales

Son los defectos fácilmente visibles en la unidad, pero que no afectan el desempeño y se caracterizan por:

- a. No causan fallas durante la vida útil de la unidad.
- b. Si hay defectos no tiene un peso de valor, es casi desapercibido en la unidad.

Esta clasificación de las no conformidades permite tener control sobre los atributos que requieren especial atención, por medio de herramientas de análisis o ingenieriles, como parteo y causa-efecto.

2.3.10 Herramientas de análisis

Existen herramientas tradicionales que facilitan el logro de los objetivos, cuando se necesita resolver problemas y mejorar procesos.

2.3.11 Muestreo estadístico

En la inspección de calidad o cualquier investigación que implique un muestreo estadístico, es fundamental confiar en los resultados obtenidos a partir del análisis de muestras. Estas muestras se obtienen de poblaciones finitas o infinitas,

las cuales deben cumplir con los dos principales requerimientos del muestreo inferencial, que son:

2.3.11.1 Una muestra es aleatoria

“Cuando los elementos que la componen fueron extraídos de una población en la cual todos sus componentes tuvieron la misma probabilidad de pertenecer a esa muestra” (Acuña, 2009, p. 110).

2.3.11.2 Una muestra es representativa

“Cuando sus elementos reflejan las características de la población de la cual fueron extraídos. Con esto, se puede afirmar con cierto nivel de confianza, que lo que ocurre con la muestra, ocurre con la población” (Acuña, 2009, p. 110).

2.3.12 Tipos de muestreo

Existen diferentes tipos de muestreo, los cuales pueden ser: muestreo aleatorio simple, el muestreo sistemático, el muestreo estratificado, el muestreo por conglomerados y el muestreo de aceptación.

Para el siguiente proyecto se considerará el muestreo aleatorio simple.

2.3.12.1 Muestreo aleatorio simple:

Se basa en la extracción una muestra aleatoria de una población, con el fin de inferir los resultados, esta inferencia está sujeta a un error estadístico que es necesario determinar. Se puede utilizar para la estimación de un promedio de una característica o proporción (Acuña, 2009).

CAPÍTULO III. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO



3.1 METODOLOGÍA TEÓRICA

3.1.1 Enfoque de la investigación

La investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y experimentales que se aplican al estudio de un problema. Se pueden distinguir dos enfoques, el cualitativo y el cuantitativo, ambos buscan resolver problemas mediante el campo científico (Arias, 2016).

Figura 9 Metodología de la investigación

Fuente: (Google)

3.1.2 Enfoque cualitativo

La metodología cualitativa consiste en técnicas de recolección de datos mediante entrevistas abiertas, grupos de discusión, técnicas de observación y observación participante.

3.1.3 Enfoque cuantitativo

La metodología cuantitativa consiste en técnicas de recolección de datos, mediante la medición numérica y el estudio estadístico.

3.1.4 Tipos de Investigación

Existe variedad de tipos de investigaciones, las cuales se detallan a continuación:

3.1.4.1 Investigación exploratoria

Los estudios exploratorios se efectúan cuando el objetivo es examinar un tema o problema poco estudiado, del que alguien ha hecho un breve comentario.

3.1.4.2 Investigación correlacional

Los estudios correlacionales pretenden responder a preguntas de investigación y analizan la relación entre las variables.

3.1.4.3 Investigación explicativa

Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos: están dirigidos a responder a las causas de los eventos físicos o sociales.

3.1.4.4 Investigación Descriptiva

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a análisis, en comparación con la naturaleza poco estructurada de los estudios exploratorios, requiere conocimiento considerable del área investigada, para formular las preguntas específicas que busca responder.

3.1.5 Sujetos y Fuentes de Investigación

Los sujetos de información: son todas aquellas personas o entes físicos que suministran información del tema en investigación.

Las fuentes de información: son ciertos tipos de documentos que suministran información del tema en investigación. Existen fuentes documentadas y fuentes no documentadas, las cuales pueden ser primarias y secundarias.

Las fuentes primarias: se refieren a la información brindada por quien genera esta información. Las fuentes secundarias: son aquellas en las que esta información ya ha sido investigada y procesada anteriormente.

3.1.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Es importante destacar que los métodos de recolección de datos se pueden definir como: el medio a través del cual el investigador se relaciona con los participantes para obtener la información necesaria que le permita lograr los objetivos de la investigación. De modo que para recolectar la información hay que tener presente:

- Seleccionar un instrumento de medición el cual debe ser válido y confiable para aceptar los resultados.
- Aplicar dicho instrumento de medición.
- Organizar las mediciones obtenidas, para poder analizarlos.

Entre los métodos para la recolección de datos están:

La observación: es el registro visual de lo que ocurre en una situación, clasifica y consigna los acontecimientos pertinentes, de acuerdo con algún esquema previsto y según el problema que se estudia.

La encuesta: este método consiste en obtener información de los sujetos de estudio, sobre opiniones, actitudes o sugerencias, mediante la entrevista o el cuestionario

La entrevista: es la comunicación establecida entre el investigador y el sujeto de estudio, con el fin de obtener respuestas verbales a las interrogantes planteadas sobre el problema propuesto.

3.2 METODOLOGÍA ENFOCADA EN EL PROYECTO

3.2.1 Finalidad

Este proyecto tiene como finalidad la definición y estandarización de los criterios visuales para mejorar la productividad, es una de las mejoras que permita disminuir los rechazos de calidad y, por consiguiente, los retrabajos del proceso, tomando en cuenta conceptos de ingeniería industrial y aplicándolos a la realidad del negocio. Asimismo, mejorar el proceso por medio de métodos estándares, normas, criterios de los clientes y experiencia del colaborador para mejorar y estandarizar los criterios, etc.

3.2.2 Dimensión temporal

El alcance temporal de este proyecto corresponde a un periodo determinado: desde enero de 2018 hasta mayo de 2018. Lo que se realizará es un análisis e

investigación de los criterios visuales acordes a los procesos y productos involucrados, para recolectar toda la información necesaria y llegar a conclusiones que permitan trabajar en las soluciones óptimas, por medio de métricas y rangos medibles para aceptar o rechazar producto sin confusiones.

3.2.3 Marco

En este proyecto se analizará en un área de negocio específico, en la división de Costa Rica, en el área llamada GDT en las áreas de *Finishing* y Ensamble final.

3.2.4 Condición en la que se hace

El tipo de condición es de campo, ya que se requiere conocimiento en normas estándares acordes o según el producto y contacto con los clientes para conocer sus aplicaciones reales.

3.2.5 Carácter

Es investigativo, ya que lo que busca es estandarizar los criterios bajo normas o aplicaciones de los clientes, además de enfrentarse a la realidad con lo establecido en las normas electrónicas.

3.2.6 Naturaleza

Este proyecto es más cualitativo que cuantitativo. Cuantitativo porque se toman datos numéricos, específicamente las ventas en unidades, producción semanal y datos estadísticos de calidad lo que permite que la investigación se vuelva objetiva, en cuanto a lo cualitativo, ya que se toma en cuenta la intuición y

percepción de las personas involucradas en el área, además, usa las normas o estándares electrónicos.

3.2.7 Sujetos y fuentes de información

Existen dos tipos básicos de fuentes de información: las fuentes primarias, las cuales corresponden a los datos recopilados directamente por el autor, utilizan como medio de obtención, las entrevistas, observaciones, encuestas, entre otros y las fuentes secundarias, que están compuestas por información recopilada de textos o documentos de diversa índole que han sido escritos por segundas personas.

3.2.8 Población o universo

La población es la empresa Bourns Inc. (Trimpot Electrónicas Ltda.), en donde se analizarán los procesos o modelos del área de GDT.

3.2.9 Muestra

Se tomarán los procesos o productos involucrados en el área de GDT de la empresa Bourns Inc. (Trimpot Electrónicas Ltda.), primero, el enfoque son los procesos de *Finishing* y luego en los procesos de ensamble Final.

3.2.10 Fuentes primarias

Son fuentes que contienen información relacionada a este tema y a las cuales se puede tener acceso directamente o mediante las fuentes secundarias de información, como las tesis relacionadas con este tema.

3.2.11 Fuentes secundarias

Es un tipo de material ya conocido, pero que se organiza según un esquema determinado previamente. Las fuentes secundarias son aquellas que hacen referencia a documentos primarios y que son las que permiten analizar dichos documentos para organizar la información que poseen, de manera que los usuarios puedan tener accesibilidad a ellas. Mediante libros de autores reconocidos, normas, estándares.

3.2.12 Técnicas e instrumentos de recolección de información

Para este proyecto se utilizará 2 técnicas la DMAIC y Matriz de operacionalización de variables.

3.2.12.1 Proceso DMAIC

DMAIC es el proceso de mejora que utiliza la metodología Seis Sigma, que consiste en un proceso altamente disciplinado, que se enfoca en desarrollar productos y servicios casi perfectos en forma consistente. También es una estrategia de administración para utilizar herramientas estadísticas para mejorar los procesos.

Six Sigma es una “propuesta de mejoramiento de negocio que buscar encontrar y eliminar causas de errores y defectos en los procesos al enfocarse en los resultados que tiene una importancia crucial para los clientes” (Wortman, 2014, s. p.).



Figura 10 Metodología DMAIC

Fuente: (Google)

Consiste en 5 fases conectadas de manera lógica entre sí, las cuales son definir, medir, analizar, mejorar y controlar.

- Definir: seleccionar las respuestas apropiadas a mejorar.
- Medir: se deben recolectar datos para medir la variable de respuesta.
- Analizar: identificar las causas de origen de los defectos o desviaciones.
- Implementar: reducir la variabilidad o eliminar la causa.
- Controlar: ya con las mejoras deseadas vigilar el proceso para mantenerlas (Wortman, 2014, s. p.).

Define (definir)

¿Cuál es el problema?

- Definir quiénes son los clientes.
- Definir los requisitos de los clientes y sus expectativas.

- Definir los límites del proyecto, el inicio y final del proyecto.
- Definir el proceso que se mejorará mediante el desarrollo del mapa del flujo de proceso.

Measure (medir)

¿Qué debe medirse en los procesos?

- Desarrollar un plan de recolección de datos para el producto o proceso.
- Recolectar los datos de diversas fuentes para determinar el estado actual.

Analyze (analizar)

¿Cómo deben definirse los criterios visuales?

- Identificar los modos de falla y categorizarlos.
- Priorizar las oportunidades de mejoramiento.
- Identificar las normas o estándares aplicables a la electrónica.

Improve (mejorar)

¿Cuáles son las soluciones de mejoría y cómo ponerlas en práctica?

- Crear soluciones que permitan una buena clasificación de los criterios visuales.
- Desarrollar e implantar los planes de mejoramiento.

Control (controlar)

¿Cuál es el proceso a seguir para mantener los nuevos criterios visuales?

- Evitar volver al método anterior.
- Desarrollar un plan de monitoreo.
- Seguimiento de las acciones implementadas.

3.2.12.2 Matriz de operacionalización de variables

3.2.12.2.1 Operacionalización de variables

Esta palabra se emplea en la investigación científica para designar al proceso mediante el cual se transforma la variable de conceptos abstractos a términos concretos, observables y medibles, es decir, dimensiones e indicadores. Por ejemplo, la variable actitud no es directamente observable, por eso es necesario operacionalizarla o traducirla en elementos tangibles y cuantificables (Arias, 2016).

Por lo general, la operacionalización de una variable se representa en un cuadro que consta de tres etapas básicas: (Arias, 2016)

A. Definición nominal de la variable:

Consiste en establecer el significado de la variable, con base en teoría.

B. Definición real de la variable:

Significa descomponer la variable, para luego identificar y determinar las dimensiones relevantes para el estudio.

C. Definición operacional de la variable:

Establecer los indicadores para cada dimensión, así como los instrumentos y procedimientos de medición (Arias, 2016).

Variable	Dimensiones	Indicadores
Actitud hacia un personaje	Cognitiva	– Juicios acerca del personaje – Creencias sobre el personaje
	Afectiva	– Sentimientos hacia el personaje – Emociones que produce el personaje
	Conductual	– Intenciones hacia el personaje – Tendencias que genera el personaje

Figura 11 Ejemplo de cuadro de variables, dimensiones e indicadores

Fuente: (Arias, 2016)

3.2.13 Cuadro operacional de variables

En la siguiente figura se muestra la Matriz operacional de variables que permite entender cuáles son las variables, dimensiones e indicadores que se deben contemplar en la recolección de datos para obtener y evidenciar los resultados.

Matriz de Operacionalización de las variables				
Objetivo General: Disminuir en un 10 % los rechazos y retrabajos en el área de negocio de Gas Discharge Tube, mediante la estandarización de los criterios visuales de todos los modelos en un manual de métodos que permita clasificar adecuadamente el producto conforme y no conforme.				
Objetivos específicos	Variables	Dimensión	Indicadores	Técnicas o Instrumentos
Analizar los defectos visuales de los rechazos y <i>scrap</i> más repetitivos que se generan en el área de GDT para analizar la situación actual.	Situación actual de rechazos y <i>scrap</i> de los procesos	Scrap del año 2017 Rechazos del año 2017 Procesos	La cantidad de <i>scrap</i> generado en el año por defectos visuales. La cantidad de rechazos y lotes rechazados en el año por defectos visuales. El costo que representa los rechazos y <i>scrap</i> del área.	Reporte <i>scrap</i> & SAP Base de datos de calidad Pareto Costos
Diseñar y unificar los criterios visuales por procesos similares o modelos específicos mediante normas, estándares internacionales y experiencias que permitan establecer los criterios visuales aceptables y no aceptables.	Criterios visuales	Modelos Componentes Procesos	Cantidad de apartados de los criterios visuales. Cantidad de criterios visuales que puedan ser medibles. Cantidad de criterios visuales cualitativos.	Normas o estándares internacionales Experiencia profesional Diagrama de flujo
Implementar los criterios visuales propuestos mediante un diagrama de Gantt para realizar una proyección de mejora en los rechazos y <i>scrap</i> del área.	Criterios visuales propuestos	Técnicos de calidad Operarios Personal de Manufactura RR. HH.	Cantidad de personal a entrenar Tiempo requerido para entrenamiento	Técnicas: Reuniones Entrenamiento Proyección de tiempo Herramientas: Diagrama de Gantt Muestras estadísticas aleatorias
Evaluar los beneficios y ahorros mediante muestras estadísticas del antes y después de la implementación para el área.	Beneficios y ahorros	Scrap producido postimplementación Rechazos producidos postimplementación	Cantidad de <i>scrap</i> generado de los primeros lotes implementados. Cantidad de rechazos y lotes rechazados de los primeros lotes implementados. Costo que representa los rechazos y <i>scrap</i> de los primeros lotes implementados.	Reporte <i>scrap</i> & SAP Base de datos de calidad Pareto Costos Muestras estadísticas

Tabla 1 Matriz operacional de variables

Fuente: elaboración propia.

3.2.13.1 Conceptos de variable, dimensiones e indicador

3.2.13.1.1 Concepto de variable

Es una característica o cualidad, magnitud o cantidad, que puede sufrir cambios y que es objeto de análisis, medición, manipulación o control en una investigación. Por ejemplo, el peso, estatura.

Tipos de variables: según su naturaleza las variables pueden ser cuantitativas y cualitativas.

1. **Cuantitativas:** son aquellas que se expresan en valores o datos numéricos. Al mismo tiempo, estas se clasifican en discretas y continuas.
 - a. Discretas: son los que asumen valores o cifras enteras.
 - b. Continuas: son aquellas que adoptan números fraccionados o decimales.

