



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

# **FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“Mejora de la gestión de calidad del proceso productivo para disminuir los costos de no conformidad de la metalmecánica A&N Company S.A.C, 2017”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**Autor:**

Br. Karina Alexandra Soto Mauricio

**Asesor**

Mg. Miguel Alcala Adrianzen

**Línea de Investigación**

Sistemas de Gestión de la Calidad

**Trujillo – Perú**

**2018**

## PAGINA DE JURADO

El jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) **Karina Alexandra Soto Mauricio**, cuyo título es: **“Mejora de la gestión de calidad del proceso productivo y su incidencia en los costos de no conformidad de la metalmecánica A&N Company S. A. C, 2017”**

Reunido en la fecha, escucho la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo 15 (quince).

-----  
PRESIDENTE

Dr. Andrés Alberto Ruíz Gómez

-----  
SECRETARIO

Mg. Lucía Rosario Padilla Castro

-----  
VOCAL

Mg. Santos Santiago Javez Valladares

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS:**

Por ser mi guía y me refugio en todo momento.

### **A MIS PADRES: JORGE Y MARÍA**

Por el amor incondicional que me brindan cada día y por la motivación constante durante el transcurso de mi formación académica.

### **A MIS HERMANAS:**

Por ser mi fuente de alegría y mis compañeras en el camino de la vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Universidad César Vallejo por formarme integralmente a lo largo del desarrollo académico de mi carrera, a los docentes que con su experiencia contribuyeron al fortalecimiento de mis competencias como ingeniero y de manera muy especial a mis asesores los ingenieros Lucía Padilla Castro y Miguel Alcala Adrianzen. Por otro lado, también demuestro mi particular deferencia con la empresa Metalmecánica A&N Company S.A.C. quién me brindó la oportunidad de desarrollar mi investigación y dentro de ella especialmente a la magister Carmen Alayo Reyna y a la ingeniera Sindy Amaya Pastor.

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Karina Alexandra Soto Mauricio con DNI N° 73101144, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

**Karina Alexandra Soto Mauricio**

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado, presento ante ustedes la Tesis titulada “Mejora de la gestión de calidad del proceso productivo para disminuir los costos de no conformidad de la metalmecánica A&N Company S.A.C, 2017”, la cual contempla siete capítulos:

Capítulo I: Introducción, donde se presenta la realidad problemática, los antecedentes y las teorías relacionadas a la investigación. Así mismo, se describe el problema, la justificación del estudio, la hipótesis y los objetivos de la investigación.

Capítulo II: Método, donde se describe el tipo de estudio, el diseño de la investigación, las variables, la población y muestra, los instrumentos y técnicas a utilizar y el método de análisis de datos, sin olvidar los aspectos éticos.

Capítulo III: se obtienen los resultados del desarrollo de los objetivos, para lo cual se analizó la calidad en el proceso productivo, las causas de las no conformidades más críticas, se propuso mejoras en los procesos que generaron los productos no conformes más recurrentes y se estimó el costo beneficio de las mejoras propuestas.

Capítulo IV al V: se discuten los resultados obtenidos y se redactan las conclusiones de cada objetivo, encontrando que por cada S/. 1.00 invertido en las mejoras propuestas para el proceso productivo de la unión de reparación se ahorra un S/.53.29 de los costos de no calidad.

Capítulo VI: se plantean las recomendaciones de la investigación.

Capítulo VII: Presenta las fuentes bibliográficas citadas en base a la norma ISO 690.

Esta investigación ha sido elaborada en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el Título Profesional de Ingeniero Industrial. Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

La autora

## ÍNDICE

Capítulo I: Introducción .....	03
1.1: Realidad problemática .....	04
1.2: Trabajos previos .....	05
1.3: Teorías relacionadas .....	07
1.4: Justificación .....	12
1.5: Problema .....	12
1.5: Hipótesis .....	12
1.7: Objetivos .....	13
1.7.1: Objetivo general .....	13
1.7.2: Objetivo específico .....	13
Capítulo II: Marco metodológico .....	14
2.1: Tipo de estudio .....	15
2.2: Diseño de investigación .....	15
2.3: Variables, operacionalización .....	16
2.3.1: Identificación de variable .....	16
2.3.2: Operacionalización de variable .....	17
2.4: Población y muestra .....	18
2.5: Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad ...	18
2.6: Métodos de análisis de datos .....	19
2.7: Aspectos éticos .....	19
Capítulo III: Resultados .....	20
3.1: Analizar la calidad en el el proceso productivo .....	21

3.1.1: Generalidades de la empresa .....	21
3.1.2: Diagrama de flujo del proceso .....	22
3.1.3: Descripción del proceso .....	23
3.1.4: Listado de productos .....	23
3.1.5: Estadística de no conformidades .....	24
3.1.6: Características del producto más crítico .....	27
3.1.7: Requerimiento del cliente del producto más crítico .....	27
3.1.8: Descripción de los procesos productivos de los productos más críticos ....	28
3.1.8.1: Diagrama de operaciones del producto .....	28
3.1.8.2: Determinación del tiempo estándar del producto .....	28
3.2: Analizar las causas de las no conformidades más críticas .....	29
3.2.1: Identificar las fallas del producto (FAST) .....	31
3.2.2: Relación entre FAST y requerimientos del cliente del producto más crítico .....	33
3.2.3: AMEF ponderación .....	34
3.2.4: Relación entre AMEF y los requerimientos del producto más crítico .....	37
3.2.5: Relación entre los requerimientos del cliente y los requerimientos del producto .....	38
3.3: Proponer mejoras en los procesos que generen los productos no conformes más recurrentes .....	39
3.4: Estimar el costo beneficio de las mejoras propuestas .....	46
3.4.1: Costos de no calidad .....	46
3.4.2: Costos de implementación de propuestas .....	48



3.4.3: Relación beneficio costo de la propuesta .....	49
Capítulo IV: Discusiones .....	50
Capítulo V: Conclusiones .....	53
Capítulo VI: Recomendaciones .....	55
Capítulo VII: Referencias bibliográficas .....	57
Anexos .....	60

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Operacionalización de variables .....	17
Tabla N°3: Productos rechazados por cliente .....	24
Tabla N°4: Productos rechazados dentro del proceso .....	24
Tabla N° 5: Pareto de productos no conformes.....	25
Tabla N° 7: Requerimientos del producto unión de reparación .....	27
Tabla N° 8: Requerimientos del cliente del producto unión de reparación.....	27
Tabla N°9: Tiempo estándar de la unión de reparación .....	29
Tabla N° 10: Afinidad de funciones de la fabricación de la unión de reparación ..	31
Tabla N° 11: Relación entre funciones secundarias (FAST) y requerimientos del cliente de la unión de reparación .....	33
Tabla N° 12: Análisis del modo y efecto de la falla del proceso de armado de la unión de reparación .....	34
Tabla N° 13: Relación entre modo de falla (AMEF) y requerimientos del producto de la unión de reparación .....	37
Tabla N°14: Costo de imagen por no conformidades de la unión de reparación en el periodo abril – agosto .....	45
Tabla N°15: Gasto de reproceso por no conformidades de la unión de reparación en el periodo abril – agosto .....	45
Tabla N°16: Gasto por diagnóstico de no conformidades de la unión de reparación en el periodo abril - agosto, A&N Company S.A.C, 2017 .....	45
Tabla N°17: Gasto por reinspección de no conformidades de la unión de reparación en el periodo abril – agosto .....	45
Tabla N°18: Gasto por reposición o cambio de la unión de reparación en el periodo abril – agosto .....	46
Tabla N°19: Gasto por concesiones o descuentos de la unión de reparación en el periodo abril – agosto .....	46
Tabla N°20: Gasto por devolución de la unión de reparación en el periodo abril – agosto .....	46

Tabla N°21: Resumen de los costos de no calidad de la unión de reparación en el periodo abril – agosto .....	47
Tabla N°22: Costo de implementación de exceso de 15 mm. al largo de la plancha que forma la estructura de la unión de reparación en el periodo abril – agosto ...	47
Tabla N°23: Costo de instalar calibradores en ambos lados de la máquina roladora .....	47
Tabla N°24: Costo de instalar una regla tope para calibrar la máquina campanera .....	48
Tabla N°25: Costo de implementar un registro de inspección al finalizar el proceso de armado de la unión de reparación en el periodo abril – agosto .....	48
Tabla N° 2: Registro de productos no conformes de la empresa .....	62
Tabla N°6: Resultados de entrevista sobre productos no conformes a expertos..	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 10: Organigrama .....	21
Figura 11: Diagrama de flujo del proceso .....	22
Figura 12: Diagrama de Pareto .....	26
Figura 13: Diseño del producto unión de reparación .....	27
Figura 14: Diagrama de operaciones de la unión de reparación .....	28
Figura 15: Diagrama Fast de la unión de reparación .....	31
Figura 16: Porcentaje de reclamos de las funciones secundarias de la unión de reparación .....	32
Figura 17: Casa de la calidad .....	38
Figura 18: Mal formación de la circunferencia de la unión de reparación .....	39
Figura 19: Perímetro propuesto para la plancha que forma la estructura de la unión de reparación .....	40
Figura 20: Diagrama de operaciones propuesto de la unión de reparación .....	41
Figura 21: Máquina roladora utilizada para la formación tubular de la unión de reparación .....	41
Figura 22: Diseño propuesto para la máquina roladora con la implementación de las reglas calibradoras en ambos lados de la máquina .....	41
Figura 23: Máquina campanera utilizada para la fabricación de la campana de la unión de reparación .....	42
Figura 24: Diseño propuesto para la máquina campanera con la implementación de una regla tope .....	43
Figura 25: Propuesta de formato de control de calidad para el producto unión de reparación .....	44

Figura 1: Diagrama de Pareto completo .....	65
Figura 2: Diagrama de operaciones que muestra la fabricación de estaciones para teléfonos .....	66
Figura 3: Tablas de calificación del sistema de Westinghouse .....	67
Figura 4: Sistema de suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos básicos .....	67
Figura 5: Simbolos para la correlación entre las CT. Casa de la calidad .....	68
Figura 6: Simbolos para la matriz de relaciones entre CT y RC. Casa de la calidad .....	68
Figura 7: Criterio de evaluación de severidad. AMEF .....	69
Figura 8: Criterio de evaluación de ocurrencia. AMEF .....	69
Figura 9: Criterio de evaluación de detección. AMEF .....	70

## RESUMEN

La presente investigación titulada “Mejora de la gestión de calidad del proceso productivo para disminuir los costos de no conformidad de la metalmecánica A&N Company S.A.C.- 2017”, enmarcado en las teorías de calidad y costos de no conformidad; para lo cual empleó el método deductivo, con una investigación de tipo descriptivo simple, aplicándolo a una población de los procesos de los 10 productos de la empresa y con la muestra de los procesos operacionales del producto de mayor inconformidad: la unión de reparación. Para lo cual empleó el diagrama de Pareto, el diagrama FAST, el análisis de modos y efectos de falla AMEF y la casa de la calidad. Obteniendo como principales resultados que tres funciones secundarias del proceso productivo de la unión de reparación estaban relacionadas con las no conformidades que el cliente había observado, teniendo el siguiente porcentaje de reclamos: la fabricación de la campana (56%), rolar la plancha (31%) y cumplir las dimensiones de la pieza (13%). Así mismo se relacionó estas funciones secundarias con los modos de falla en el AMEF, donde después de un análisis se propusieron acciones de mejora para cada una de ellas, y se relacionó los requerimientos del cliente con los requerimientos del producto con ayuda de la casa de la calidad. Y finalmente se calcularon los costos de las no conformidades y el costo de implementación de las mejoras. Lo que me permite concluir que por cada S/. 1.00 invertido en la implementación de las mejoras, tendremos un ahorro de S/. 53.29.

**Palabras claves:** gestión de la calidad, costos de no conformidad.

## ABSTRACT

The present investigation titled "Improvement of the management of quality of the productive process to diminish the costs of nonconformity of the metalworking A & N Company S.A.C.- 2017", framed in the theories of quality and costs of nonconformity; for which he used the deductive method, with a simple descriptive research, applying it to a population of the processes of the 10 products of the company and with the sample of the operational processes of the product of greatest disagreement: the repair union. For which he used the Pareto diagram, the FAST diagram, the analysis of modes and effects of failure FMEA and the house of quality. Obtaining as main results that three secondary functions of the productive process of the repair union were related to the nonconformities that the customer had observed, having the following percentage of claims: the manufacture of the bell (56%), rolling the iron (31 %) and meet the dimensions of the piece (13%). Likewise, these secondary functions were related to the modes of failure in the FMEA, where after an analysis improvement actions were proposed for each one of them, and the client's requirements were related to the requirements of the product with the help of the household. the quality. And finally, the costs of the non-conformities and the cost of implementing the improvements were calculated. Which allows me to conclude that for every S /. 1.00 invested in the implementation of the improvements, we will have a saving of S /. 53.29.

**Key Word:** quality management, no conformity costs.

# **I. INTRODUCCIÓN**



## 1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

Actualmente las Pequeñas y Medianas Empresas (Pymes) representan una parte significativa en la economía peruana, ya que aportan cerca del 24% al PBI y son las generadoras del 85% de empleos en el Perú (Ministerio de la producción, 2017). Y, a pesar de que se creyó una desestabilidad en la economía peruana tras los recientes acontecimientos climáticos en el norte del país, un estudio global llamado Future of business, realizado por Facebook junto al Banco Mundial y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) expuso que el 74% de este sector espera que su negocio siga creciendo en los próximos 6 meses (El Comercio, 2017).

Esto se debe, a que las empresas peruanas se esfuerzan día a día para continuar en el mercado, viéndose obligadas a enfrentar diversos retos como: atraer nuevos clientes, desarrollar nuevos productos e innovar y mantener la rentabilidad (El Comercio, 2017) con el fin de hacerse más competitivas, refiriéndose a la capacidad de las empresa de producir bienes y servicio de manera eficiente, con costos decadentes y calidad progresiva (HERNÁNDEZ, 2016). Sin embargo, solo el 1% del total de empresas formales en el Perú manejan un sistema de gestión de calidad, poniendo a las restantes en desventaja ante las exigencias del mercado (RPP Noticias, 2016). Pues, la ausencia de calidad en la fabricación de productos tiene un efecto significativo en sus costos, así lo demuestran diversos estudios que indican que las empresas que no producen con calidad incurren en costos adicionales que van desde el 5% al 25% adicional (RAMÍREZ, 2017).

Por ello un sistema de control de la calidad implicaría para estas empresas mejora en los costos (ALCALDE, 2010). Así también lo afirma (VELASCO, 2010), para quienes la mejora de la calidad tiene efectos positivos en la productividad, el costo y la entrega del producto.

La investigación se realiza en la Pyme A&N Company S.A.C, dedicada al rubro del metal mecánico, con ocho años de experiencia; en la cual al observar su proceso productivo se manifiestan las siguientes deficiencias: inconformidades en el resultado de sus procesos, pues en ocasiones los productos obtenidos presentan exceso del espesor de pintura, fallas en las dimensiones requeridas, inconformidades en la soldadura, entre otras, lo cual afecta directamente en los costos de producción y transporte pues originan reprocesos, cambio de productos,

pérdida de tiempo y malestar en los clientes; quienes quedan insatisfechos con su pedido y pierden confianza en la empresa.

De continuar con esta situación, la empresa puede perder poco a poco su imagen y a sus clientes, disminuyendo su competitividad y sus ingresos, obligándola a salir del mercado.

Ante ello, se pretende proponer mejoras en la gestión de calidad del proceso productivo que posibilite disminuir los costos de no conformidad de la pyme A&N Company S.A.C., beneficiando a la empresa económicamente, satisfaciendo a sus clientes y mejorando sus resultados.

## **1.2. TRABAJOS PREVIOS**

En relación con la investigación se encontró antecedentes de estudios como la investigación denominada “Aplicación del AMEF para detección de fallas en cristales para autos”, realizada para obtener el título de Ingeniero Industrial; en la Universidad Nacional Autónoma de México, empleando un diseño de investigación descriptivo simple, utilizando como herramientas el diagrama de Pareto, diagrama causa – efecto y la matriz AMEF. Esta investigación concluyó que del 100% de fallas encontradas en el producto durante el proceso, 11% de ellas requerían una acción correctiva urgente pues tuvieron un número de prioridad de riesgo mayor a 100, que era la base de evaluación del investigador (BARRERA, y otros, 2006).

También se encontró la investigación denominada “Costos de la no calidad en la empresa Inferhuila S.A, 2010”, realizada para obtener el título de Maestría en Gestión de la calidad, prevención y medio ambiente; en la Universidad Viña del Mar, empleando un diseño de investigación descriptivo transversal, utilizando como herramientas la recopilación y observación de datos contables y financieros, y encuestas de satisfacción. Esta investigación concluyó en que el 50% de sus costos de no calidad se encuentran relacionados al área de marketing y que existe un déficit en la atención de las inquietudes del cliente. (ÁLVAREZ, y otros, 2010).