2. **Cualitativas:** también llamadas categóricas, son características o atributos que se expresan en forma verbal (no numéricos), es decir, mediante palabras. Estas se clasifican en dicotómicas y policotómicas.
 - a. Dicotómicas: se presentan en solo dos clases o categorías, por ejemplo: género masculino o femenino.
 - b. Policotómicas: se presentan en más de dos categorías, por ejemplo: marcas de computadoras y color de tinta.

Según el grado de complejidad estas variables cuantitativas y cualitativas pueden ser simples o complejas.

- Variables simples: son las que se manifiestan directamente a través de un indicador o unidad de medida. No se descompone en dimensiones, por ejemplo, la edad cumplida.
- Variables complejas: son aquellas que se pueden descomponer en dos dimensiones como mínimo y luego se determina los indicadores para cada dimensión.

3.2.13.1.2 Concepto de dimensión

Es un elemento integrante de una variable, que resulta de su análisis o descomposición. Por ejemplo, la calidad de un servicio.

3.2.13.2 Concepto de indicador

Es un indicio, señal o unidad de medida que permite estudiar o cuantificar una variable o sus dimensiones. Por ejemplo, la moneda (Arias, 2016).

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

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En la empresa Bourns (Trimpot Electrónicas Ltda.) no existe una ayuda visual con criterios y medidas establecidas que permita clasificar adecuadamente un producto conforme y no conforme, de acuerdo con los estándares internacionales o requerimientos de los clientes.

Se busca analizar los datos y determinar los criterios visuales idóneos que permitan realizar mejoras en la selección del producto, lo cual puede reducir los rechazos de calidad y *scrap* en los diferentes procesos de GDT de una forma sistemática y consciente, que permita cumplir los planes de producción.

Estos criterios visuales se sustentan principalmente de la subjetividad del operador, del inspector, etc. (colaboradores relacionados con el proceso), no existe un análisis profundo de los datos que permitan identificar la cantidad de producto no conforme y conforme, esto puede verse afectado por criterios visuales que no son óptimos.

El proceso para determinar la conformidad y no conformidad está establecido y documentado, pero no con medidas o especificaciones claras y de acuerdo con normas o requerimientos de los clientes, por lo que puede variar de un colaborador a otro, según la manera en la que el operador, inspector u otro colaborador requiera conveniente ver el defecto, esto hace que se identifique producto conforme como no conforme o viceversa. Por otro lado, no se cuenta con todos los defectos existentes, por esta razón se deben definir nuevos criterios o defectos.

4.1.1 Flujo de proceso

A continuación, se detalla el flujo de proceso que existe en este momento en la empresa, forma general del proceso de construcción de los diferentes números de parte de GDT.

Diagrama de proceso de GDT en general:

1. **Materiales:** es el proceso de planeación que implica la disponibilidad de componentes, entrega de materiales de bodega a las diferentes áreas de ensamble como Fabricación, *Finishing* y *Final Assy* con la debida programación de órdenes, según prioridades y órdenes especiales. Se llevan a cabo los inventarios para un mejor control. Por último, materiales también es el responsable de recibir los productos terminados y despachar a los clientes respectivos.
2. **Manufactura:** es el proceso que implica la producción de las órdenes de acuerdo con las capacidades establecidas en cada proceso, encargado de aplicar auditorías en proceso y establecer un plan de producción conformado por coordinador, supervisión, líderes y parte operativa para llevar a cabo las metas. La otra parte de manufactura está compuesta por un grupo de ingenieros encargados de los procesos y de dar soporte a los procesos para buscar la mejora continua.
3. **Soporte técnico:** es el proceso que implica la parte de servicios técnicos que se requiere para los mantenimientos predictivos,

correctivos y preventivos de todos los equipos de la planta para mantener la funcionalidad al 100 % de los equipos y así evitar demoras y atrasos en los procesos productivos.

4. **Fabricación:** este es primer proceso de GDT, en la misma se realiza el ensamble de los *gas tube*, que está compuesto por procesos como *annealing* de los electrodos, realización y aplicación de *coating* en los electrodos, ensamble de cerámica, cusil y electrodos, por último, el horneado de las unidades, en el que se les aplica el gas o gases, según el número de parte y voltaje.

Luego viene el proceso de unas pruebas de Fresh, AC y DC de las unidades para posteriormente analizar si se procede con la venta del lote al siguiente proceso.

Fresh: son lecturas iniciales del voltaje donde se espera que este dentro de los rangos establecidos según el voltaje construido, por ejemplo, 350V se espera que esté entre 300 y 400 voltios (muestra de 10 unidades por lote, luego esta se divide en 5 unidades para AC y 5 unidades para DC).

AC: es una descarga de corriente alterna que se aplica según el número de parte creado, por ejemplo, un modelo 2026 se le aplica 10X10A (lo que indica que lleva 10 operaciones de 10 amperios en cada *gas tube* en una muestra de 5 unidades por lote, de cada línea a tierra L1-C y L2 C).

DC: es una descarga de corriente continua que se aplica según el número de parte creado, por ejemplo, un modelo 2026 se le aplica 10X10kA (lo que indica que

lleva 10 operaciones de 10 kiloamperios en cada *gas tube* en una muestra de 5 unidades por lote, de cada línea a tierra L1-C y L2 C).

1. **Finishing:** es el proceso que sigue después de Fabricación en el que se le da el acabado final del *gas tube*, agregando operaciones como pintura, platinado, *conditioning*, *welder*, formación, testeo y visual, según el número de parte a construir.
2. **Final Assy:** es el tercer proceso, independiente de los anteriores, porque está conformado por modelos más complejos y completos, además son más costosos, igualmente tiene procesos de ensamble de unidades, pintura, cementado, testeo, visual, etc.
3. **Control de calidad:** existe un departamento encargado de velar por el cumplimiento de las especificaciones de todos estos productos, identificando el producto conforme y no conforme, además de asegurar y trabajar en la mejora continua de los diferentes procesos, todos los lotes o números de parte se verifican a través de un plan de muestreo.
4. **Documentación:** existe un departamento que se encarga de velar porque toda la documentación requerida y analizada por manufactura se controle y sea accesible en todos los procesos, que cuenten con al menos las hojas de ruta, planos, métodos de trabajo, instrucciones de trabajo, mapeos, cambios de diseño, diagramas, registros, parámetros de testeo, etc.

Diagrama de Flujo GDT Producción (2/5)

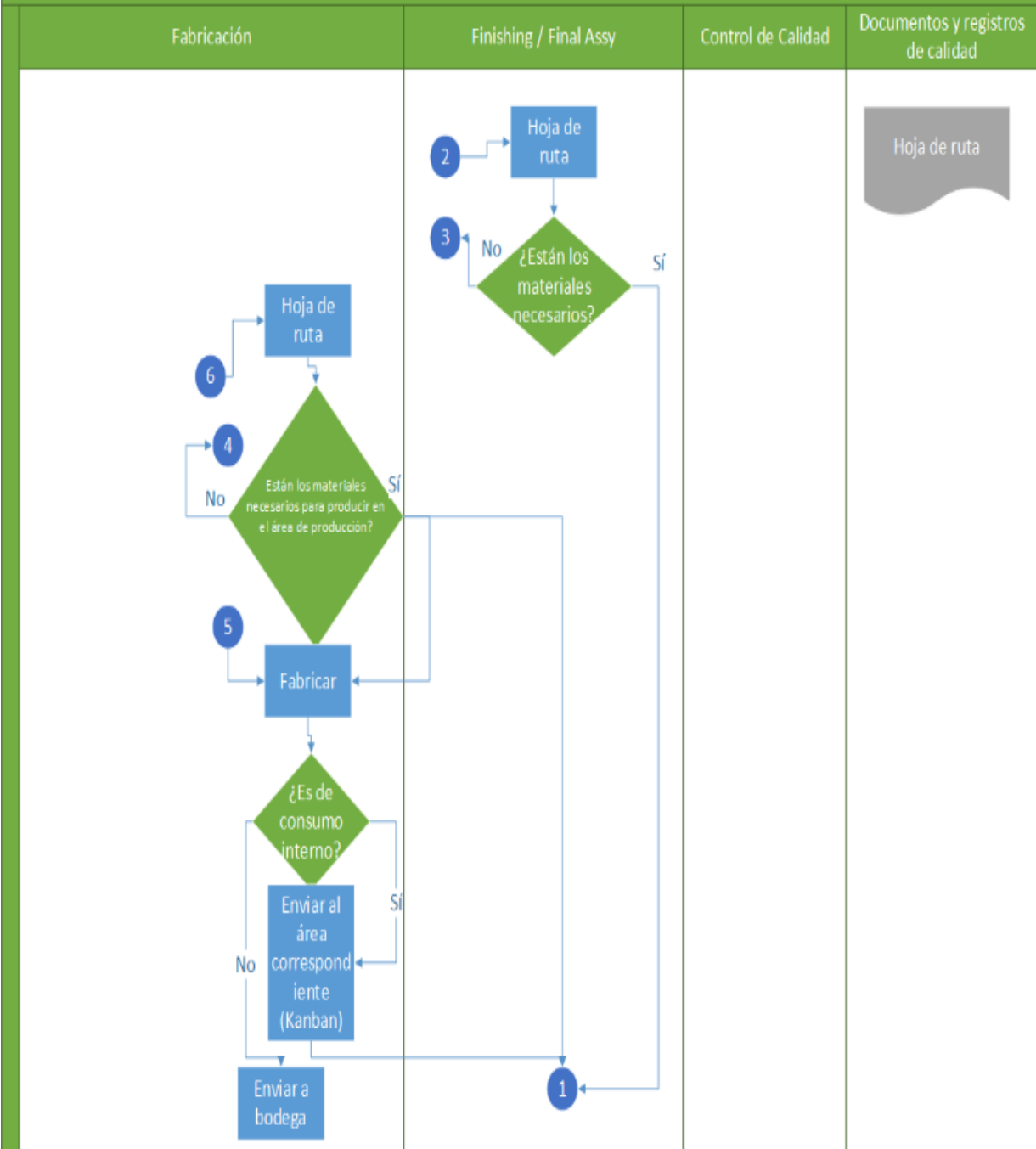


Diagrama de Flujo GDT Producción (3/5)

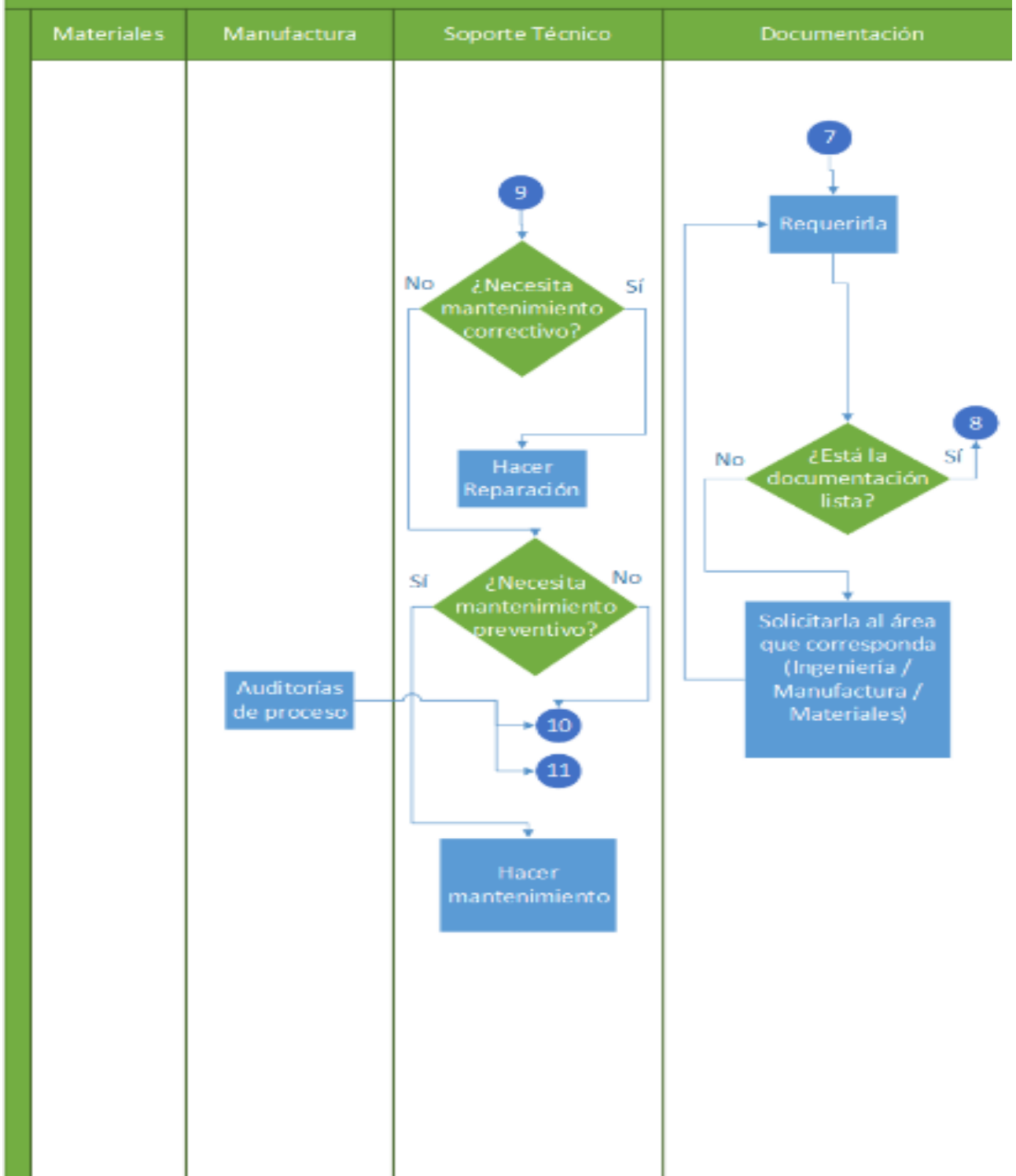
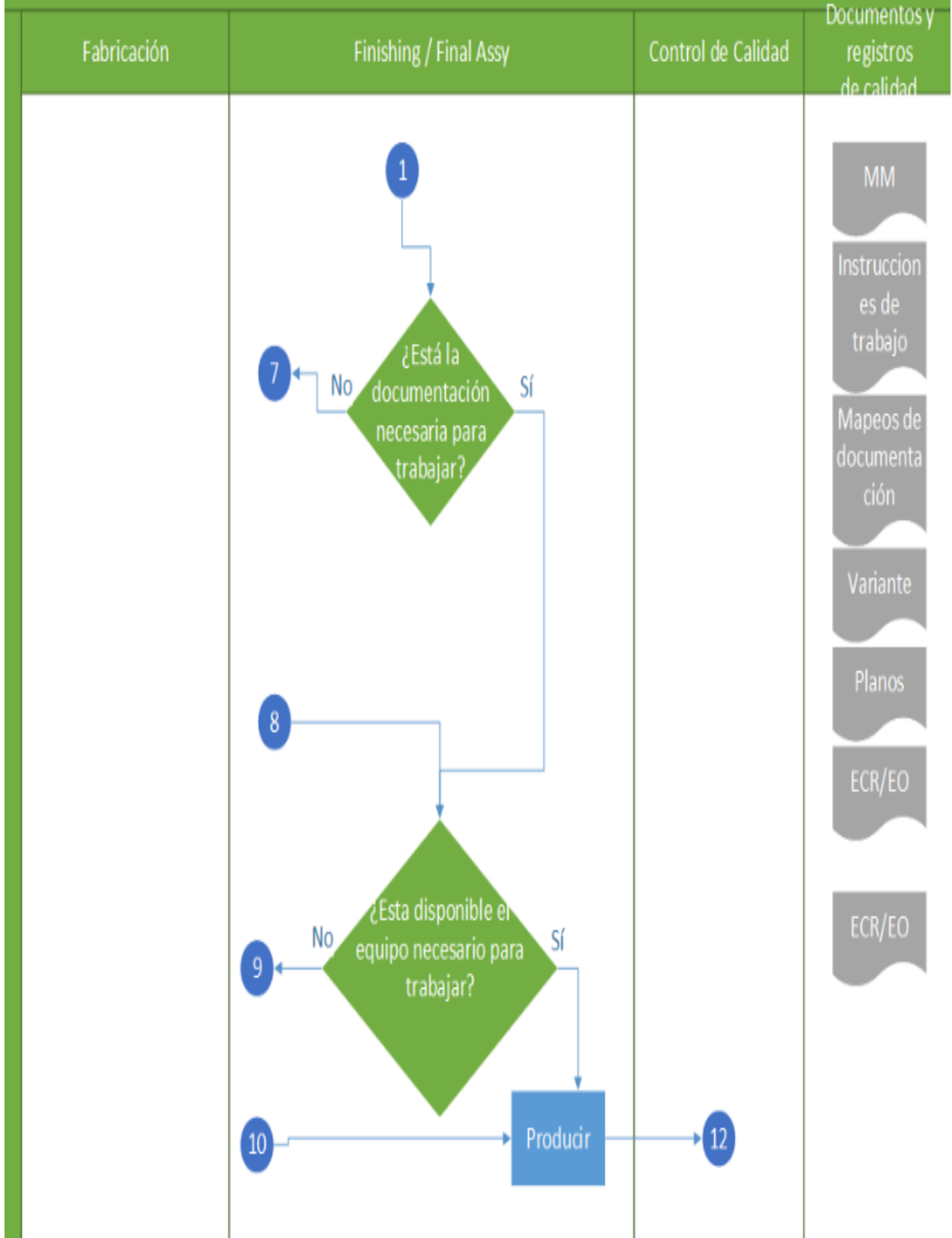


Diagrama de Flujo GDT Producción (4/5)



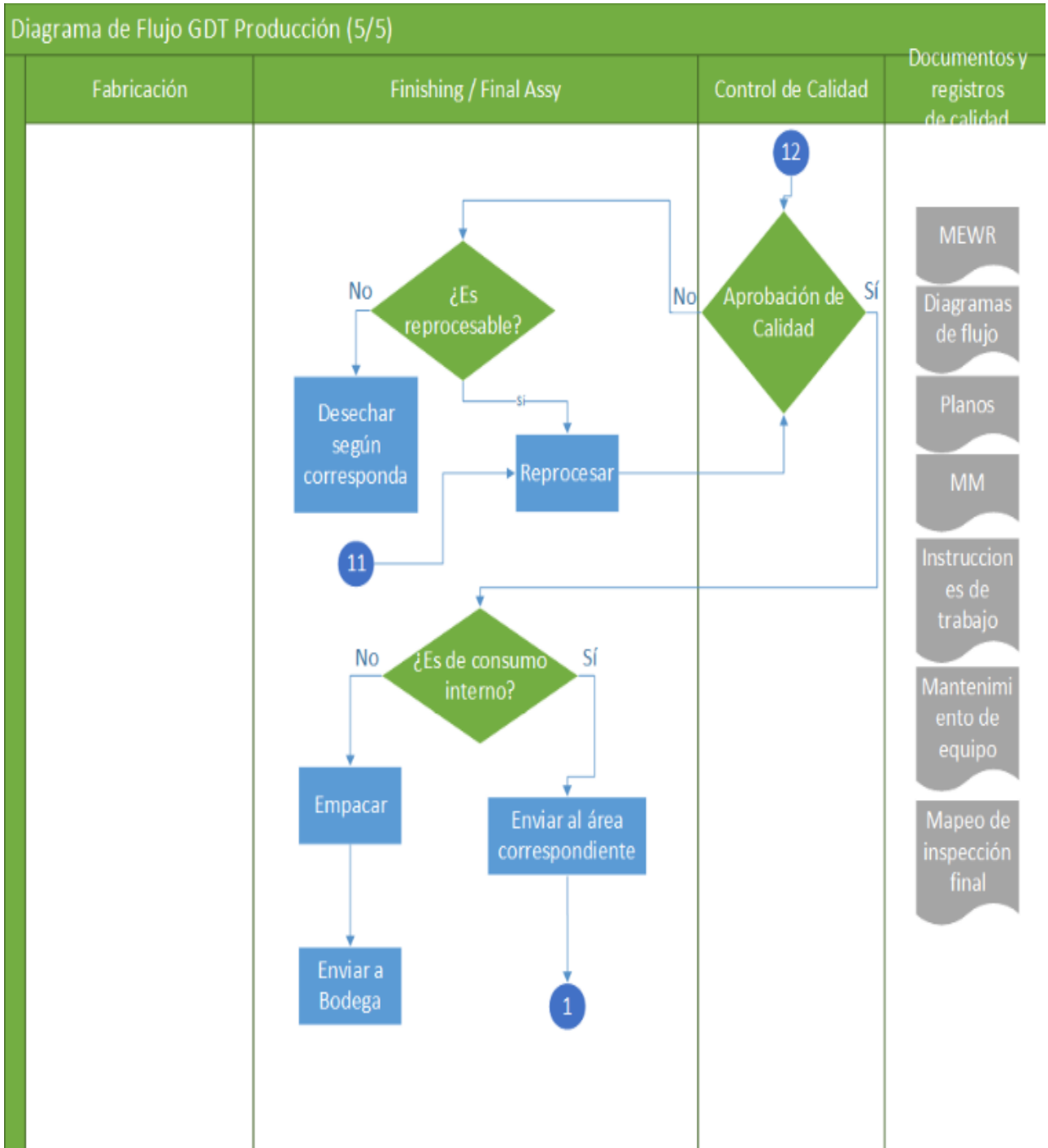


Figura 12 Diagrama de flujo

Fuente: (Bourns Inc.)

4.1.2 Herramienta SIPOC

En la siguiente figura se muestra la herramienta SIPOC que permite tener una visión de las principales actividades que se realiza en el área de GDT, para construir las unidades y cumplir con todos los objetivos, considerando sus proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes.

SIPOC: Suppliers-Inputs-Process-Outputs-Customers de GDT				
S	I	P	O	C
Proveedores	Entradas	Procesos	Salidas	Clientes
Atención al cliente	Requerimientos especiales Órdenes de compra	Producción ejemplos de procesos pintura, platinado, Welder, formación, cementado, ensamble de componentes, etc.	Subensambles Producto terminado Hojas de Ruta Registros de producción	Calidad Suplidores Clientes internos y externos
Suplidores	Materia prima Mix de producción Hojas de Ruta			
Entrenamiento Recursos Humanos	Personal on Job training Cursos			
Facilidades	Edificio Equipo de cómputo <i>Software</i>			
Calidad	Registros de inspección Acciones correctivas Acciones preventivas	Ingeniería de manufactura	Instrucciones de trabajo Manual Métodos MEWRs Evaluaciones y variantes ECRs Cambios de rutina	Documentación Diseño Atención al cliente Calidad Suplidores
Documentación	Planos Documentos controlados	Validación de equipos, procesos y productos		
Proveedor externo	Hojas técnicas Información del producto			
Servicios Técnicos Diseño	Equipo			

Figura 13 Diagrama de Flujo

Fuente: (Bourns Inc.)

- Proveedores

En el área de GDT existe una amplia gama de proveedores que son los que suministran las materias primas de todos los números de partes existentes, además de todos los departamentos existentes, que permiten tener un sistema de gestión altamente calificado para llevar a cabo todas las actividades de construcción de las unidades y aseguramiento de los objetivos.

- Entradas

Las mismas son todos los recursos necesarios para la construcción de las unidades en el proceso de GDT.

- Procesos

Parte fundamental del proyecto, en el que se debe enfocar para tener claro cuáles son los criterios visuales aceptables y no aceptables, para adecuar el proceso a estos criterios.

- Salidas

Son todas las actividades que se espera que se completen durante el proceso, con todos los objetivos cumplidos y logrados en el proceso de GDT.

- Clientes

Finalmente, se tienen diferentes clientes internos y externos que esperan productos de calidad y seguros para sus procesos.

El SIPOC de GDT en los proveedores, que van desde atención al cliente hasta facilidades, tiene diferentes entradas, pero comparten los mismos procesos, salidas o clientes, ya que los resultados son muy similares.

Los proveedores, que van desde calidad hasta diseño, tienen diferentes entradas y comparten los mismos procesos, salidas o clientes, excepto calidad, que tiene un proceso diferente.

4.2 RECOLECCIÓN DE DATOS

La empresa Bourns (Trimpot Electrónicas Ltda.) cuenta con dos registros que fueron los utilizados para la recolección de datos, como:

- Base de datos de access anual: que registra todos los lotes aceptados o rechazados en el departamento de Calidad y mejora continua.
- Registro en Microsoft Excel por mes: que registra todos lotes y sus respectivos *scrap* visuales y eléctricos de cada uno de los lotes.

Estos dos registros son muy usados en manufactura y calidad para sus respectivos análisis.

Ambos registros se analizaron mediante una tabla dinámica para cuantificar los defectos y *scrap* del año 2017, tanto de los rechazos de calidad como el *scrap* generado por producción.

4.2.1 Situación actual de los rechazos de calidad

El departamento de Calidad, en el año 2017, contabilizó 1657 lotes rechazados de los cuales 817 lotes son rechazos visuales lo que representa un 49 %.

En total se realizaron 24 852 inspecciones (lotes), de los cuales 817 lotes son rechazos visuales lo que representa un 3,28 % y 840 lotes son rechazos eléctricos lo que representa un 3,38 %. En general los rechazos representan 6,67 % en negocio en GDT.

Como se menciona en el párrafo anterior, se rechazaron 817 lotes para revisar 100 % visual, por el defecto encontrado, pero también el número 817 representa el número de unidades rechazadas, ya que el plan de muestreo utilizado por calidad es C=0, esto quiere decir que el lote se rechaza con una sola ocurrencia en el defecto detectado, entonces, un lote rechazado es una unidad reportada. Por esta razón, se puede hablar de lotes o unidades rechazadas, en la tabla adjunta se menciona como unidades rechazadas.

En la siguiente tabla se muestra el detalle de los defectos visuales y cantidades rechazadas en cada defecto mencionado. Por ejemplo: no cumple distancia entre *clamp* y *gas tube* se detectaron 81 unidades en 81 lotes diferentes y así sucesivamente con cada defecto visual.

Defecto	# Defecto	Cantidad de Unidades defectuosas
No cumple distancia entre clamp y <i>gas tube</i>	1	81
Pintura ilegible	2	79
Insuficiencia de soldadura	3	52
Exceso de soldadura	4	42
Pin central dañado	5	29
Electrodos Abiertos	6	24
Formación	7	21
Mov Quebrado	8	20
Pin short levantado	9	20
Pines torcidos	10	20
Clip mal asegurado	11	19
Mezcla de date code	12	18
Falta de Pin Short	13	18
Clip dañado	14	17
Cerámica quebrada	15	16
Electrodos Contaminados	16	16
Falta de información en la Hoja De Ruta	17	16
Mezcla voltaje	18	15
Electrodos golpeados y dañados	19	13
Coplanaridad fuera de especificaciones	20	12
Housing quebrado	21	12
Exceso de platinado	22	11
Pin caído	23	11
Ensamble	24	11
Welder C2/C4 Radial	25	10
Pines mezclados	26	10
Mezcla de número de parte	27	9
Laser Ilegible	28	9
Largo de pines fuera de especificaciones	29	8
Mal etiquetado	30	8
Cobre expuesto	31	8
Failsafe sin support	32	6
Falta de Boink	33	6
Distancia entre pines	34	6
Pintura incorrecta	35	6
Falta de plating	36	5
Clip descentrado	37	5

Failsafe con falta support	38	4
Quemado por conditioning	39	4
Cerámica contaminada	40	4
Housing abierto 5 pines	41	4
Support levantado del Failsafe	42	4
No cumple distancia entre clip y <i>gas tube</i>	43	3
Pines defectuosos (5 pines)	44	3
Mal remache de terminal	45	3
Pines mal soldados en terminales	46	3
Falta de Pintura	47	3
Laser al revés	48	3
Cabeza del housing sin pintura	49	2
Pin soldado y descentrado en el electrodo	50	2
Falta de Label P/N o Ground	51	2
Welder RMB	52	2
Mezcla de Logos de Housing 5 pines	53	1
Cover sin remachar	54	1
MOV Desprendido	55	1
Falta de componentes	56	1
Clamp con falta de pin short	57	1
Falta de piezas en la burbuja	58	1
Altura de pines	59	1
No cumple las 24 horas después de Conditioning	60	1
Viruta entre clamp y <i>gas tube</i>	61	1
Pieza mal posicionada en carrier	62	1
Electrodos mezclados	63	1
Falta de sello de empaque del operario	64	1
Base Dañada	65	1
Pin lateral aplastado	66	1
Punto de pintura en posición incorrecta	67	1
Diodo desprendido	68	1
Spring de más	69	1
Pin short mal soldado	70	1
Varistor Quebrado	71	1
Mal ensamble de componentes (R1BXEX)	72	1
Viruta entre clip y <i>gas tube</i>	73	1
Falta tornillo al Ground	74	1
Contacto entre el clamp y pin lateral (MSP)	75	1
Material mal etiquetado con Label incorrecto	76	1
Total general		817

Tabla 2 Defectos y cantidades por defecto

Fuente: elaboración propia.

En el siguiente gráfico se encuentra la misma información anterior, se ven los defectos más repetitivos de mayor a menor cantidad.

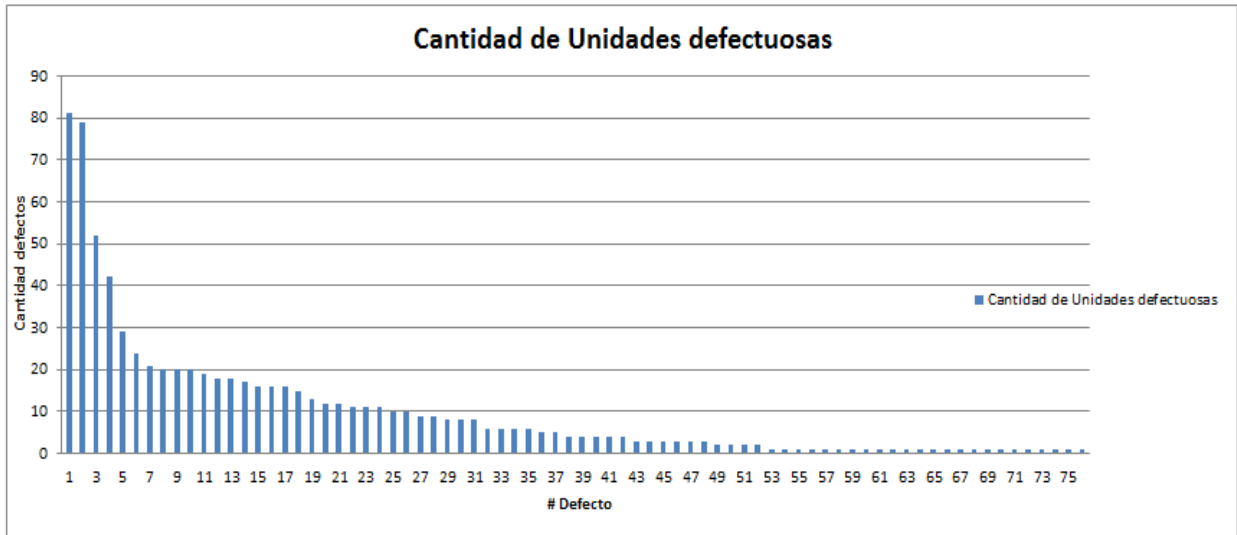


Gráfico 2 Cantidad de unidades defectuosas visuales

Fuente: elaboración propia.