Asi mismo, en la investigación denominada “Aplicación de herramientas de calidad en una fábrica de refrigeradoras para reducir fallos en el producto final”, realizada

para obtener el título de Ingeniero Industrial; en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, empleando un diseño de investigación descriptivo – aplicada. Se utilizaron herramientas de análisis como el diagrama de Pareto, diagrama causa-efecto y se aplicó la metodología 8D. El autor concluye que tras las mejoras implementadas se logró reducir en un 40% los costos por falla de producto. (IZAGUIRRE, 2016).

La investigación denominada “Propuesta de implementación del sistema de gestión de calidad en una industria perquera según la norma ISO 9001:2015”, realizada para obtener el título de Ingeniero Industrial; en la Pontificia Universidad Católica del Perú, empleando un diseño de investigación descriptivo simple, utilizando herramientas como el diagrama de operaciones, encuestas y norma ISO 9001. Se propusieron 4 mejoras, las cuales generaría un ahorro significativo en los costos de la empresa teniendo un beneficio/costo de S/ 1.97 (ORMACHEA, 2017).

En la investigación denominada “Gestión de calidad y su relación con la competitividad de las pymes metalmecánicas de la provincia de Trujillo – La Libertad, 2015”, realizada para obtener el título de Ingeniero Industrial; en la Universidad César Vallejo, empleando un diseño de investigación correlacional, utilizando como herramientas de análisis un cuestionario basado en la norma ISO 9001, análisis documental y la observación directa. Esta investigación determinó que solo el 19% de las pymes metalmecánicas de la provincia de Trujillo cuentan con una buena gestión de calidad y el 81% con una gestión regular (URTECHO, 2015).

Por otro lado, la investigación denominada “Diseño de un sistema de control de calidad en la línea de producción de buzos escolares para reducir el número de productos no conformes en una empresa de confecciones”, realizada para obtener el título de Ingeniero Industrial; en la Universidad César Vallejo, empleando un diseño de investigación no experimental, utilizando herramientas de calidad para identificar los requerimientos más valorados por los clientes en el producto en estudio y cartas de control para descubrir las causas asignables de variación en el proceso. Se concluyó que el desarrollo de un sistema de control de calidad se logró

reducir en 23.9% la cantidad de productos no conformes. Así mismo se elevó el porcentaje de cumplimiento de calidad en un 60% con solo implementarlo en el área de producción (INFANTES, 2014).

### 1.3. TEORÍAS RELACIONADAS

La presente investigación toma como base la **mejora continua**, definida como el resultado de dirigir y enriquecer los procedimientos de una manera ordenada, reconociendo las causas, fijando ideas y proyectos de mejora, desarrollando planes, analizando los resultados y estandarizando los efectos positivos para planear y controlar el reciente nivel de desempeño” (GUTIÉRREZ, 2010). En relación a ello, surge el termino de **calidad**, para el cual existen diversas definiciones, sin embargo, de acuerdo a la investigación se toma como tal, al grado en que un grupo de características innatas cumplen los requisitos (Besterfield, 2009). Su **importancia** radica en los costos y participación del mercado, en el prestigio de la organización, en la responsabilidad por los productos y hasta en implicaciones internacionales, pues con la globalización, se volvió en un asunto internacional (CARRO, y otros, 2012).

Hoy en día, satisfacer las necesidades del cliente se ha vuelto un reto constante en las empresas, por ello las empresas buscan una calidad constante en sus productos viéndose en la menester de mejorar **la gestión de la calidad del proceso productivo**, que consiste en gestionar la mejora del proceso productivo con la medición y control de las variables críticas, para mantenerlas en valores establecidos mínimos y contrarrestar las causas de su origen (Besterfield, 2009).

Existen herramientas de apoyo que permiten estudiar el proceso productivo de una empresa como el **diagrama de Pareto**, es una herramienta que prioriza los problemas más resaltantes, en base a la ocurrencia o el costo. Esta basado en el principio de Pareto (80/20), el cual dice que el 80% de los problemas se originan por el 20% de las causas (Figura 1 del anexo). Los pasos para la construcción de este diagrama son:

1. Clasificación de datos: se elige el método para clasificar los datos que se van a recoger.
2. Se determina el tiempo en que se recogen los datos: horas, meses, semanas, etc.
3. Recogida de datos: se elabora un formato para la recolección de los datos.
4. Se dibujan los ejes del diagrama.
5. Se dibuja el diagrama, representando los datos recogidos en la hoja. Antes de ello, se ordenan los datos en forma decreciente de acuerdo a la frecuencia de ocurrencia.
6. Se traza la línea de porcentajes paralela al eje de la cantidad de productos.
7. Análisis de Pareto: se observa cuales son los problemas más importantes sobre los cuales se debe trabajar (CAMISÓN, y otros, 2006).

También tenemos el **diagrama de operaciones**, que muestra la secuencia del proceso de las operaciones, inspecciones, el tiempo que lleva realizarlas y los materiales que ingresan. Permite al analista, tener un panorama de todo el proceso con detalle. Además del efecto que puede tener algún cambio en el proceso (Figura 2 del anexo).

El **tiempo estándar**, es el tiempo que se establece para las actividades de un proceso. Para la valoración del ritmo de trabajo, se utiliza el sistema de Westinghouse que considera cuatro factores de desempeño para el operario: esfuerzo, consistencia, condiciones y habilidad. Cada factor tiene diferentes grados de calificación. Se suma la calificación de los cuatro factores para determinar la calificación total del ritmo de trabajo (Figura 3 del anexo) y suplementos establecidos por la organización internacional del trabajo (OIT) (Figura 4 del anexo) (NIEBEL, y otros, 2009). La fórmula utilizada para determinar el tiempo estándar es:

$$Te = \left[ \frac{\sum \text{Tiempo observado}}{N^{\circ} \text{ de observaciones}} \times (1 + \text{Ritmo de trabajo}) \right] \times (1 + \text{Suplementos})$$

El **diagrama FAST** es utilizado para el análisis de la estructura funcional de un producto o proceso. Para identificar las funciones y establecerlas gráficamente se relacionan las siguientes preguntas: ¿Cómo? Y ¿Por qué? Los pasos a seguir para su construcción son:

1. Identificar todas las funciones relacionadas con el producto o sistema. Las funciones deben estar descritas por un verbo y un sustantivo.
2. Las funciones pueden ser básicas y secundarias. Las primeras son la razón del sistema o producto y las secundarias, son todas aquellas que apoyen a las básicas.
3. Se traza una línea con flechas en los extremos, a la derecha con la pregunta ¿Cómo? Y a la izquierda con la pregunta ¿Por qué?
4. En el medio se colocan las funciones, empezando por las funciones básicas que son de mayor jerarquía seguida de las funciones secundarias.
5. Se traza dos líneas verticales en ambos lados para delimitar las funciones del producto o sistema de su entrada y salida.
6. Se realiza el análisis del diagrama.

La **casa de la calidad** nos permite interrelacionar las necesidades del cliente con las características técnicas del producto. Esta herramienta puede ser usada no solo para el estudio de productos, sino también para la enriquecer sus procedimientos de fabricación. Esta conformada por las siguientes áreas:

- a) Los requerimientos del cliente: todo aquello que el cliente quiere. Esta información puede ser recolectada a través de encuestas, entrevistas personales, resultados de quejas de los clientes, etc.
- b) Características técnicas del producto: se recolectan los requerimientos técnicos del producto. Para ello se pueden realizar sesiones de brainstorming, entrevistas con responsables de producción. Estas características deben tener relación con los requerimientos del cliente, de lo contrario, no deben ser consideradas.
- c) Matriz de correlaciones: permite visualizar la correlación entre las características técnicas, es decir el efecto que puede tener la variabilidad de una de ellas en otra (Figura 5 del anexo).