En este gráfico se muestran las PPM= partes por millón, del año 2017, en este se muestra que todo el año estuvo por arriba de la meta que era \leq a 100 PPM por mes. Este es uno de los indicadores que mide la compañía.

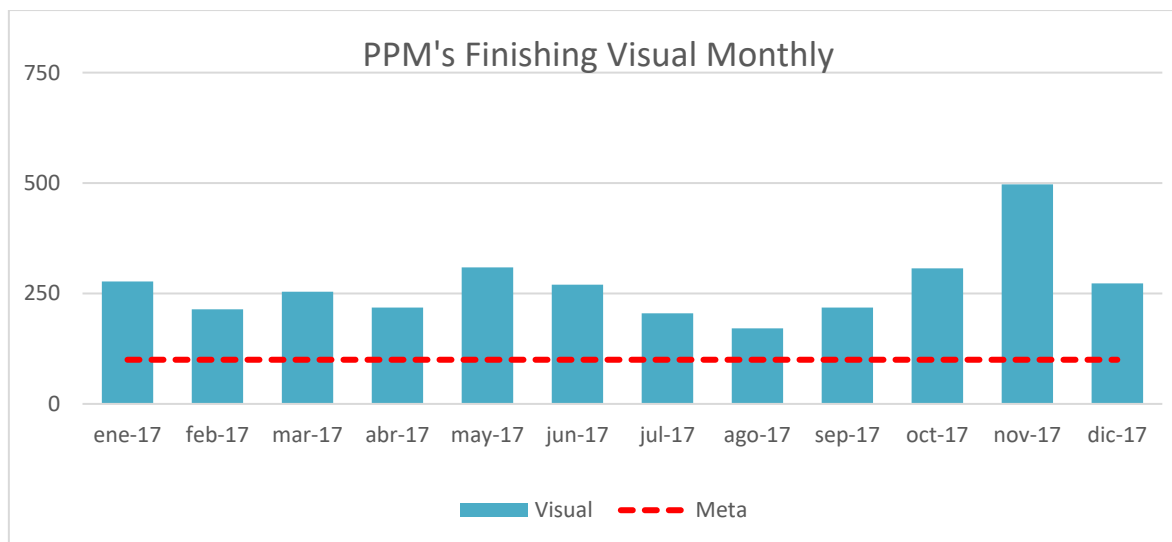


Gráfico 3 PPM's Visuales del año 2017

Fuente: (access, 2017)

En producción, estos 817 lotes representan un retrabajo 100 % en el defecto encontrado, lo cual genera un aumento del costo en el valor de fabricación del producto.

En la siguiente tabla se muestra el costo promedio de retrabajo y costo de *scrap* del producto.

Los datos y costos utilizados son un promedio entre el mínimo y máxima cantidad y costo de cada modelo, ya que esta es información confidencial de la empresa.

En la tabla se justifica el costo por área del negocio de GDT, por lo cual se justifica que el enfoque sea en el área de *Finishing*, la cual representa el 86.29 % de retrabajo y *scrap*.

Costos por modelo retrabajado								
Área	Modelo	# Lotes	Cantidad de unidades	Cantidad promedio por lote	Promedio de horas por lote	Total de horas de retrabajo	Costo de mano obra por hora	Costo operación de visual
<i>Finishing</i>	2026	274	274,000	1000	1	274	\$4.60	\$1,260.40
<i>Finishing</i>	72470	134	268,000	2000	2	268	\$4.60	\$1,232.80
<i>Finishing</i>	2027	100	150,000	1500	1.5	150	\$4.60	\$690.00
<i>Finishing</i>	2035	62	186,000	3000	3	186	\$4.60	\$855.60
<i>Finishing</i>	2036	49	171,500	3500	3	147	\$4.60	\$676.20
<i>Final Assy</i>	2420	36	36,000	1000	1	36	\$4.60	\$165.60
<i>Finishing</i>	2017	26	59,800	2300	2	52	\$4.60	\$239.20
<i>Finishing</i>	2038	23	80,500	3500	3	69	\$4.60	\$317.40
<i>Final Assy</i>	2410	22	22,000	1000	1	22	\$4.60	\$101.20
<i>Final Assy</i>	2440	12	12,000	1000	1	12	\$4.60	\$55.20
<i>Final Assy</i>	2470	8	8,000	1000	1	8	\$4.60	\$36.80
<i>Finishing</i>	2039	7	19,600	2800	2	14	\$4.60	\$64.40
<i>Final Assy</i>	2377	7	7,000	1000	1	7	\$4.60	\$32.20
<i>Finishing</i>	SA2	7	14,000	2000	2	14	\$4.60	\$64.40
<i>Finishing</i>	2020	6	6,000	1000	1	6	\$4.60	\$27.60
<i>Finishing</i>	2030	6	16,800	2800	2	12	\$4.60	\$55.20
<i>Final Assy</i>	1675-01	5	500	100	0.33	1.65	\$4.60	\$7.59
<i>Finishing</i>	2031	3	8,400	2800	2	6	\$4.60	\$27.60
<i>Finishing</i>	2047	3	300	100	0.33	0.99	\$4.60	\$4.55
<i>Final Assy</i>	2366	3	300	100	0.33	0.99	\$4.60	\$4.55
<i>Final Assy</i>	14P	2	2,000	1000	1	2	\$4.60	\$9.20
<i>Final Assy</i>	1965	2	200	100	0.33	0.66	\$4.60	\$3.04
<i>Final Assy</i>	2378	2	2,000	1000	1	2	\$4.60	\$9.20
<i>Final Assy</i>	2442	2	2,000	1000	1	2	\$4.60	\$9.20
<i>Final Assy</i>	303BT	2	2,000	1000	1	2	\$4.60	\$9.20
<i>Finishing</i>	71851	2	200	100	0.33	0.66	\$4.60	\$3.04
<i>Final Assy</i>	A03	2	2,000	1000	1	2	\$4.60	\$9.20
<i>Final Assy</i>	1500-NJ	1	10	10	0.17	0.17	\$4.60	\$0.78
<i>Finishing</i>	2018	1	2,300	2300	2	2	\$4.60	\$9.20
<i>Final Assy</i>	2022	1	1,000	1000	1	1	\$4.60	\$4.60
<i>Finishing</i>	2037	1	2,800	2800	2	2	\$4.60	\$9.20
<i>Final Assy</i>	2430	1	1,000	1000	1	1	\$4.60	\$4.60
<i>Final Assy</i>	3610	1	100	100	0.33	0.33	\$4.60	\$1.52
<i>Finishing</i>	71586	1	2,800	2800	2	2	\$4.60	\$9.20
<i>Final Assy</i>	72186	1	100	100	0.33	0.33	\$4.60	\$1.52
<i>Final Assy</i>	82338-00	1	100	100	0.33	0.33	\$4.60	\$1.52
<i>Final Assy</i>	85028	1	100	100	0.33	0.33	\$4.60	\$1.52
Total general		817	1,361,410			1307.44	\$170.20	\$6,014.22

Tabla 3 Costos por material retrabajado

Fuente: elaboración propia.

Con los datos se indica que el 86.29 % de los rechazos se dan en el área de *Finishing* con 705 lotes rechazados, por este motivo la prioridad de estandarizar criterios visuales es en *Finishing*.

El costo de retrabajo representa aproximadamente \$6000 anuales

	Rechazos	% afectado	Costo Retrabajo
<i>Finishing</i>	705	86.29 %	\$5,189.67
<i>Final Assy</i>	112	13.71 %	\$824.55
Total	817	100.00 %	\$6,014.22

Tabla 3 Costos por modelo rechazado

Fuente: elaboración propia.

4.2.2 Situación actual de los *scrap* de producción

Mediante el reporte de *scrap*, se logró calcular el porcentaje de *scrap* del año 2017 en los defectos visuales, se obtuvieron los siguientes resultados:

Scrap			
Tipo defecto	Unidades defectuosas	Unidades producidas	%
Eléctrico	1,187,691	34,476,263	3.44 %
Visual	388,362	34,476,210	1.13 %

Tabla 4 Reporte de scrap. 2017

Fuente: (Trimpot Electrónicas Ltda., 2017)

En el ámbito de *scrap*, el mayor incidente proviene de los defectos eléctricos, con un 3.44 % y que visualmente es de 1.13 % de *scrap*.

Este cálculo se realizó con base en el archivo de Microsoft Excel con los reportes mensuales del *scrap* que se lleva en producción, este cálculo es un promedio de los 12 meses.

Ese porcentaje de *scrap* visual, en el ámbito financiero, representa un promedio de \$ 234.000 de 388 362 unidades que se botaron durante el año 2017.

Modelo	Suma de Qty Scrap	\$ precio por unidad	\$ Total
2026	43,983	\$1.12	\$49,260.96
2027	72,198	\$0.29	\$20,937.42
2030	2,804	\$1.24	\$3,476.96
2035	73,044	\$0.28	\$20,452.32
2036	91,420	\$0.35	\$31,997.00
2017	38,004	\$1.14	\$43,324.56
2018	6,312	\$2.88	\$18,178.56
2020	1,301	\$1.82	\$2,367.82
2028	131	\$0.50	\$65.50
2029	219	\$0.29	\$63.51
2031	8,031	\$0.48	\$3,854.88
2037	5,684	\$0.32	\$1,818.88
2038	37,575	\$0.94	\$35,320.50
2039	7,600	\$0.30	\$2,280.00
2047	56	\$2.90	\$162.40
Total general	388,362		\$233,561.27

Tabla 5 Costo de scrap por unidad y total

Fuente: elaboración propia.

La reducción de *scrap* es uno de los indicadores que maneja la compañía como KPI mensual.

Los KPI son indicadores clave de rendimiento que miden el desempeño de ciertas áreas de la empresa. El informe KPI proporciona información resumida y detallada sobre cómo se comportan estas áreas.

Al implantar y estandarizar los criterios visuales de los productos de *Finishing* se debería mejorar este indicador, este incluye la disminución de retrabajos. Otro indicador importante de la compañía son las PPM's (partes por millón) de calidad, que involucran los rechazos de calidad.

En la siguiente tabla se comparten los 3 principales indicadores que se podrían mejorar en este proyecto, los cuales son retrabajos que están en el indicador de costos de calidad, en este apartado se contempla el costo del departamento de calidad como los inspectores y jefes, retrabajos y otros; el porcentaje de *scrap* global por mes de todas las áreas y defectos eléctricos y visuales y PPM's de calidad en cuanto a rechazos mensuales, de igual forma, se trató de realizar un desglose visual y eléctrico, porque esto se maneja a nivel general, como se muestra en la tabla.

Los números en su mayoría están en rojo, en promedio el costo es de 7.1 %, el *scrap* es de 6.1 % y las PPM's visuales es de 268 ppm.

Indicadores	2017	2017	Mes 2017											
	Meta	Promedio	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Costos de Calidad	≤ 5%	7,1%	5,6%	5,5%	6,0%	7,1%	9,8%	7,9%	6,2%	6,6%	7,2%	8,8%	7,2%	7,4%
% Scrap en unidades	≤ 4%	6,1%	4,4%	5,5%	5,9%	6,8%	10,2%	6,1%	4,8%	3,6%	5,6%	7,2%	4,9%	8,2%
PPM" S Calidad Eléctrico	≤ 450	375	269	248	315	439	444	416	291	460	449	367	336	468
PPM" S Calidad Visual	≤ 100	268	276	214	254	218	309	270	205	171	218	307	497	273
PPM's Global Elé & Vis	≤ 550	643	545	462	569	657	753	686	496	631	667	674	833	741

Tabla 6 Indicadores de Bourns

Fuente: (Bourns, 2017)

4.2.3 Situación actual de los *scrap* de producción antes de la implementación

El proceso, antes de la implementación, requería de varios procesos previos que debían estar listos antes de implementarlos, estos detalles se describen en el capítulo siguiente en las actividades y el diagrama de Gantt.

Uno de esos procesos era establecer una muestra estadística que permitiera evaluar por un periodo corto el antes y el después de la implementación de los resultados y que fuera igual de efectivo que los datos obtenidos durante el periodo del 2017.

Para esto, se tomó como estudio una muestra de 50 que tenían un *scrap* visual reportado normal antes de la implementación y se obtuvieron los siguientes resultados:

Acá se consideraron los criterios visuales actuales del proceso.

Total unidades	Criterio actual
125,824	865
% Fallos	0.69 %

Tabla 7 Resultados del muestreo de los 50 lotes con el criterio actual

Fuente: elaboración propia.

En la muestra de los 50 lotes se contabilizaron 125 824 unidades de los cuales se reportaron 865 fallos en diversos defectos lo que representa un 0.69 % de *scrap* y que a nivel financiero representa aproximadamente \$ 362.

En la tabla 8 se muestran los defectos y cantidades detectadas de cada uno de los defectos con el criterio actual.

Defecto	Sum de criterio actual
Pintura ilegible	327
Electrodo abierto	199
Quemado	111
Contaminado	86
Exceso plating	58
Pines dañados	25
Electrodos dañados	24
Pin caído	14
Pines cortos	12
Formación	5
Falta plating	4
Grand Total	865

Tabla 8 Defectos y cantidad de fallos de los 50 lotes

Fuente: elaboración propia.

En esta tabla 9 se estima el costo promedio de cada unidad y el costo total al generar el *scrap* de 865 unidades, que es de aproximadamente \$362, esto representa más o menos el costo de *scrap* de una semana.

Modelo	Suma de QTY Lote	Suma de criterios actuales	Costo por modelo	Costo total
2036	50202	561	\$0.35	\$198.75
2035	48508	125	\$0.28	\$34.97
2038	10300	67	\$0.94	\$62.83
2027	3999	66	\$0.29	\$19.07
2026	4418	39	\$1.12	\$43.63
2031	5585	5	\$0.48	\$2.42
2039	2812	2	\$0.30	\$0.60
Total general	125,824	865	\$3.76	\$362.27

Tabla 9 Costo individual y total por modelo de los fallos detectados

Fuente: elaboración propia.

En resumen, la situación actual de la empresa se midió de la siguiente forma:

1. Mediante los rechazos de calidad reportados por calidad durante el año 2017, que permite medir cuál es el costo de retrabajo de las unidades rechazadas y tiempo de espera.
2. Mediante el *scrap* reportado por producción durante el año 2017, que permite medir cual es el costo de las unidades scrapeadas e indicador principal de cuál sería el costo de las unidades con nuevo criterio.
3. Medición del costo de las unidades con el criterio actual y cálculo de los defectos actuales para identificar que siguen vigentes durante el 2018, antes de la implementación con el nuevo criterio.