- d) Matriz de relaciones: indica la relación entre las características técnicas y los requerimientos del cliente. Expresa el efecto que puede tener un requerimiento del cliente sobre una característica técnica, o si esta no existe (Figura 6 del anexo).
- e) Evaluación comparativa: expresa la comparación de los requerimientos del cliente respecto a el producto de la empresa con los de la competencia.
- f) Evaluación competitiva técnica: expresa la comparación de las características técnicas respecto a el producto de la empresa con los de la competencia.
- g) Índice de importancia de los requerimientos del cliente: muestra a través de un factor de ponderación las expectativas más importantes para el cliente. Estos valores van del 1 al 5.
- h) Impacto de los requerimientos del cliente: da una idea del impacto de las características técnicas sobre los requerimientos del cliente. Se multiplica el factor de ponderación de los requerimientos del cliente con el valor asignado a cada símbolo de la matriz de relaciones y se suman.
- i) Dificultad técnica: expresa la dificultad que se presenta para la realización de los objetivos trazados para el enriquecimiento de las características técnicas.
- j) Importancia técnica: Se multiplica el factor de ponderación de los requerimientos del cliente con el valor asignado a cada columna de las características técnicas y se suman (CAMISÓN, y otros, 2006).

**El análisis modal de fallos y efectos AMEF** permite identificar los posibles fallos de un producto o proceso, identificando las causas de ello y dando a través del número de la prioridad del riesgo la jerarquía de actuación. Los pasos para construir el AMEF son los siguientes:

1. Analizar las fallas potenciales: se recopilan los posibles fallos que puedan originarse durante el proceso, describiendo sus causas y sus efectos. Para ello, se debe tener claro estos cuatro conceptos fundamentales:
  - Fallo: es cuando el producto o proceso en estudio no funciona de acuerdo a lo esperado.
  - Modo de fallo: referido a como se produce el fallo.
  - Efecto de fallo: es el resultado obtenido a causa del fallo.
  - Causas de fallo: es todo aquello que origina el fallo.

2. Evaluar y clasificar los fallos: se elabora el formato del AMEF y se calcula el número de priorización del riesgo (Figura 7, 8 y 9 del anexo).
3. Establecer acciones correctivas: que sirven para reducir el número de priorización del riesgo. Entre las alternativas comunes tenemos:
  - Rediseñar el proceso, producto o servicio.
  - Variar el proceso de fabricación.
  - Aumentar el proceso de inspección para prevenir las fallas (CAMISÓN, y otros, 2006).

Y por tema de investigación, debemos primero diferenciar que es **defecto**, entendido como la ausencia de cualidades propias o naturales de un objeto (DEFINICIÓN.ORG, 2017) y que resulta ser **no conformidad**, entendido como el incumplimiento de los requisitos del sistema, sean especificados o no (ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD, 2017). Entonces se considera **productos no conforme** a todo aquel que no cumpla con los requerimientos establecidos por el sistema de gestión de la calidad. Por lo cual, se debe establecer las características técnicas que debe cumplir el producto evaluado. (MIRANDA, y otros, 2007).

Al corregir las fallas de no conformidad se reduce los costos de no conformidad, pues existe una **relación directa entre calidad y costo**. Los costos por calidad se pueden entender como el costo que no se hubiera producido si la calidad del producto fuera la esperada. Sin embargo, también existen los costos relacionados con la calidad que son determinados por los costos de obtención de la calidad o de la conformidad del producto (MIRANDA, y otros, 2007).

Los **costos de la calidad** se dividen en costos de obtención de la calidad que vienen a ser los costos de conformidad y se producen a causa de las acciones de prevención y evaluación que incurre la empresa a través de su plan de calidad; y los costos de fallo o **costos de no conformidad** que son ocasionados por los errores cometidos en el proceso de fabricación y se dividen en: **costes de fallos internos**, los cuales son descubiertos antes de la entrega al cliente del producto. Incluye los costos relativos a acciones correctivas, pérdidas de tiempo y subactividad, escaso aprovechamiento de los recursos, nuevas inspecciones y desmotivación de los operarios. Los **costes de fallos externos** en cambio, son a



consecuencia de los errores detectados luego que el cliente reciba el producto. Incluyen los costes asociados al servicio postventa, pérdidas de imagen, garantías, indemnizaciones y aumento de la morosidad (MIRANDA, y otros, 2007). También se generan costos de imagen al no poder cumplir las expectativas del cliente. Para determinar este costo usamos la siguiente fórmula:

$$\text{costo de imagen} = Pnc \times P. u. \times 1.25$$

Donde:

Pnc: N° de productos no conformes devueltos por clientes

P. u: Precio unitario del producto

#### 1.4. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se **justifica teóricamente** pues permite corroborar la eficacia de las teorías de la gestión de calidad del proceso productivo en relación con los costos de no conformidad de la empresa en estudio; por otro lado, también es **pertinente de manera práctica** pues con la mejora de la gestión de calidad del proceso productivo se manejará una producción más limpia, con procesos estandarizados, que evite los reprocesos y productos no conformes; Además, esto conlleva a una **justificación económica** pues se eliminarán los costos de inconformidad, logrando satisfacer los requerimientos del clientes, siendo más eficientes y competitivos, mejorando la imagen corporativa y por ende incrementando la posibilidad de atraer a nuevos clientes, en suma todo ello contribuiría a ser más rentable el negocio.

#### 1.5. PROBLEMA

¿Qué efecto producirá las mejoras de la gestión de calidad del proceso productivo en los costos de no conformidad de la empresa metalmecánica A&N Company S.A.C. en el año 2017?

#### 1.6. HIPÓTESIS

Las mejoras en la gestión de calidad del proceso productivo permitirán disminuir los costos de no conformidad de la empresa metalmecánica A&N Company S.A.C. en el año 2017

## **1.7. OBJETIVOS**

### **1.7.1. OBJETIVO GENERAL**

Proponer mejoras en la gestión de calidad del proceso productivo para disminuir los costos de no conformidad de la empresa metalmecánica A&N Company S.A.C. en el año 2017

### **1.7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar la calidad en el proceso productivo.
- Analizar las causas de las no conformidades más críticas
- Proponer mejoras en los procesos que generen los productos no conformes más recurrentes.
- Estimar el costo beneficio de las mejoras propuestas

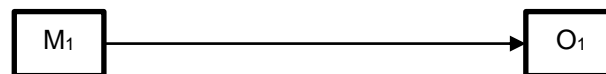
# **II. MARCO METODOLÓGICO**

## 2.1. TIPO DE ESTUDIO

Aplicada, porque se usa los conocimientos teóricos de la gestión de calidad para analizar las fallas de calidad y con ellos proponer acciones correctivas para disminuir los costos de no conformidad de la empresa metalmecánica A&N Company S.A.C. A su vez es una investigación descriptiva, porque analiza la gestión de calidad del proceso productivo, así como los costos de no conformidad, sin manipular los resultados. Por último, es transversal porque se recopila la información una sola vez y se procede a su análisis y descripción.

## 2.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Descriptivo simple, pues recopila información de una variable en una población establecida, sin pretender administrarle tratamiento.



M1: Gestión de calidad del proceso productivo

O1: Costos de no conformidad

## 2.3. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN

### 2.3.1. Identificación de variable

**Variable independiente, cuali-cuantitativa:** Gestión de calidad del proceso productivo: consiste en gestionar la mejora del proceso productivo con la medición y control de las variables críticas, para mantenerlas en valores establecidos mínimos y contrarrestar las causas de su origen (Besterfield, 2009). Medidos a través del nivel de control de calidad haciendo uso de un check list, análisis de no conformidad, mejora de actividades: procesos críticos, control de la calidad.

**Variable dependiente, cuantitativa:** Costos de no conformidad: son ocasionados por los errores cometidos en el proceso de fabricación y se dividen en: costes de fallos internos y costes de fallos externos. (MIRANDA, y otros, 2007). Medidos a través de los costos referidos a: productos no conformes terminados y en proceso.

### 2.3.2. Operacionalización de variable

Tabla N° 1: Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA
Gestión de calidad del proceso productivo	Consiste en gestionar la mejora del proceso productivo con la medición y control de las variables críticas, para mantenerlas en valores establecidos mínimos y contrarrestar las causas de su origen (Besterfield, 2009).	Analisis de no conformidades	- Cantidad de no conformidades internas - Cantidad de no conformidades externas	Razón
			Causas de no conformidad	Nominal
		Tiempo producción	Tiempo estándar por actividad	Razón
		Fallas de productos (Diagrama fast)	- Funciones básicas - Funciones secundarias	Nominal
		Casa de la calidad	Peso de relación entre requerimientos del cliente y requerimientos técnicos	Razón
		Análisis modal de efectos y fallas	Número de prioridad del riesgo	Razón
Costos de no conformidad	Son ocasionados por los errores cometidos en el proceso de fabricación y se dividen en: costes de fallos internos y costes de fallos externos. (MIRANDA, y otros, 2007).	Costos referidos a: -productos no conformes terminados. -productos no conformes en proceso.	Costos por productos no conformes.	Razón

Elaboración propia.