CAPÍTULO V. DISEÑO Y DESARROLLO

5.1 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

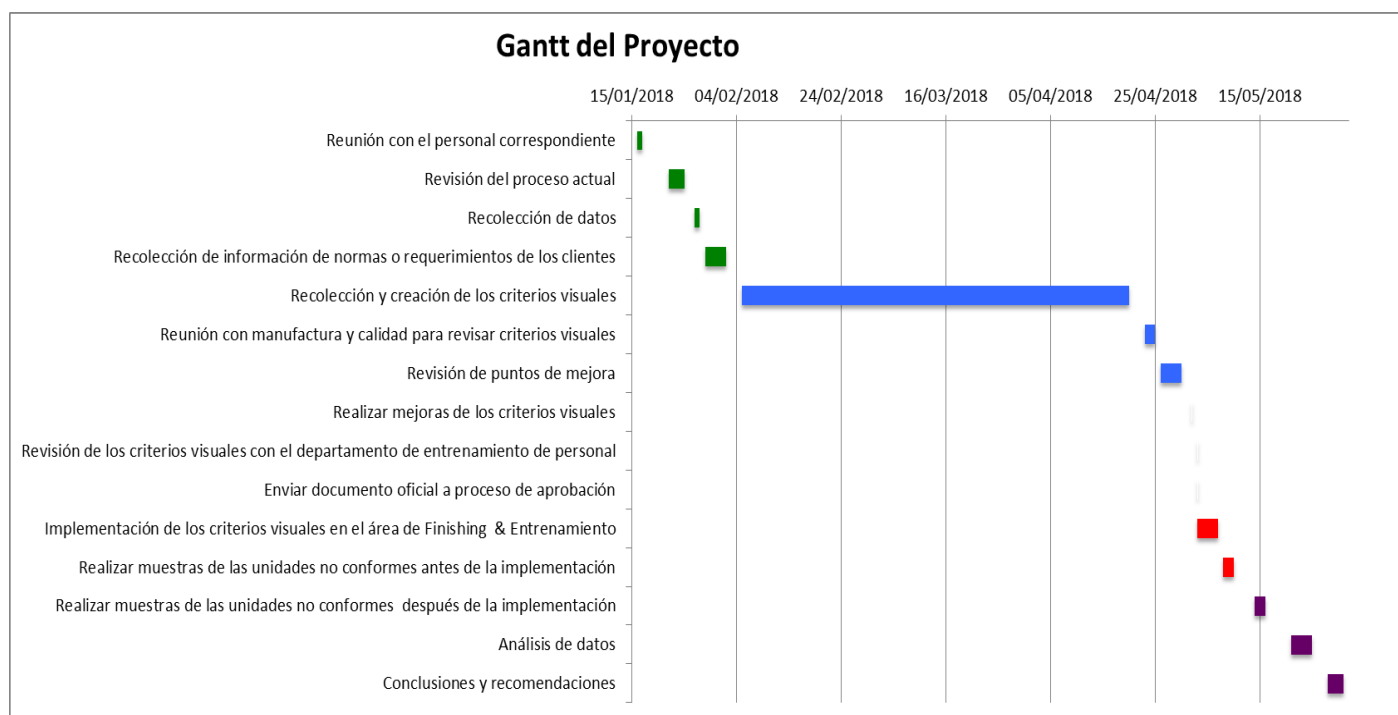
A continuación, se presentará un diagrama de Gantt, que muestra cada una de las actividades, con la fecha de inicio y final, así como la cantidad de días que se tomó en dicha actividad.

5.1.1 Actividades para el Gantt

Nombre de la tarea	Fecha inicio	Fecha final	Duración (días)
Reunión con el personal correspondiente	16/01/2018	16/01/2018	1
Revisión del proceso actual	22/01/2018	25/01/2018	3
Recolección de datos	27/01/2018	28/01/2018	1
Recolección de información de normas o requerimientos de los clientes	29/01/2018	02/02/2018	4
Recolección y creación de los criterios visuales	05/02/2018	20/04/2018	74
Reunión con manufactura y calidad para revisar criterios visuales	23/04/2018	25/04/2018	2
Revisión de puntos de mejora	26/04/2018	30/04/2018	4
Realizar mejoras de los criterios visuales	02/05/2018	02/05/2018	0
Revisión de los criterios visuales con el departamento de entrenamiento de personal	03/05/2018	03/05/2018	0
Enviar documento oficial a proceso de aprobación	03/05/2018	03/05/2018	0
Implementación de los criterios visuales en el área de <i>Finishing</i> & Entrenamiento	03/05/2018	07/05/2018	4
Realizar muestras de las unidades no conformes antes de la implementación	08/05/2018	10/05/2018	2
Realizar muestras de las unidades no conformes después de la implementación	14/05/2018	16/05/2018	2
Análisis de datos	21/05/2018	25/05/2018	4
Conclusiones y recomendaciones	28/05/2018	31/05/2018	3

Tabla 10 Actividades para el diagrama de Gantt

Fuente: elaboración propia.



5.1.2 Diagrama de Gantt

Gráfico 4 Diagrama de Gantt

Fuente: elaboración propia.

5.2 COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN

La propuesta a desarrollar en la empresa Bourns Inc. (Trimpot Electrónicas Ltda.), requería la creación del documento *Criterios visuales para los procesos de Finishing*, que no incurre en ningún costo adicional fuera del salario del trabajador, debido a que se usan las mismas herramientas de la empresa y al mismo tiempo se dispone del colaborador asignado al proyecto.

El tiempo del colaborador fue de un 40 % de disponibilidad para la tarea del proyecto, que aproximadamente tuvo una duración de dos meses.

Se requirió tiempo para recolectar información de normas a utilizar, experiencia de los coordinadores de calidad y manufactura, toma de fotos de los defectos visuales conformes y no conformes del proceso actual y defectos históricos, para que el coordinador manejara la información más valiosa y realizar el análisis de las unidades conformes y con defectos recolectados, para poder clasificarlos en aceptables, no aceptables e indicador de proceso. Este proceso fue muy selectivo, para que generara beneficios económicos para la empresa, lo anterior se detallará a continuación.

5.3 ESTUDIO ESTADÍSTICO PARA CALCULAR MUESTREO IDÓNEO PARA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

A continuación, se desarrollará el cálculo estadístico para estimar la muestra que debe utilizarse para realizar una comparación estimada del costo de ahorro, al implantar los criterios visuales nuevos y acordados en el documento establecido.

El muestreo estadístico es muy importante para la obtención de datos que sirven para estimar o calcular modelos de simulación, que permitan contar con los datos idóneos para extraer muestras adecuadas, mediante un uso estadístico confiable, que pueda lograr una muestra representativa, sin exceder la cantidad de datos requeridos.

Uno de los aspectos a cuidar es la forma en que se diseña el muestreo, pues es necesario que los datos que pertenecen a la muestra sean representativos de los datos poblacionales, con el fin de obtener resultados confiables y adecuados.

Se debe tener en cuenta que el estudio se hace sobre la población de los datos y no sobre la muestra. Para lograr este objetivo, la muestra debe cumplir dos cualidades representatividad y aleatoriedad.

La representatividad se logra cuando la muestra refleja las mismas características de la población de datos. Para esto, se debe determinar adecuadamente el tamaño de muestra y forma de seleccionarla.

La aleatoriedad se logra cuando todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de pertenecer a la muestra y está relacionada con la selección de la muestra (Acuña, 2012).

Para el siguiente proyecto se utilizará la estimación de promedios, debido a que se conoce la población.

Usando como base las fechas de la implementación, al momento del estudio se cuenta con una semana de lotes producidos, lo cual se tomará como población para calcular la muestra requerida, así como para evaluar la implementación y la mejora realizada. Como se tiene una población, se utilizará la fórmula de una población finita de datos.

- De una población finita de datos

$$n \geq \frac{Z_{\alpha/2}^2 * N * \sigma^2}{Z_{\alpha/2}^2 * \sigma^2 + N * E^2}$$

- n : tamaño de la muestra para poblaciones finitas
 $Z_{\alpha/2}^2$: valor del estadístico asociado con el nivel de confianza
 N : tamaño de la población de datos
 σ^2 : varianza poblacional de la variable
 E : error deseado de estimación del promedio

Figura 14 Fórmula de la población finita de datos

Fuente: (Acuña, 2012)

Con el siguiente cálculo se desea conocer cuál es la muestra idónea para la implementación del proyecto y estimar el costo de ahorro anual que generaría ganancias para la compañía, donde n es lo que desea conocer (n= muestra).

Puntos a calcular:

1. El nivel de confianza a utilizar es un 95 % para que sea más confiable el cálculo. El valor estadístico asociado con el nivel de confianza es de 1.96 de acuerdo con la tabla de distribución normal acumulada que es $Z_{\alpha/2}$, donde α es igual a 0.05, entonces $\alpha/2$ es 0.025.

Tabla I. Distribución normal acumulada

Z	09	08	07	06	05	04	03	02	01	00	Z
-3,90	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	-3,90
-3,80	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	-3,80
-3,70	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	-3,70
-3,60	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	-3,60
-3,50	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	-3,50
-3,40	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	-3,40
-3,30	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	-3,30
-3,20	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	-3,20
-3,10	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0009	0,0009	0,0009	0,0010	0,0010	0,0010	-3,10
-3,00	0,0011	0,0011	0,0011	0,0012	0,0012	0,0012	0,0013	0,0013	0,0014	0,0014	-3,00
-2,90	0,0015	0,0015	0,0015	0,0016	0,0016	0,0017	0,0017	0,0018	0,0019	0,0019	-2,90
-2,80	0,0020	0,0020	0,0021	0,0022	0,0022	0,0023	0,0024	0,0025	0,0025	0,0026	-2,80
-2,70	0,0027	0,0028	0,0029	0,0029	0,0030	0,0031	0,0032	0,0033	0,0034	0,0035	-2,70
-2,60	0,0036	0,0037	0,0038	0,0040	0,0041	0,0042	0,0043	0,0044	0,0046	0,0047	-2,60
-2,50	0,0048	0,0050	0,0051	0,0053	0,0054	0,0056	0,0057	0,0059	0,0061	0,0063	-2,50
-2,40	0,0064	0,0066	0,0068	0,0070	0,0072	0,0074	0,0076	0,0078	0,0080	0,0082	-2,40
-2,30	0,0085	0,0087	0,0089	0,0092	0,0094	0,0097	0,0099	0,0102	0,0105	0,0108	-2,30
-2,20	0,0111	0,0113	0,0116	0,0120	0,0123	0,0126	0,0129	0,0133	0,0136	0,0139	-2,20
-2,10	0,0143	0,0147	0,0150	0,0154	0,0158	0,0162	0,0166	0,0170	0,0175	0,0179	-2,10
-2,00	0,0184	0,0188	0,0193	0,0197	0,0202	0,0207	0,0212	0,0217	0,0223	0,0228	-2,00
-1,90	0,0233	0,0239	0,0245	0,0250	0,0256	0,0262	0,0269	0,0275	0,0281	0,0288	-1,90
-1,80	0,0294	0,0301	0,0308	0,0315	0,0322	0,0329	0,0337	0,0344	0,0352	0,0360	-1,80

Figura 15 Tabla de distribución normal acumulada

Fuente: (Acuña, 2012)

2. Determinar N, que para este estudio es la población de la producción de las primeras semanas de mayo. correspondiente a las fechas de 2/5/2018 al 9/5/2018, lo cual representa 390 lotes con un aproximado de 980,000 unidades en total.
3. Calcular la varianza poblacional de las variables lo cual es σ^2 , que, para este estudio, se deben calcular los datos de la población, la media de la población y tamaño de la población, se procede a calcular los promedios respectivos para aplicar la fórmula de la varianza que sería:

Varianza de la población (σ^2)

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \mu)^2}{n}$$

σ^2 = varianza de la población
 x_i = término del conjunto de datos
 Σ = sumatoria
 μ = media de la población
 n = tamaño de la población

Figura 16 Fórmula de la varianza de la población

Fuente: (Acuña, 2012)

Donde cada símbolo tiene su significado e importancia, adjunto al siguiente cuadro:

2 **Anota la fórmula de la varianza de la población.** Debido a que la población contiene todos los datos que necesitas, esta fórmula te dará el valor exacto de la varianza de la población. Para poder distinguirla de la varianza de una muestra (que es solo un valor aproximado), los estadísticos usan otras variables.^[8]

- $\sigma^2 = (\sum (x_i - \mu)^2) / n$
- σ^2 = varianza de la población. Es la letra sigma minúscula, elevada al cuadrado. La varianza se mide en unidades al cuadrado.
- x_i representa un término de tu conjunto de datos.
- Los términos dentro de Σ se calcularán para cada valor de x_i , y luego se sumarán.
- μ es la media de la población.
- n es la cantidad de puntos de datos de la población.

Figura 17 Significados de variables en la fórmula de la varianza

Fuente: (Acuña, 2012)

1. Por último, se determina la E, que es el error deseado de estimación del promedio, se desea un error estimado de 1/3 de lote, para el cálculo de este estudio.

Para el cálculo de la muestra se plantea el siguiente escenario:

Se requiere hacer una estimación promedio de los defectos a detectar, utilizando los nuevos criterios visuales. Desde la implementación de los nuevos criterios visuales han pasado 7 días y un total de 390 lotes. Con base en estos datos históricos, se determinó una varianza de 1.61.

Se desea estimar el tamaño de la muestra, para comparar el promedio de defectos entre los criterios actuales con los nuevos criterios, con un error estimado de un tercio de lote y un nivel de confianza de un 95 %.

5.4 EJECUCIÓN DEL CÁLCULO

- Cálculo de la cantidad de lotes diarios desde 2 mayo a 9 de mayo del 2018 y el cálculo de la media de la población.

Fecha	Cuenta de LOTES
02/05/2018	61
03/05/2018	64
04/05/2018	70
05/05/2018	48
07/05/2018	56
08/05/2018	51
09/05/2018	40
Total general	390
Media de la población:	55.71

Tabla 11 Cantidad de lotes diarios para la implementación

Fuente: elaboración propia.

$$\sigma^2 = \frac{\sum(x_i - \mu)^2}{n}$$

- Cálculo de la varianza mediante la fórmula.

$(x_i - \mu)$	$(x_i - \mu)^2$
5.29	27.94
8.29	68.65
14.29	204.08
-7.71	59.51
0.29	0.08
-4.71	22.22
-15.71	246.94
$\sum(x_i - \mu)^2$	629.43
$\sum(x_i - \mu)^2/n =$	σ^2
σ^2	1.61

Tabla 12 Desarrollo de la fórmula para el cálculo de la varianza y resultado

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de la muestra requerida mediante la fórmula

$$n \geq \frac{Z_{\alpha}^2 * N * \sigma^2}{\frac{Z_{\alpha}^2 * \sigma^2}{2} + N * E^2}$$

Z	1.96
N	390
σ^2	1.61
E	0.33

$$n \geq \frac{1.96^2 * 390 * 1.61}{1.96^2 * 1.61 + 390 * 0.33^2}$$

$n \geq$	48.82
----------	--------------

Tabla 13 Desarrollo de la fórmula para el cálculo de la muestra y resultado

Fuente: elaboración propia.

Con el tamaño de muestra, que es de 49 lotes según el cálculo realizado, se llevó a cabo la comparación con 50 lotes tomados al azar de un día, los cuales se recolectaron por el proceso de inspección del lote, área en la que se confirma la cantidad final y clasificación del *scrap* antes de enviar el lote a calidad.

Los lotes y defectos se escogieron y guardaron con los criterios actuales.

La comparación fue realizada inicialmente con los defectos actuales del proceso por la investigadora y el coordinador de calidad, para clasificar los defectos encontrados de cada lote y se contabilizaron los defectos identificados.

Posteriormente, esta misma muestra se clasificó y contabilizó con los criterios nuevos, con eso se obtuvieron los defectos actuales y nuevos, para generar la comparación entre costos actuales y nuevos.

El resultado es el siguiente:

Total unidades	Criterio nuevo
125,824	214
% Fallos	0.17 %

Tabla 14 Resultados del muestreo de los 50 lotes con el criterio nuevo

Fuente: elaboración propia.

5.5 COMPARACIÓN ACTUAL VR PROPUESTA

Al realizar el análisis del impacto para los modelos de *Finishing*, se observó la ganancia que se obtendría en cada caso, tanto en costos como en disminución del indicador del *scrap*. De acuerdo con los datos obtenidos en los defectos con criterios actuales, representa un 0.69 % y en los defectos con criterios nuevos representa un 0.17 %.

En las siguientes tablas se puede observar el ahorro en defectos y la ganancia generada.

Como se observa en la tabla 15 se pasa de 865 defectos a 214 defectos, logrando así una reducción de un 0.52 % en el porcentaje de fallos, lo que representa 651 unidades aceptadas como conformes.

Total unidades	Criterio actual	Criterio nuevo
125,824	865	214
% Fallos	0.69 %	0.17 %

Tabla 15 Comparación del muestreo de los 50 lotes con el criterio actual vs. nuevo

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente tabla 16 se muestra el ahorro de costos en dólares, que pasó de \$362 a \$93, con lo que se logró un ahorro de \$269, lo que representa la ganancia para la compañía en un aproximado de un día de producción.

Modelo	Suma de QTY Lote	Suma de criterios actuales	Costo por modelo	Costo total
2036	50202	561	\$0.35	\$198.75
2035	48508	125	\$0.28	\$34.97
2038	10300	67	\$0.94	\$62.83
2027	3999	66	\$0.29	\$19.07
2026	4418	39	\$1.12	\$43.63
2031	5585	5	\$0.48	\$2.42
2039	2812	2	\$0.30	\$0.60
Total general	125,824	865	\$3.76	\$362.27

Modelo	Suma de QTY Lote	Suma de criterios actuales	Costo por modelo	Costo total
2036	50202	119	\$0.35	\$42.16
2035	48508	39	\$0.28	\$10.91
2038	10300	24	\$0.94	\$22.51
2027	3999	20	\$0.29	\$5.78
2026	4418	10	\$1.12	\$11.19
2031	5585	1	\$0.48	\$0.48
2039	2812	1	\$0.30	\$0.30
Total general	125,824	214	\$3.76	\$93.33

Tabla 16 Comparación de costos con el criterio actual vs. nuevo

Fuente: elaboración propia.

En la tabla siguiente se puede observar cuáles son los principales fallos que se mejora al estandarizar los criterios visuales, se benefician, principalmente, la pintura ilegible, el electrodo abierto, el quemado de Welder, el contaminado y exceso de plating.

Contaminado	Fallos con criterio actual	Fallos con criterio nuevo
Pintura ilegible	327	88
Electrodo abierto	199	19
Quemado	111	8
Contaminado	86	9
Exceso plating	58	16
Pines dañados	25	23
Electrodos dañados	24	23
Pin caído	14	14

Pines cortos	12	8
Formación	5	4
Falta plating	4	2
Total general	865	214

Tabla 17 Comparación fallos actuales vs. nuevos

Fuente: elaboración propia.

Con respecto a lo anterior y comparando los costos generados, tanto en el criterio actual como en el criterio nuevo, se tendrían 2 escenarios en los que la empresa podría reducir considerablemente los costos.

- Se pueden vender más unidades al ser estas aceptadas con el nuevo criterio.
- Se reduce considerablemente el costo en *scrap* de las unidades.

Como se mencionó, las ganancias serían beneficiosas para la compañía, pues generarían un ahorro significativo.

5.6 PONDERACIÓN ANUAL DE COSTOS

Para estimar la ganancia anual, se contemplarán los datos analizados del año 2017 y se compararan con un estimado para el año 2018, esto generará una estimación de ahorro en costos.

En el año 2017 se calculó que el porcentaje de *scrap* visual fue de 1.13 %, lo que representó un promedio de 388 362 unidades que se botaron y que, en el ámbito financiero, representó un costo de \$ 234,000.

Si se analizaron los datos obtenidos de la implementación de un día y se multiplicaron en promedio por los 300 días laborados en la empresa, se generarán reducciones y ahorros considerables y beneficiosos para la compañía.

En las tablas 18 y 19 se muestra la ganancia diaria que permitirá generar un ponderado de la reducción de un costo anual, la cual se considera un costo a mejorar y que, a la vez, es la ganancia que obtendrá la compañía al implantar los criterios visuales nuevos contemplados en el documento MM-GDT-0239.

Como se observa en la tabla 18 el ahorro diario es de aproximadamente \$ 269, lo cual es lo esperado en ganancia diaria para la empresa.

Datos	Criterio actual	Criterio nuevo	Ahorro/día
Unidades producidas	125,824	125,824	125,824
Unidades defectuosas	865	214	651
% Scrap	0.69 %	0.17 %	0.52 %
costo \$	\$ 362.00	\$ 93.00	\$ 269.00

Tabla 18 Ahorro estimado de costo por día de criterios actuales vs. nuevos

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente tabla se calcula un ponderado de la ganancia que se espera anualmente y que de acuerdo con la tabla es el siguiente:

Datos	Año 2017 (Meta de producción promedio de 750,000 unidades semanales)	Año 2018 (Meta de producción promedio de 900,000 unidades semanales)	Diferencia
Unidades producidas	34,476,210	37,747,200	3,270,990
Unidades defectuosas	388,362	64,200	-324,162
% Scrap	1.13 %	0.17 %	-0.96 %
Costo scrap	\$234,000.00	\$38,682.47	-\$195,317.53
Costo promedio por unidad defectuosa		\$0.60	

Tabla 19 Costo de scrap estimado por año de unidades visuales con criterios actuales vs. nuevos

Fuente: elaboración propia.

Con este estudio se espera que el ahorro sea de \$195,000 aproximadamente, durante el presente año.

El impacto, al concluir el proyecto, se verá reflejado principalmente en el ahorro de costos en el *scrap*, concepto que no se consideró entre los objetivos como reducción, sino como concepto de análisis.

Lo que se consideró en el objetivo principal fue reducir los rechazos y retrabajos en un 10 %, sin embargo, en el momento del análisis el impacto en ahorros no fue tan significativo, no obstante, con la reducción de *scrap* y estandarización de criterios se mejorará en estos conceptos, ya que, al reducirse el número de rechazos y retrabajo, disminuye el costo \$6000 en un 10 %, que es lo esperado.

En la siguiente tabla se muestra un detalle de los lotes rechazados por mes durante el año 2017 y a la par se muestra la tendencia del año 2018, se agrega la

reducción lograda en los primeros seis meses del año y un porcentaje de reducción que es significativa y sobrepasa el objetivo establecido en un 10 %.

Al analizar la tabla, principalmente en los meses de mayo-junio, fechas de la implementación, se evidencia la mejora al darse la reducción de rechazos y, por consiguiente, los retrabajos que se presentaban por el mismo rechazo.

Mes	Cantidad de lotes rechazados			
	Año 2017	Año 2018	Reducción	% Reducción
Enero	85	70	15	18 %
Febrero	78	48	30	38 %
Marzo	92	61	31	34 %
Abril	75	55	20	27 %
Mayo	101	29	72	71 %
Junio	42	30	12	29 %
Julio	46	-	-	-
Agosto	48	-	-	-
Septiembre	43	-	-	-
Octubre	60	-	-	-
Noviembre	92	-	-	-
Diciembre	55	-	-	-
Total general	817	293	180	22 %
Mitad año	473	293	180	38 %

Tabla 20 Cantidad de lotes rechazados del año 2017 vs. año 2018

Fuente: elaboración propia.

Al analizar los datos, si se compara el año completo ese porcentaje de reducción es de un 22 %, si se comparan los seis primeros meses, se logra una reducción de 180 rechazos lo que representa un 38 %.

Se analizan los meses de mayo-junio, la reducción es de un 71 % y 29 %.

Por supuesto, el resultado final es dar seguimiento al resto del año para mantener el récord de reducción de rechazos.

Si al final del año se logra que esa reducción sea de un 22 % mínimo, se espera una reducción de aproximadamente \$1300 en lo que son retrabajos de los rechazos.

A mitad del año se logró una reducción de un 38 % en rechazos, lo que implica menos retrabajos de los rechazos, esto representa aproximadamente un ahorro de \$2200, el cual influirá en el indicador del costo de la calidad.

Como análisis final, se comparten los indicadores del año 2018, presentes en la siguiente tabla.

A nivel gerencial se analizaron y se establecieron metas óptimas, que no fueran tan agresivas, estas iniciaron con una meta alta y gradualmente, mes a mes, se reducirán hasta lograr un objetivo final, por medio de la mejora continua.

Indicadores	2018	Mes 2018						
	YTD	Status	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN
Costos de Calidad	6,5 %	Plan	6,80 %	6,80 %	6,70 %	6,70 %	5,80 %	5,80 %
		Actual	8,0 %	7,8 %	6,3 %	6,3 %	5,7 %	5,0 %
% Scrap en unidades	5,5 %	Plan	5,00 %	5,00 %	4,85 %	4,85 %	4,00 %	4,00 %
		Actual	5,5 %	7,3 %	5,7 %	5,7 %	4,9 %	4,1 %
PPM" S Calidad Visual	173	Plan	600	600	600	550	550	550
		Actual	142	205	112	128	163	285

Tabla 21 Indicadores de Bourns

Fuente: (Informe gerencial, 2018)

Al comparar los datos con la tabla del año 2017, se identifica una mejoría en los 3 principales indicadores.

En promedio, el costo de calidad pasa de 7.1 % a 6.5 %, en *scrap* pasa de 6,1 % a 5.5, con el indicador de junio en 4.1 % como el mejor en año y medio y, por último, las PPM de visual pasa de 268 ppm a 173 ppm.

Si se comparan ambas tablas mensualmente, se nota la mejoría en los meses de mayo-junio, meses en los que se realizó la implementación.

Indicadores 2017	Meta	Promedio	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Costos de Calidad	≤ 5%	7,1%	5,6%	5,5%	6,0%	7,1%	9,8%	7,9%	6,2%	6,6%	7,2%	8,8%	7,2%	7,4%
% Scrap en unidades	≤ 4%	6,1%	4,4%	5,5%	5,9%	6,8%	10,2%	6,1%	4,8%	3,6%	5,6%	7,2%	4,9%	8,2%
PPM'S Calidad Visual	100	268	276	214	254	218	309	270	205	171	218	307	497	273

Indicadores 2018	Meta	Promedio	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun
Costos de Calidad	≤ 6.8%	6,5%	8,0%	7,8%	6,3%	6,3%	5,7%	5,0%
% Scrap en unidades	≤ 4%	5,5%	5,5%	7,3%	5,7%	5,7%	4,9%	4,1%
PPM'S Calidad Visual	600 global	173	142	205	112	128	163	285

Tabla 22 Indicadores año 2017 vs. 2018

Fuente: (Bourns, 2017) y (Informe gerencial, 2018),

Con esto se espera reducir poco a poco y mes a mes los indicadores al final del año, después de aclarar y establecer los criterios, posterior a esto, se analizarán los rechazos para verificar que sean válidos y si aumentan se procederá a analizar otros métodos para mejorar el proceso, por ejemplo: unidades blancas en pintura, se procede a verificar y mejorar la máquina de *marking* (pintura).

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

El proceso de creación y estandarización de los criterios visuales para *Finishing* es una mejora que logró reducir la incertidumbre de diversidad de criterios entre colaboradores operativos, inspectores, manufactura y producción, al crear un solo documento oficial y estandarizado mediante la MM-GDT-0239.

Este manual de métodos permitió estandarizar claramente y con criterios bien definidos la realidad de los procesos, al considerar los riesgos hacia los clientes. Se logró que en los primeros seis meses del año se presentará una reducción, principalmente en mayo y junio, en ese tiempo se logró una reducción de un 38 % de los rechazos, lo que representa un ahorro de \$2200 al eliminar los retrabajos de ese 38 % de rechazos.

De acuerdo con los principales defectos visuales que se detectaron en los rechazos y *scrap*, de acuerdo con la tabla 17, se trabajó principalmente en los 5 primeros defectos, los cuales fueron: pintura, electrodos abiertos, quemados de Welder, contaminación de electrodos y exceso de platinado; estos tenían un número muy alto de rechazos, que representaba un 90 %. Al trabajar con estos se logró una reducción de un 82 % de unidades que se consideraban no conformes, que pasaron a ser conformes, ya que los criterios descartados no afectan la funcionalidad del producto.

Esta implementación permite un mayor conocimiento para elaborar adecuadamente una ayuda visual, que permita administrar mejor los criterios y mejorar los indicadores del área de GDT de Bourns (Trimpot Electrónicas Ltda.).

Conocer otras herramientas como normas estándares para productos a nivel electrónico permite un mejor uso de los recursos, para la estandarización de estos criterios se utilizó esta norma IPC-A-610 SP, otras referencias y experiencias de compañías vecinas como la de México en temas de soldadura y platinados.

Poner en práctica la implementación de la propuesta brinda una mejora significativa a nivel financiero de la empresa, que es reducir costos en la operación de visual, lo que disminuye los *scrap* considerablemente, principal impacto que se da a conocer en este proyecto, la reducción de costo se espera que sea de aproximadamente \$195,000 al final del año, lo que convierte esa reducción de costos en ganancias potenciales para la compañía.

6.2 RECOMENDACIONES

A continuación, se exponen las recomendaciones necesarias como parte del proyecto para la continuación y seguimiento de la implementación de este proyecto.

- Estar actualizados con normas, estándares o publicaciones novedosas y modernas que aplican a la industria electrónica o componentes electrónicos, la cual permitirá una mejor relación proceso-cliente para llevar estos criterios a los procesos establecidos y analizados previamente.
- Asignar un responsable de la revisión constante de los criterios visuales en los procesos involucrados.

- Realizar reuniones periódicas, para revisar constantemente los criterios visuales y actualizarlos, con el fin de que la información fluya de manera correcta y se tomen las mejores decisiones con base en los riesgos hacia los clientes.
- Mantener la comunicación directa entre los encargados de manufactura, producción y calidad, para dar seguimiento a los criterios visuales establecidos o al introducir nuevos criterios.
- Ofrecer rentrenamiento al personal operativo e inspectores, para guiarlos con las dudas y que sean especialistas de sus procesos.
- Esta implementación que se dio en *Finishing* servirá de guía para crear e implantar los criterios visuales en el área de *Final Assy*, etc., así como áreas que consideren necesario este proceso de análisis y definición clara de criterios.
- Dar seguimiento continuo a los datos ponderados al final del año para verificar que la ganancia proyectada sea positiva y acorde con lo que se espera.

BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Access, B. D. (2017). Auditorías de Calidad GDT. Heredia.
- Acuña, J. (2002). Control de Calidad un enfoque integral y estadístico. Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Acuña, J. (2012). Control de calidad Un enfoque integral y estadístico. Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Acuña, J. A. (2009). Control de Calidad Un enfoque integral y estadístico tercera edición. Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Arias, F. G. (2016). El proyecto de investigación Quinta Edición. Caracas Venezuela: EPISTEME, C. A.
- Bourns, Inc. (s. f.). Diagrama de flujo de GDT. Heredia.
- Bourns, Inc. (2018). Recuperado de: <http://www.bourns.com>
- Bourns, Inc. (2018). Youtube.com. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=KfKnR3tfzLE>
- Bourns, Inc. (2017). Informe gerencial.
- Bourns, Inc. (2018). SIPOC. Heredia: Bourns.
- Caletec. (s. f.). Consultoría de operaciones. Recuperado de: http://www.caletec.com/consultoria/seis_sigma/
- Gestiopolis. (s. f.). La metodología de la investigación. Recuperado de: <https://www.gestiopolis.com/la-metodologia-de-la-investigacion/>
- Trimpot Electrónicas Ltda. (2017). Reporte de Scrap de Finishing. Heredia, Belén.
- Trimpot Electrónicas Ltda. (2018). Misión, Visión y Política de calidad. Heredia, Belén.

Wikipedia (2015). Diagrama de Ishikawa. Recuperado de:

https://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Ishikawa

Wikipedia (2017). Diagrama de Pareto. Recuperado de:

https://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Pareto

Wortman, B. (2014). The Six Sigma Green Belt, Primera Edición Español. Indiana:
Quality Council of Indiana.

APÉNDICES

APÉNDICE 1

Datos de las 50 muestras tomadas con los fallos, cantidades y porcentajes.

PO-Lot	Modelo	P/N	DC	QTY Lote	Defectos	Crterios actuales	Crterios nuevos
34737150-03	2036	2036-40-BLF	0418C	2794	Quemado	26	1
	2036	2036-40-BLF			Pintura ilegible	42	17
	2036	2036-40-BLF			Pines dañados	3	1
	2036	2036-40-BLF			Electrodo abierto	20	0
					Total defectos	91	19
		% defectuoso	3.26%	0.68%			
34743436-02	2036	2036-35-SM-RPLF	0418C	2761	Quemado	18	0
	2036	2036-35-SM-RPLF			Pintura ilegible	5	2
	2036	2036-35-SM-RPLF			Electrodo dañados	1	1
	2036	2036-35-SM-RPLF			Electrodo abierto	1	1
					Total defectos	25	4
		% defectuoso	0.91%	0.14%			
34743394-01	2035	2035-60-B1LF	0418C	2690	Contaminado	1	1
	2035	2035-60-B1LF			Formación	1	1
	2035	2035-60-B1LF			Electrodo abierto	8	0
					Total defectos	10	2
		% defectuoso	0.37%	0.07%			
34743420-02	2036	2036-15-B2LF	0418C	2925	Quemado	7	0
	2036	2036-15-B2LF			Pintura ilegible	4	3
	2036	2036-15-B2LF			Pines dañados	2	2
	2036	2036-15-B2LF			Electrodo abierto	4	0
	2036	2036-15-B2LF			Pin caído	9	9
	2036	2036-15-B2LF			Contaminado	23	0
					Total defectos	49	14
		% defectuoso	1.68%	0.48%			
34743420-03	2036	2036-15-B2LF	0418C	2832	Quemado	44	2
	2036	2036-15-B2LF			Pines dañados	1	1
	2036	2036-15-B2LF			Pin caído	5	5
	2036	2036-15-B2LF			Electrodo abierto	2	0
	2036	2036-15-B2LF			Contaminado	3	0
					Total defectos	55	8
		% defectuoso	1.94%	0.28%			
34737150-01	2036	2036-40-BLF	0418C	2808	Pintura ilegible	8	0
	2036	2036-40-BLF			Pines dañados	13	13
	2036	2036-40-BLF			Electrodo abierto	10	0
	2036	2036-40-BLF			Contaminado	3	0
					Total defectos	34	13
		% defectuoso	1.21%	0.46%			
34743439-01	2036	2036-15-BLF	0418C	1418	Pintura ilegible	7	2
	2036	2036-15-BLF			Pines dañados	1	1
	2036	2036-15-BLF			Electrodo abierto	9	0
					Total defectos	17	3
		% defectuoso	1.20%	0.21%			
34743394-02	2035	2035-60-B1LF	0418C	2863	Pintura ilegible	1	1
	2035	2035-60-B1LF			Pines dañados	2	2
	2035	2035-60-B1LF			Electrodo abierto	20	0
	2035	2035-60-B1LF			Total defectos	23	3
					% defectuoso	0.80%	0.10%
34743445-01	2036	2036-40-BLF	0418C	1420	Pintura ilegible	16	0
	2036	2036-40-BLF			Quemado	1	0
	2036	2036-40-BLF			Electrodo abierto	3	0
	2036	2036-40-BLF			Total defectos	20	0
					% defectuoso	1.41%	0.00%
34743436-08	2036	2036-35-SM-RPLF	0418C	2838	Pintura ilegible	37	4
	2036	2036-35-SM-RPLF			Exceso plating	1	0
	2036	2036-35-SM-RPLF			Electrodo dañados	1	1
	2036	2036-35-SM-RPLF			Contaminado	1	0
	2036	2036-35-SM-RPLF			Total defectos	40	5
					% defectuoso	1.41%	0.18%

34743355-01	2026	2026-09-C2LF	0418C	662	Pintura ilegible	4	0
	2026	2026-09-C2LF			Contaminado	2	0
	2026	2026-09-C2LF			Total defectos	6	0
					% defectuoso	0.91%	0.00%
34743411-02	2036	2036-40-BLF	0418C	2819	Pintura ilegible	25	5
	2036	2036-40-BLF			Electrodo dañados	1	1
	2036	2036-40-BLF			Electrodo abierto	11	2
	2036	2036-40-BLF			Pines dañados	3	3
	2036	2036-40-BLF			Contaminado	6	0
	2036	2036-40-BLF			Total defectos	46	11
		% defectuoso	1.63%	0.39%			
34743411-03	2036	2036-40-BLF	0418C	1389	Pintura ilegible	17	5
	2036	2036-40-BLF			Electrodo dañados	2	2
	2036	2036-40-BLF			Electrodo abierto	7	0
	2036	2036-40-BLF			Quemado	2	0
	2036	2036-40-BLF			Total defectos	28	7
		% defectuoso	2.02%	0.50%			
34743355-01	2026	2026-09-C2LF	0418C	662	Pintura ilegible	17	5
	2026	2026-09-C2LF			Electrodo dañados	2	2
	2026	2026-09-C2LF			Electrodo abierto	7	0
	2026	2026-09-C2LF			Quemado	2	0
	2026	2026-09-C2LF			Total defectos	28	7
		% defectuoso	4.23%	1.06%			
34743411-01	2036	2036-40-BLF	0418C	2779	Pintura ilegible	14	0
	2036	2036-40-BLF			Electrodo abierto	19	1
	2036	2036-40-BLF			Contaminado	3	0
	2036	2036-40-BLF			Total defectos	36	1
	2036	2036-40-BLF			% defectuoso	1.30%	0.04%
34750478-06	2035	2035-35-SM-RPLF	0418C	2854	Pintura ilegible	2	0
	2035	2035-35-SM-RPLF			Contaminado	2	2
	2035	2035-35-SM-RPLF			Total defectos	4	2
	2035	2035-35-SM-RPLF			% defectuoso	0.14%	0.07%
34743401-01	2035	2035-35-SM-RPLF	0418C	2846	Pintura ilegible	2	0
	2035	2035-35-SM-RPLF			Contaminado	2	2
	2035	2035-35-SM-RPLF			Exceso plating	1	1
	2035	2035-35-SM-RPLF			Total defectos	4	2
	2035	2035-35-SM-RPLF			% defectuoso	0.14%	0.07%
34743405-02	2039	2039-110-SM-RPLF	0418C	2812	Exceso plating	1	1
	2039	2039-110-SM-RPLF			Falta plating	1	0
	2039	2039-110-SM-RPLF			Total defectos	2	1
	2039	2039-110-SM-RPLF			% defectuoso	0.07%	0.04%
34743386-03	2035	2035-60-B1LF	0418C	2863	Pintura ilegible	1	1
	2035	2035-60-B1LF			Formación	2	2
	2035	2035-60-B1LF			Electrodo abierto	2	0
	2035	2035-60-B1LF			Total defectos	3	3
	2035	2035-60-B1LF			% defectuoso	0.10%	0.10%
34743435-07	2038	2038-42-SM-RPLF	0418C	2635	Pintura ilegible	1	0
	2038	2038-42-SM-RPLF			Electrodo abierto	1	0
	2038	2038-42-SM-RPLF			Total defectos	2	0
			% defectuoso	0.08%	0.00%		

34750497-04	2036	2036-35-SM-RPLF	0418C	2840	Pintura ilegible	2	0	
	2036	2036-35-SM-RPLF			Exceso plating	1	0	
	2036	2036-35-SM-RPLF			Total defectos	2	0	
					% defectuoso	0.07%	0.00%	
34750460-01	2027	2027-09-SM-RPLF	0418C	1997	Pintura ilegible	7	4	
	2027	2027-09-SM-RPLF			Exceso plating	1	1	
	34750460-01	2027			2027-09-SM-RPLF	Contaminado	2	0
	34750460-01	2027			2027-09-SM-RPLF	Total defectos	7	4
			% defectuoso	0.35%	0.20%			
34743402-01	2036	2035-60-B1LF	0418C	2864	Electrodo abierto	3	0	
	2036	2035-60-B1LF			Total defectos	3	0	
					% defectuoso	0.10%	0.00%	
34743436-09	2036	2036-35-SM-RPLF	0418C	2842	Pintura ilegible	14	1	
	2036	2036-35-SM-RPLF			Electrodo dañados	3	3	
	2036	2036-35-SM-RPLF			Electrodo abierto	9	1	
	2036	2036-35-SM-RPLF			Contaminado	2	0	
	2036	2036-35-SM-RPLF			Total defectos	28	5	
					% defectuoso	0.99%	0.18%	
34750476-02	2035	2035-35-SM-RPLF	0418C	2840	Electrodo abierto	2	0	
	2035	2035-35-SM-RPLF			Contaminado	3	0	
	2035	2035-35-SM-RPLF			Total defectos	2	0	
					% defectuoso	0.07%	0.00%	
34743420-01	2036	2036-15-B2LF	0418C	2835	Pintura ilegible	18	2	
	2036	2036-15-B2LF			Electrodo abierto	4	0	
	2036	2036-15-B2LF			Quemado	5	1	
	2036	2036-15-B2LF			Total defectos	18	2	
					% defectuoso	0.63%	0.07%	
34743424-07	2036	2036-09-SM-RPLF	0418C	3573	Electrodo abierto	4	0	
	2036	2036-09-SM-RPLF			Pintura ilegible	7	4	
	2036	2036-09-SM-RPLF			Total defectos	4	0	
					% defectuoso	0.11%	0.00%	
34743394-04	2035	2035-60-B1LF	0418C	2863	Pintura ilegible	1	0	
	2035	2035-60-B1LF			Contaminado	3	0	
	2035	2035-60-B1LF			Electrodo abierto	10	0	
	2035	2035-60-B1LF			Formación	1	0	
	2035	2035-60-B1LF			Total defectos	15	0	
					% defectuoso	0.52%	0.00%	
34750500-01	2036	2036-07-B2LF	0418C	1395	Pintura ilegible	8	2	
	2036	2036-07-B2LF			Contaminado	4	1	
	2036	2036-07-B2LF			Quemado	1	1	
	2036	2036-07-B2LF			Pines cortos	12	8	
	2036	2036-07-B2LF			Total defectos	25	12	
					% defectuoso	1.79%	0.86%	
34743399-01	2035	2035-60-SM-RPLF	0418C	2860	Exceso plating	1	0	
	2035	2035-60-SM-RPLF			Falta plating	1	1	
	2035	2035-60-SM-RPLF			Contaminado	1	1	
	2035	2035-60-SM-RPLF			Total defectos	3	2	
					% defectuoso	0.10%	0.07%	

34743436-01	2036	2036-35-SM-RPLF	0418C	2856	Falta plating	1	0
	2036	2036-35-SM-RPLF			Total defectos	1	0
					% defectuoso	0.04%	0.00%
34743404-01	2031	2031-23T-SM-RPLF	0418C	2753	Pintura ilegible	1	0
	2031	2031-23T-SM-RPLF			Contaminado	3	0
	2031	2031-23T-SM-RPLF			Total defectos	1	0
					% defectuoso	0.04%	0.00%
34750476-01	2035	2035-35-SM-RPLF	0418C	2861	Pintura ilegible	1	0
	2035	2035-35-SM-RPLF			Contaminado	2	2
	2035	2035-35-SM-RPLF			Total defectos	1	0
					% defectuoso	0.03%	0.00%
34750478-01	2035	2035-35-SM-RPLF	0418C	2561	Exceso plating	2	2
	2035	2035-35-SM-RPLF			Total defectos	2	2
					% defectuoso	0.08%	0.08%
34750474-01	2035	2035-09-SM-RPLF	0418C	3576	Contaminado	1	0
	2035	2035-09-SM-RPLF			Total defectos	1	0
					% defectuoso	0.03%	0.00%
34750475-05	2035	2035-09-SM-RPLF	0418C	3573	Pintura ilegible	1	1
	2035	2035-09-SM-RPLF			Electrodo abierto	2	0
	2035	2035-09-SM-RPLF			Total defectos	1	1
					% defectuoso	0.03%	0.03%
34750476-10	2035	2035-35-SM-RPLF	0418C	2863	Pintura ilegible	1	1
	2035	2035-35-SM-RPLF			Falta plating	1	1
	2035	2035-35-SM-RPLF			Contaminado	1	0
	2035	2035-35-SM-RPLF			Total defectos	3	2
					% defectuoso	0.10%	0.07%
34750475-03	2035	2035-09-SM-RPLF	0418C	3575	Contaminado	3	0
	2035	2035-09-SM-RPLF			Total defectos	3	0
					% defectuoso	0.08%	0.00%
34750476-06	2035	2035-35-SM-RPLF	0418C	2861	Contaminado	2	0
	2035	2035-35-SM-RPLF			Electrodo abierto	2	0
	2035	2035-35-SM-RPLF			Total defectos	2	0
					% defectuoso	0.07%	0.00%
34743399-02	2035	2035-60-SM-RPLF	0418C	2963	Contaminado	2	0
	2035	2035-60-SM-RPLF			Total defectos	2	0
					% defectuoso	0.07%	0.00%

34747395-01	2035	2035-35-SM-RPLF	0518C	996	Pintura ilegible	9	4
	2035	2035-35-SM-RPLF			Electrodo dañados	14	13
	2035	2035-35-SM-RPLF			Contaminado	11	0
	2035	2035-35-SM-RPLF			Total defectos	34	17
					% defectuoso	3.41%	1.71%
34757390-01	2026	2026-42-C2LF-S02	0418C	997	Formación	1	1
	2026	2026-42-C2LF-S03			Total defectos	1	1
					% defectuoso	0.10%	0.10%
34750441-01	2026	2026-07-C2LF	0418C	997	Pintura ilegible	3	2
	2026	2026-07-C2LF			Total defectos	3	2
					% defectuoso	0.30%	0.20%
34757450-01	2036	2036-60-B2LF	0518C	2839	Pintura ilegible	7	7
	2036	2036-60-B2LF			Electrodo abierto	7	2
	2036	2036-60-B2LF			Total defectos	14	9
					% defectuoso	0.49%	0.32%
34750466-01	2027	2027-47-A-HS3LF	0418C	2002	Pintura ilegible	2	2
	2027	2027-47-A-HS3LF			Exceso plating	49	10
	2027	2027-47-A-HS3LF			Quemado	5	3
	2027	2027-47-A-HS3LF			Total defectos	51	12
					% defectuoso	2.55%	0.60%
34757435-01	2031	2031-23T-SM-RPLF	0418C	2832	Exceso plating	1	1
	2031	2031-23T-SM-RPLF			Total defectos	1	1
					% defectuoso	0.04%	0.04%
34757396-02	2026	2026-23-C2LF	0418C	1100	Pintura ilegible	1	0
	2026	2026-23-C2LF			Total defectos	1	0
					% defectuoso	0.09%	0.00%
34750511-07	2038	2038-42-SM-RPLF	0418C	2637	Pintura ilegible	2	1
	2038	2038-42-SM-RPLF			Electrodo abierto	32	12
	2038	2038-42-SM-RPLF			Total defectos	34	13
					% defectuoso	1.29%	0.49%
34757449-06	2038	2038-42-SM-RPLF	0418C	2401	Pintura ilegible	2	1
	2038	2038-42-SM-RPLF			Total defectos	2	1
					% defectuoso	0.08%	0.04%
34757449-03	2038	2038-42-SM-RPLF	0418C	2627	Pintura ilegible	29	10
	2038	2038-42-SM-RPLF			Total defectos	29	10
					% defectuoso	1.10%	0.38%

APÉNDICE 2

Bitácora y lista de entrenamiento en los nuevos criterios visuales al personal correspondiente.