## 2.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

La **población** estuvo constituida por los procesos de los 10 productos de la empresa A&N Company S.A.C, en el año 2017. La **muestra** estuvo constituida por los procesos operacionales del producto de mayor inconformidad: la unión de reparación. El **marco muestral** fue el diagrama de operaciones. Cuya **unidad de análisis** fueron las operaciones indicadas en el diagrama de operaciones de producto en estudio. Se **incluyo** solo aquellas operaciones propias del proceso productivo del producto en estudio, y se **excluyo** las operaciones no pertenecientes a este producto.

## 2.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

Para desarrollar los objetivos planteados se emplearon las siguientes técnicas y herramientas:

Para analizar la calidad en el proceso productivo de la empresa en estudio se comenzó con la presentación de la misma, acompañada de un diagrama de flujo general de su proceso y los productos que fabrica. Luego se recolectó la cantidad de productos no conformes tanto internos como externos para determinar a través de un análisis de Pareto cual de ellos es el producto más crítico que necesita ser estudiado. Determinado el producto con mayor cantidad de no conformidades se aplicó una entrevista a expertos para conocer los requerimientos de este producto y de los reclamos presentados por los clientes, se determinó los requerimientos del cliente para este producto. Luego se elaboró un diagrama de operaciones de este producto para conocer más a detalle su proceso de fabricación y se determinó su tiempo estándar.

Para el análisis de las causas de las no conformidades más críticas se identificaron las fallas de producto con ayuda del diagrama Fast de afinidad de funciones, basados en los reclamos del cliente. Luego se relacionó las funciones secundarias

del producto con los requerimientos del cliente sobre este producto. Se elaboró la matriz AMEF para analizar los modos de falla del proceso de fabricación del producto, sus causas y efectos, proponiendo acciones correctivas que disminuyan las no conformidades. Seguido a ello se relacionó el AMEF con los requerimientos del producto y se trabajó la Casa de la Calidad para relacionar los requerimientos del cliente con los requerimientos del producto.

En base a los resultados de los procesos que generan las no conformidades se plantean propuestas de mejora.

Finalmente se estimó el beneficio costo de las mejoras propuestas, determinando los costos de no calidad y los costos de implementación de las propuestas.

## **2.6. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS**

Teniendo en cuenta los modos de fallas encontrados en el proceso de fabricación del producto, se estimó el costo de la no calidad que estos generaban y el costo de la implementación de las mejoras para reducir estos costos y se trabajó una relación beneficio costo.

## **2.7. ASPECTOS ÉTICOS**

El investigador manejará los datos brindados por la empresa con total responsabilidad, respetando la imagen y política de la empresa. Además, se respetará la veracidad de los resultados y la propiedad intelectual de las fuentes.



# **III. RESULTADOS**

### 3.1. ANALIZAR LA CALIDAD EN EL PROCESO PRODUCTIVO

#### 3.1.1. Generalidades de la empresa

A&N Company S.A.C, identificada con el RUC 20481828016, es una industria metalmeccánica dedicada a brindar servicios especializados en la ejecución de diversos proyectos como fabricación, mantenimiento y reparación de estructuras metálicas del sector agroindustrial, minero, gas & oli. Con 9 años de experiencia en el mercado y 21 trabajadores en planilla, es una pequeña empresa ubicada en Mz. B Lt. 14 Sector Villa del Mar – Distrito de Huanchaco - Provincia de Trujillo – Región La Libertad. Tiene como principales productos de fabricación: Manifold, niples, tee, yee, bujes, reducciones, crucetas y gansos. Sus principales clientes son: Ipesa Hydro S.A, Camposol S.A, Netafim Perú S.A.C. y Naandan Jain Perú S.A.C.; vendiendo así al norte del país en las ciudades de: Chiclayo, Piura y Virú; y al sur del país, a la ciudad de Ica.

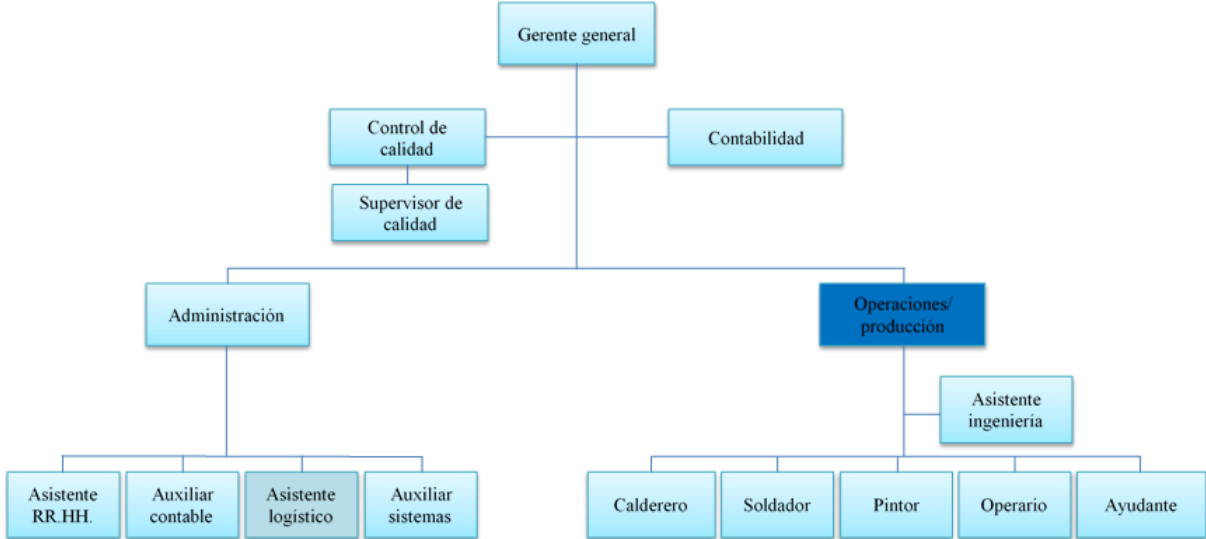


Figura 10: Organigrama A&N Company S.A.C, 2017  
Fuente: A&N Company S.A.C.

### 3.1.2. Diagrama de flujo del proceso

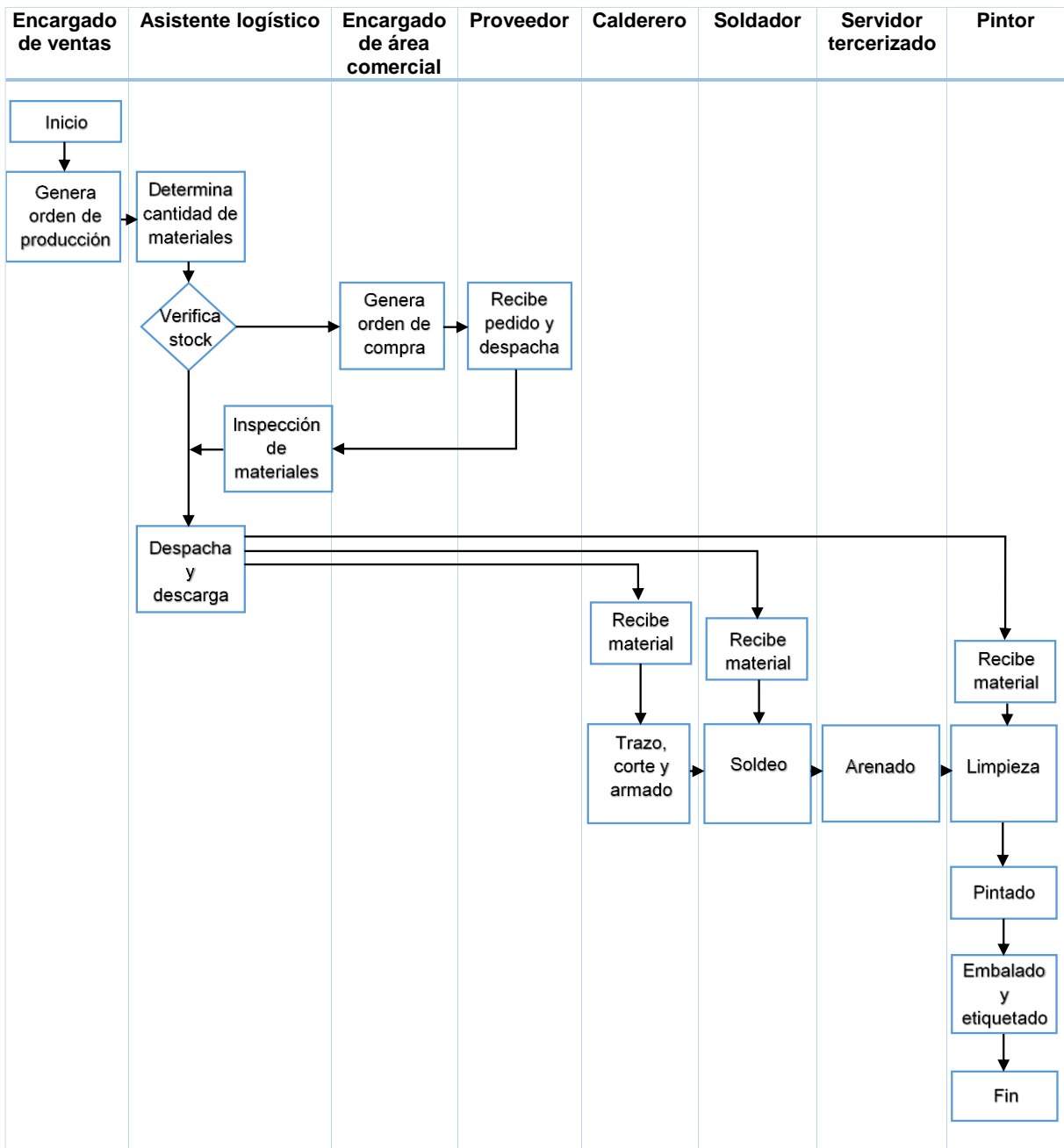


Figura 11: Diagrama de flujo del proceso - A&N Company S.A.C, 2017  
 Fuente: A&N Company S.A.C.

### **3.1.3. Descripción del proceso**

El proceso comienza con el requerimiento de material según la orden de producción. Se verifica si se cuenta con las cantidades solicitadas y se entrega el material al área de calderería; de lo contrario, se compra lo faltante y se inspecciona cuando se recibe el material, colocando el código de trazabilidad. Entregado el material, el calderero comienza a trazar las piezas de acuerdo a las dimensiones requeridas y corta el material. Luego comienza armar el producto. Armado el producto, pasa al área de soldeo donde se rellena las uniones formando un cordón de soldadura. Se manda el producto al arenado (proceso tercerizado) como parte de la limpieza y al regreso de esta, se procede a pintar el producto. Se embala y etiqueta el producto y queda listo para su despacho y transporte.

### **3.1.4. Listado de productos**

A&N Company tiene en su gama de producción los siguientes productos:

- Carrete FE
- Niple FE
- Tapa de brida con salida
- Curva FE
- Reducción bridada FE
- TEE FE
- Buje FE
- Cruz FE
- Unión de reparación
- Manifold FE
- Etc.

### 3.1.5. Estadística de no conformidades abril – agosto 2017.

- **No conformidades externas:**

*Tabla N°3: Productos rechazados por cliente A&N Company S.A.C, abril – agosto 2017.*

<b>PRODUCTO</b>	<b>CANTIDAD</b>
Carrete bridado FE	3
Niple	1
Tapa de brida con salida	2
Reducción bridada	3
Buje FE	5
Curva UF	1
TEE brida/UF	1
Unión de reparación	9
Curva brida/UF	1

*Fuente: A&N Company S.A.C, 2017*

- **No conformidades internas:**

*Tabla N°4: Productos rechazados dentro del proceso, A&N Company S.A.C, abril - agosto 2017.*

<b>PRODUCTO</b>	<b>CANTIDAD</b>
Buje FE	6
Carrete bridado FE	4
Curva bridada	1
Pie de soporte	1
TEE UF	1
Union de reparación	7

*Fuente: A&N Company S.A.C, 2017*

- **Pareto de no conformidades:**

*Tabla N° 5: Pareto de productos no conformes, A&N Company S.A.C, abril – agosto 2017*

<b>PRODUCTO</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>%</b>	<b>%ACUMULADO</b>
Unión de reparación	16	34.78%	34.78%
Buje FE	11	23.91%	58.70%
Carrete bridado FE	7	15.22%	73.91%
Reducción bridada	3	6.52%	80.43%
Tapa de brida con salida	2	4.35%	84.78%
Curva UF	1	2.17%	86.96%
Curva brida/UF	1	2.17%	89.13%
TEE UF	1	2.17%	91.30%
Pie de soporte	1	2.17%	93.48%
Niple	1	2.17%	95.65%
Curva bridada	1	2.17%	97.83%
TEE brida/UF	1	2.17%	100.00%

*Fuente: Tabla 3 y 4 productos rechazados, A&N Company S.A.C.*

**Interpretación:**

En la tabla N°5, se agrupo todas las no conformidades, tanto internas como externas, para determinar la cantidad total por producto durante el periodo abril – agosto, 2017. Asi como el porcentaje que representa cada una del total de no conformidades.

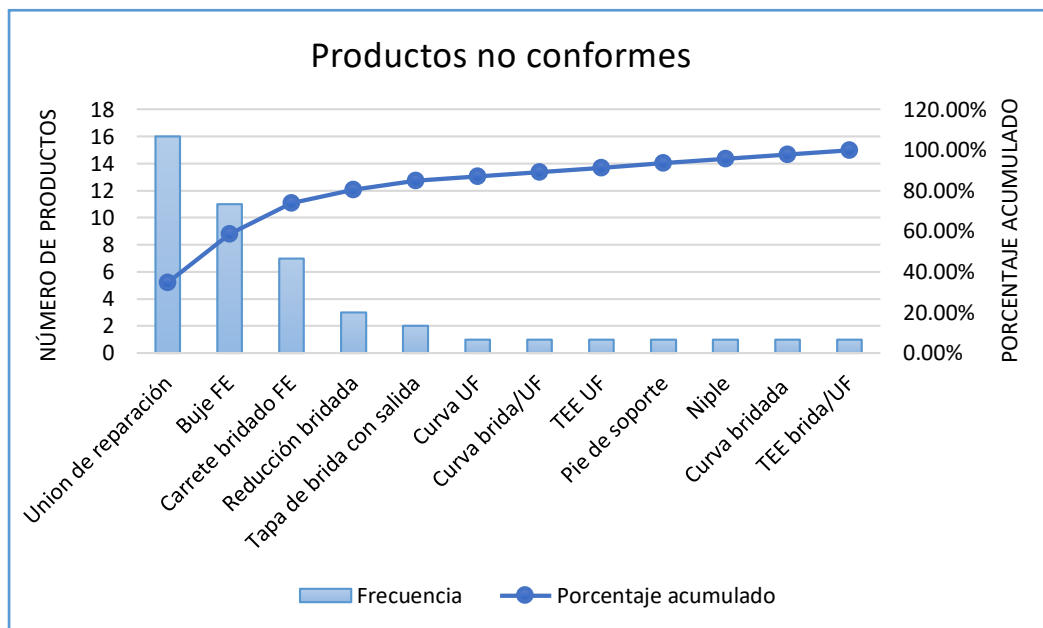


Figura 12: Diagrama de Pareto - A&N Company S.A.C, abril – agosto 2017.  
Fuente: Tabla N° 5: Pareto de productos no conformes A&N Company S.A.C.

### Interpretación:

En la figura 12, al realizar el análisis de Pareto de los productos no conformes de la empresa A&N Company S.A.C. en el periodo de abril – agosto 2017, se determinó que el 20% de los productos representan el 80% de las no conformidades (Tabla N° 5). Siendo este 20% representado por la unión de reparación, el buje y el carrete bridado FE. Sin embargo, por cuestiones de investigación se selecciono para trabajar el producto más crítico: la unión de reparación.

### 3.1.6. Características del producto más crítico

Tabla N° 7: Requerimientos del producto unión de reparación, A&N Company S.A.C, 2017.

#### REQUERIMIENTOS DEL PRODUCTO

Anillo de presión de 250 mm. en buen estado.

Embone con profundidad para anillo de 250 mm.

Canal de soldadura soldado desde la raíz.

Medidas de pieza: diámetro de 255 mm. y altura de 750 mm.

La pieza debe tener forma tubular.

La unión de la costura debe tener buen encaje.

Fuente: Tabla N°6: Resultados de entrevista sobre productos no conformes a expertos. A&N Company S.A.C.