BOURNS®		FT-GEN-0051	REVISION	B
Título/Descripción:		Lista de participantes & Registro de Asistencia		
Tipo de documento FORMATO		Lista de participantes & Registro de Asistencia		
Fecha:		Mayo-03-2018		
Nombre del Entrenamiento /Capacitación		Documento AV-GDT-0239 criterios visuales para Finishing)		
Nombre de la Persona que imparte el Entrenamiento/ Capacitación		Beatriz Granados		
Duración del entrenamiento/Capacitación Tiempo en horas:		1 H		
	NOMBRE	# Empló	AREA	FIRMA
1	POVEDA RAMIREZ GUISELLE	930803	LIDER GDT	<i>Guille Poveda</i>
2	CARRILLO FONSECA MARIA VIRGINIA	971005	GDT	<i>Virginita</i>
3	ARRIETA HERRERA YORLENI DEL CARMEN	020279	GDT	<i>Yorleny Arrieta</i>
4	MORALES GONZALEZ HAZEL	020767	GDT	<i>Hazel MG</i>
5	FALLAS HERNANDEZ MARIA DEL PILAR	031235	LIDER GDT	<i>Pilar Fallas</i>
6	KACHUR BOITEJOVA SVITLANA	031269	GDT	<i>Svitlana</i>
7	BRAVO GIUPSEPINA	090722	GDT	<i>Giupsepina</i>
8	VILLEGAS ARGUEDAS ELIZABETH	090807	LIDER GDT	<i>Elizabeth Villegas</i>
9	BLANCO MORALES MELISSA	100838	GDT	<i>Melissa</i>
10	SOTO ZAMORA SILVIA LORENA	111108	GDT	<i>Silvia Lorena</i>
11	MARTINEZ ULLOA KARLA PATRICIA	130103	GDT	<i>Karla Patricia</i>
12	ARROYO RAMOS ROSIBEL MIRLENIA	130511	GDT	<i>Rosibel</i>
13	NAVARRO CHANTO YULIANA	140520	GDT	<i>Yuliana</i>
14	ROMERO FONSECA CARMEN JOHANNA	140714	GDT	<i>Carmen</i>
15	ROJAS HIDALGO KATHIA	141007	GDT	<i>Kathia</i>

16	VILLAGRA MADRIGAL ALEXANDRA	150704	GDT	<i>Aut</i>
17	SOLANO FERNANDEZ AYLLIM MARIA	160128	GDT	<i>[Signature]</i>
18	CASTILLO MORALES CASANDRA MARIA	160406	GDT	<i>Casandra C.M.</i>
19	SUAREZ HERRERA MARYAN	160511	GDT	<i>[Signature]</i>
20	SALAS MATA YERLIN PATRICIA	170542	GDT	<i>Yerlin Dalar Mata</i>
21	CASCANTE FALLAS MARIELA	170617	GDT	<i>[Signature]</i>
22	RUIZ ZAMORA HENCY CAROLINA	170619	GDT	<i>NO Aplica</i>
23	CUBERO TREJOS NORMA LIDIA	170631	GDT	<i>Norma Cubero E.</i>
24	QUESADA OBANDO MONICA	170705	GDT	<i>Monica Quesada.</i>
25	PORRAS RAMIREZ DALIA MARITZA	180206	GDT	<i>[Signature]</i>
26	ALVARADO GONZALEZ JESSICA	180225	GDT	<i>[Signature]</i>
27	RODRIGUEZ CAMPOS MAGDALENA	791101	Supervisora GDT	<i>[Signature]</i>
28	IRIABEL VARGAS PORRAS	140423	RRHH ENTRENAMIENTO	<i>Irabel V.</i>
29	Ana Lorena Serrano	050533	GDT	<i>Ana Lorena S. B.</i>
30	Susana Hidalgo Vásquez	110514	GDT	<i>Susana Hidalgo V</i>
	Elizabeth Rodríguez Salazar	150202	GDT	<i>Elizabeth Rodríguez S.</i>

Hayra Lonicigo. calidad 940103.

APÉNDICE 3

Datos promediados de los costos por unidad del *scrap* de acuerdo con el sistema SAP utilizado por la compañía.

2027 SM	costo por unidad	\$0.28	▼	\$0.29
2027 STD	costo por unidad	\$0.30		
2035 SM	costo por unidad	\$0.34	▼	\$0.28
2035 STD	costo por unidad	\$0.22		
2026 & 2028 st	costo por unidad	\$1.12		
2038 SM	costo por unidad	\$0.94		
2036 std	costo por unidad	\$0.41	▼	\$0.35
2036 sm	costo por unidad	\$0.30		
2039 sm	costo por unidad	\$0.30		
2037 std	costo por unidad	\$0.32		
2030	costo por unidad	\$1.24		
2031	costo por unidad	\$0.48		
2017	costo por unidad	\$1.14		
2018	costo por unidad	\$2.88		
2047	costo por unidad	\$2.90		
2020	costo por unidad	\$1.82		

APÉNDICE 4

Agenda de una reunión de acuerdo con los coordinadores de calidad y manufactura para definir la implementación del proyecto y revisión de la primera parte, se empezó con el proceso de pintura para luego seguir con los diferentes procesos.

De:	Beatriz Granados
Requerido:	Federico Pinto; Eric DiStefano
Opcional:	
Asunto:	Revisión de criterios visuales en el proceso de Finishing

Ubicación:	Oficina de Federico
Cuándo:	viernes, 09 de marzo de 2018 11:00 a.m.-11:30 a.m.

La idea es revisar la ayuda visual de criterios visuales del "proceso de pintura" para seguir con Welder.

Para acordar ciertos puntos y ver si están de acuerdo.

Saludos
Betty

APÉNDICE 5

Documento con su código de creación y aprobado con Rev. A, este documento consta de 33 páginas.

PAGE 1 OF 33		AV-GDT-0239 REV A
BOURNS®		TITULO : Criterios visuales para los procesos de Finishing
Tipo de documento AYUDA VISUAL		

Por ejemplo, para el proceso de pintura cuales serían los criterios basados en la norma IPC-A-610 SP.

Marcado de acuerdo al IPC-A-610 SP

Que se define como marcado proporciona al producto identificación y trazabilidad, además ayuda en el ensamble, control en proceso y servicio de campo. Deben ser legibles, duraderos y compatibles con los procesos de fabricación y deberían permanecer legibles durante toda la vida del producto.

Criterio aceptable: El marcado incluye el contenido especificado en el documento de control.

Defecto: El contenido del marcado es incorrecto o el marcado falta.

Clasificación: Las decisiones de aceptar y/o rechazar deben estar basadas en la documentación aplicable, tales como contratos, dibujos, especificaciones, estándares y otros documentos de referencia. El criterio definido en este documento refleja 3 clases de producto, que son:




- 1) **Productos electrónicos en general:** Funcionalidad del ensamble completo.
- 2) **Productos electrónicos de servicio dedicado:** Funcionamiento continuo y una vida útil extendida, el producto en el uso final no causaría fallos.




Criterio de aceptación: Viene dado por el siguiente orden: Contrato u orden de compra, plano, el IPC-A-610.

Este último viene por una condición ideal, aceptable, defecto y no establecido.

- ✓ **Condición ideal:** Es casi perfecta y preferida, sin embargo es una condición deseable y no siempre alcanzable y pudiera ser no necesaria para asegurar la fiabilidad del ensamble en su ambiente de servicio.
- ✓ **Condición aceptable:** Indica una condición que, aunque no es necesariamente perfecta, mantendrá la integridad y fiabilidad del ensamble en su ambiente de servicio.
- ✓ **Condición defecto:** Es una condición que puede ser insuficiente para asegurar la forma, encaje y función del ensamble en su ambiente de servicio. Para esta condición se puede generar una disposición que puede ser dada de como deberán ser tratados los defectos que incluye retrabajo, reparación, utilizar como esta o desechar.
- ✓ **Condición indicador de proceso:** es una condición (no un defecto), que identifica una característica que afecta la forma, encaje o función de un producto.

Se adjunta ejemplo de un criterio

<p>4) Números incompletos</p> <p>Criticidad</p> <p>Menor: Para el producto terminado</p> <p>Mayor: En el proceso de marking, se debe alertar para corregir el problema en el proceso</p>	<p>Las líneas de un número o letra debe estar completo y con el grosor establecido</p> 	<p>Las líneas de un número o letra pueden estar interrumpidas o tener una parte delgada sobre la línea.</p> <p>NO SE ACEPTA material con una o más letras y/o números que estén incompletos y donde la falta es \geq al 50% de la letra o número.</p>  <p>Indicador de proceso: Las líneas de un número o letra pueden estar interrumpidas (o tener una parte delgada sobre la línea) ES ACEPTABLE siempre y cuando sea legible y \leq 50% del total de la letra o número.</p> 
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>5) Manchas blancas o borroso</p> <p>Criticidad</p> <p>Menor: Para el producto terminado</p> <p>Mayor: En el proceso de marking, se debe alertar para corregir el problema en el proceso</p>	<p>El fondo y marcado debe estar claro y legible</p> 	<p>El marcado está manchado o borroso, tanto que las letras o números no son legibles. NO ES ACEPTABLE si lo manchado o borroso cubre a profundidad (muy blanco) más de 1 letra o números.</p> <p>NO SE ACEPTA material con una o más letras y/o números cuando lo blanco cubre en \geq al 50% de la letra o número.</p>  <p>Indicador de proceso: El marcado está manchado o borroso pero aún es legible, ES ACEPTABLE si persiste un manchado tenue (no tan blanco) y las letras o números son legibles. Siempre y cuando lo blanco no cubra en \leq 50% del total de la letra o número.</p> 
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

APÉNDICE 6

Agenda de una de acuerdo con los coordinadores y equipo involucrado para la implementación del proyecto y sus respectivas mejoras.

From: Federico Pinto

[Siguiente](#) [Último](#)

Sent: Friday, April 27, 2018 2:38 PM

To: Eric DiStefano; Daniel Picado; Liza Gutierrez; Jose Salazar; Rafael Luna; Beatriz Granados

Cc: Federico Pinto

Subject: Mejora en gente por inspección visual en 5mm

Plan de reducción de gente por retrabajos en inspección visual:

Estado actual:

- 6 personas dedicadas a inspección visual parcial y total y reparación versus 3 personas que requiere el standard. 2 personas dedicadas a productos con pines y 4 a productos SM.
- El procedimiento que siguen las operarias de visual no está acorde al standard ya que inspeccionan prácticamente el 100% de las pcs aunque en la muestra de 200 pcs no encuentren nada malo. Esto lo hacen según ellas para que no les rechacen el lote en calidad.
- 1000 pcs de SM sin inspección visual fueron inspeccionadas 100% por calidad y 1 pcs sin pintura legible fue encontrada lo cual representa un 0.1% de fallos.
- 2000 pcs de un lote con pines, representó un total de un 6% del cual con un criterio relajado, se baja a un 3.5% de pines doblados. Al día de hoy el 100% de las pcs se están retrabajando, aunque no lo requieran. Lo que se propone es implementar un criterio más relajado y entrenar a la gente para que únicamente ese 3.5% sea retrabajado, pero con una identificación del 100% de las pcs.

Plan de implementación:

- Productos SM, que representan un 86% del volumen:
 - o Documentar el nuevo criterio de visual que es más relajado en la parte de pintura, "electrodo quemado", etc... Beatriz 30/4/2018
 - o **Validar en 5 lotes 100%, cuanto material esta fuera de nuevo criterio. Rafa 2/5/2018**
 - o Documentar e implementar el criterio de "At delivery AQL 0.65 Level II, DIN ISO 2859" en QC el cual reducirá la cantidad de rechazos. Pinto 2/5/2018
 - o Definir un nuevo tamaño de muestra que busque tipo de fallos y cantidad de fallos que no pasarían el criterio de "At delivery AQL 0.65 Level II, DIN ISO 2859". Pinto 2/5/2018
 - o Se presume que el proceso quedaría de la siguiente manera:
 - Inspección en visual al 100% de lotes a una muestra mucho menor a la actual buscando potenciales problemas con un criterio más relajado
 - La cantidad de lotes que requerirán un 100% bajaría de un ~100% actual a un ~5%
 - Se reduciría la cantidad de personas de 4 a 2
- Productos con Pines, que representan un 14% del volumen:
 - o Documentar el nuevo criterio de visual que es más relajado el mismo que el de SM y específicamente en la parte de pines doblados... Beatriz 30/4/2018
 - o **Validar en 5 lotes 100%, cuanto material esta fuera de nuevo criterio. Rafa 2/5/2018**
 - o Documentar e implementar el criterio de "At delivery AQL 0.65 Level II, DIN ISO 2859" en QC el cual reducirá la cantidad de rechazos. Pinto 2/5/2018
 - o Realizar un 100% de inspección de pines doblados con el nuevo criterio y realizar el "retrabajo". Para producto que va en bolsa, eliminar el criterio de pines doblados para los productos de 2 elementos. Beatriz 2/5/2018
 - o Definir un nuevo tamaño de muestra que busque tipo de fallos y cantidad de fallos que no pasarían el criterio de "At delivery AQL 0.65 Level II, DIN ISO 2859". Pinto 2/5/2018
 - o Se presume que el proceso quedaría de la siguiente manera:
 - Inspección en visual al 100% de lotes a una muestra mucho menor a la actual buscando potenciales problemas con un criterio más relajado
 - La cantidad de lotes que requerirán un 100% bajaría de un ~100% actual a un ~5%
 - La cantidad de pcs a realizarle RW bajaría de 100% a ~5%
 - Se reduciría la cantidad de personas de 2 a 1