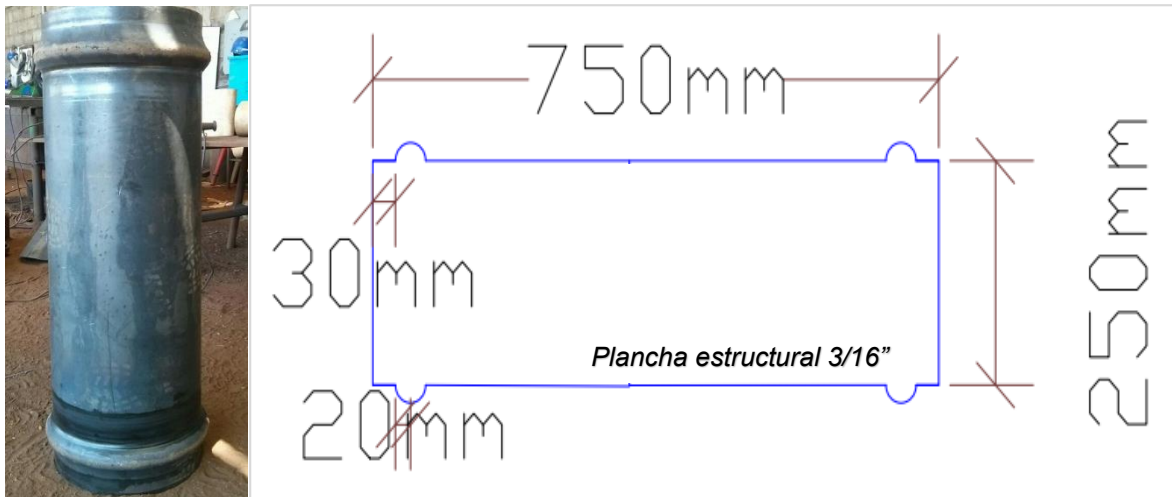


Figura 13: Diseño del producto unión de reparación - A&N Company S.A.C, 2017.

Fuente: A&N Company S.A.C.

### 3.1.7. Requerimiento del cliente del producto más crítico

Tabla N° 8: Requerimientos del cliente del producto unión de reparación, A&N Company S.A.C, 2017.

#### REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE

Que el anillo de presión este en condiciones óptimas

Que el embone este correctamente fabricado

Que la soldadura no presente porosidad

Que la pieza cumpla con las medidas

Que la estructura de la pieza este correctamente fabricada

Fuente: Reclamos de clientes, A&N Company S.A.C.



### 3.1.8. Descripción de los procesos productivos de los productos más críticos

#### 3.1.8.1. Diagrama de operaciones del producto: unión de reparación

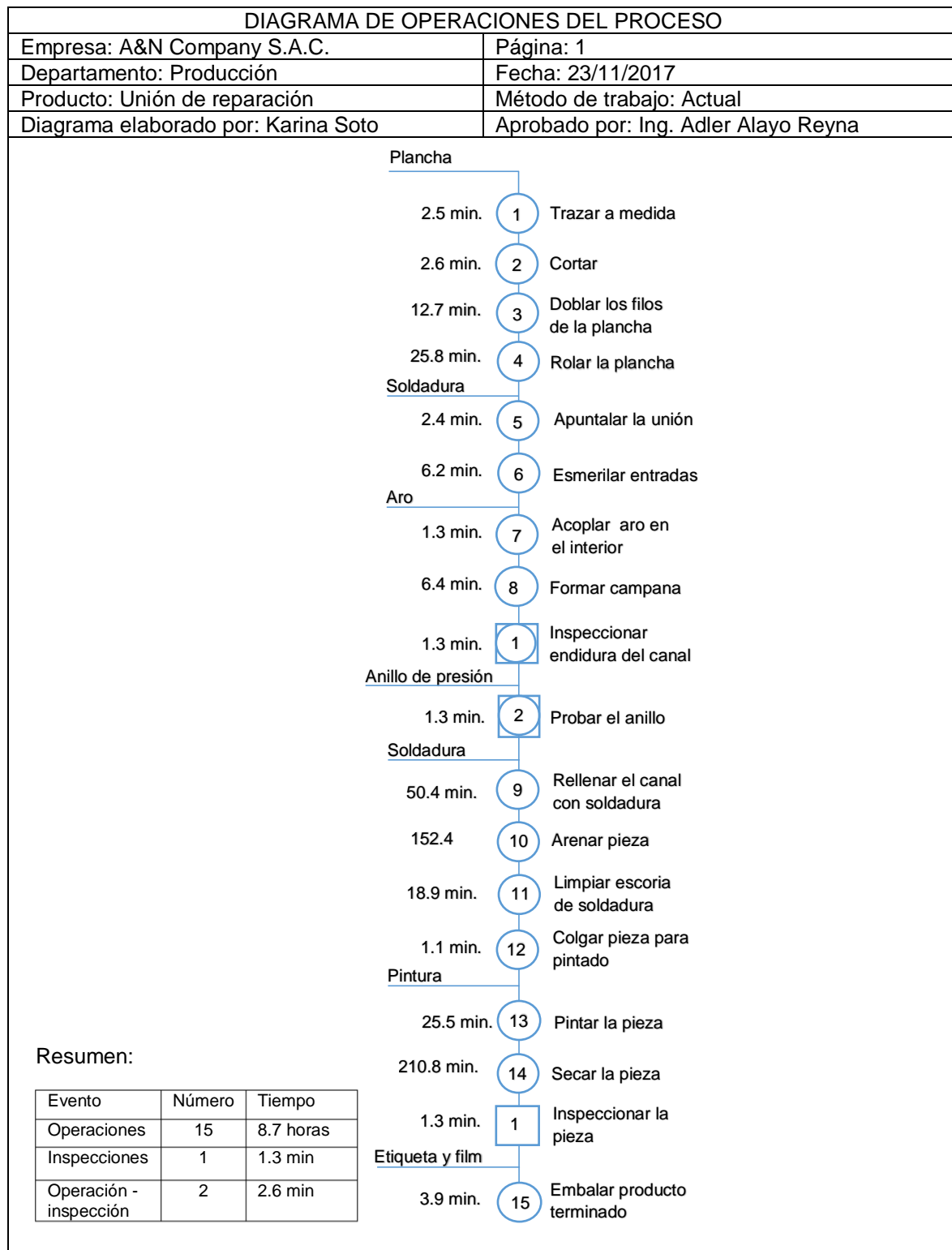


Figura 14: Diagrama de operaciones de la unión de reparación- A&N Company S.A.C, 2017.

Fuente: A&N Company S.A.C.

### 3.1.7.2. Determinación del tiempo estándar del producto: unión de reparación

Tabla N°9: Tiempo estándar de la unión de reparación, A&N Company S.A.C, 2017.

ACTIVIDAD	TIEMPOS OBSERVADOS			TIEMPO PROMEDIO	RITMO TRABAJO (Westinghouse)	TIEMPO NORMAL	SUPLEMENTOS (OIT)	TIEMPO ESTÁNDAR
	T1	T2	T3					
Trazar a medida	2.01	2	2.01	2.0	1.26	2.0	1.27	2.5
Cortar	2.05	2.04	2.04	2.0	1.26	2.0	1.27	2.6
Doblar los filos de la plancha	10.05	10.01	10.02	10.0	1.26	10.0	1.27	12.7
Rolar la plancha	20	21	20	20.3	1.26	20.3	1.27	25.8
Apuntalar la unión	2	1.59	2	1.9	1.26	1.9	1.27	2.4
Esmerilar entradas	5.01	4.59	5	4.9	1.26	4.9	1.27	6.2
Acoplar aro al interior	1	1.01	1	1.0	1.26	1.0	1.27	1.3
Formar campana	5.03	5.01	5	5.0	1.26	5.0	1.27	6.4
Inspeccionar endadura del canal	1	1.02	1	1.0	1.26	1.0	1.27	1.3
Probar el anillo	1	1.01	1	1.0	1.26	1.0	1.27	1.3
Rellenar el canal con soldadura	39	40	40.02	39.7	1.26	39.7	1.27	50.4
Arenar pieza	120	120	120	120.0	1.26	120.0	1.27	152.4
Limpiar escoria de soldadura	14.56	15.02	15.01	14.9	1.26	14.9	1.27	18.9
Colgar pieza para pintado	1.02	1	0.59	0.9	1.26	0.9	1.27	1.1
Pintar la pieza	20.05	20.1	20.13	20.1	1.26	20.1	1.27	25.5
Secar la pieza	168	166	164	166.0	1.26	166.0	1.27	210.8
Inspeccionar la pieza	1	1.03	1	1.0	1.26	1.0	1.27	1.3
Embalar producto terminado	3.06	3.05	3.03	3.0	1.26	3.0	1.27	3.9

Fuente: Figura 14: Diagrama de procesos operativos de la unión de reparación.

**Interpretación:**

Para determinar el tiempo estándar del proceso de fabricación de la unión de reparación se trabajó con una muestra de tres productos, pues la empresa trabaja por proyecto y en cada proyecto se tiene un máximo de seis productos por modelo. Para valorar el ritmo de trabajo, se utilizó el sistema de Westinghouse, dándole una calificación de +0.11 al factor habilidad, +0.13 al esfuerzo, +0.02 a las condiciones y 0.00 al factor consistencia. En el caso de los suplementos, se consideró algunos valores, como: una puntuación de 5 por necesidades personales, 4 por suplementos básicos por fatiga, 2 por trabajar de pie, 2 por postura anormal, 12 por levantamiento de fuerza y 2 por la tensión auditiva. Finalmente se determinó que el tiempo estándar del proceso es 8.8 horas (Figura 3 y 4 del anexo).

### 3.2. ANALIZAR LAS CAUSAS DE LAS NO CONFORMIDADES MÁS CRÍTICAS

#### 3.2.1. Identificar las fallas del producto (FAST)

Tabla N° 10: Afinidad de funciones de la fabricación de la unión de reparación, A&N Company S.A.C, 2017

FUNCIÓN PRINCIPAL	FUNCIÓN BÁSICA	FUNCIÓN SECUNDARIA	CANTIDAD DE RECLAMOS	%
Sellar roturas en tubo de PVC.	Evitar fugas	Proveer hermeticidad	0	0%
		Fabricar campana	9	56%
		Soldar sin porosidad	0	0%
	Facilitar mantenimiento	Cumplir dimensiones	2	13%
		Rolar plancha	5	31%

Fuente: Tabla N°6: Resultados de entrevista sobre productos no conformes a expertos. A&N Company S.A.C.

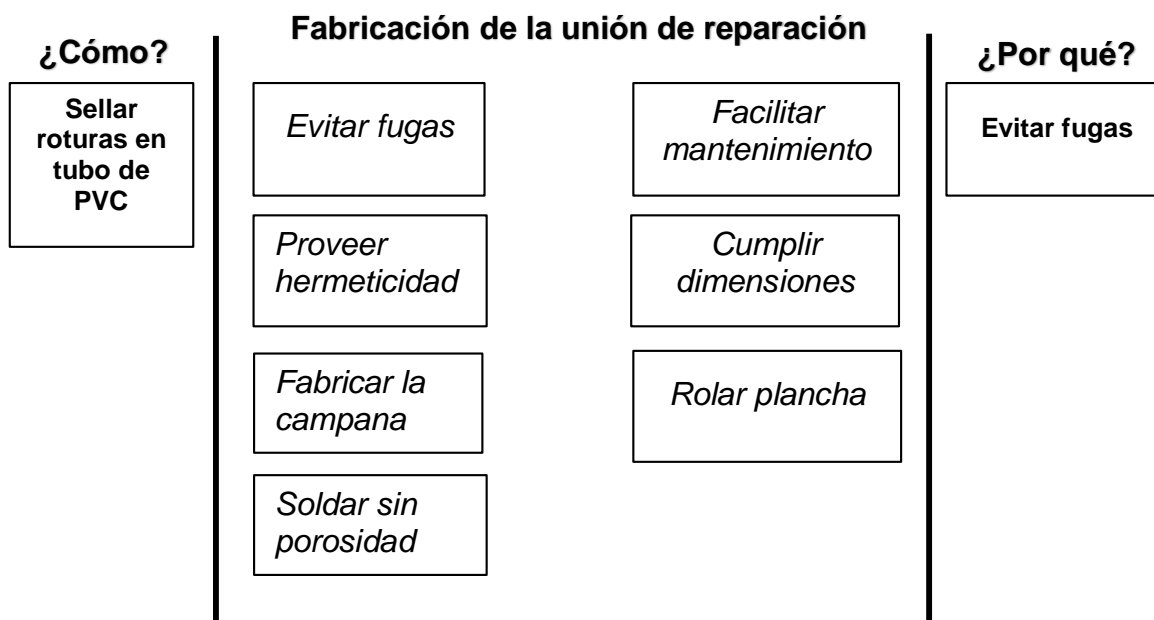


Figura 15: Diagrama Fast de la unión de reparación, A&N Company S.A.C, 2017.

Fuente: Tabla N° 9: Afinidad de funciones de la fabricación de la unión de reparación. A&N Company S.A.C.

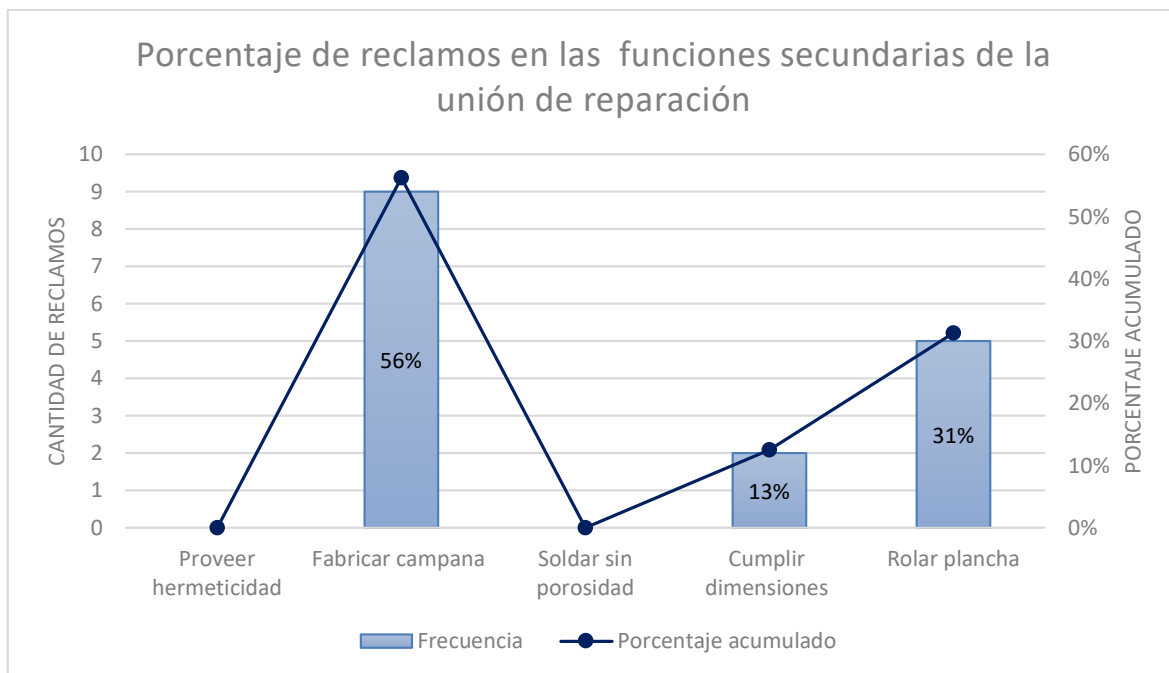


Figura 16: Porcentaje de reclamos de las funciones secundarias de la unión de reparación, A&N Company S.A.C, 2017.

Fuente: Tabla N° 9: Afinidad de funciones de la fabricación de la unión de reparación. A&N Company S.A.C.

**Interpretación:**

Desplegadas las funciones secundarias del producto, se ubicó de donde provenían las no conformidades, es decir que funciones están fallando, y se obtuvo los siguientes valores: El 56% de los reclamos de los clientes fueron por fallas en la fabricación de la campana, afectando la función básica del producto que es evitar fugas de fluido en el sistema, el 31% estaban referidas al rolado de la plancha, pues al no tener la forma óptima de circunferencia, el producto no se acopla a la tubería de pvc, impidiendo el mantenimiento del sistema; y el 13% de los reclamos tenían relación con el cumplimiento de las dimensiones del producto.

### 3.2.2. Relación entre FAST y requerimientos del cliente del producto más crítico

Tabla N° 11: Relación entre funciones secundarias (FAST) y requerimientos del cliente de la unión de reparación, A&N Company S.A.C, 2017.

<b>FUNCIÓN</b>	<b>%</b>	<b>REQUERIMIENTO DEL CLIENTE</b>
<b>SECUNDARIA</b>		
Proveer hermeticidad	0	Que el anillo de presión este en condiciones óptimas
Fabricar campana	56	Que el embone este correctamente fabricado
Soldar sin porosidad	0	Que la soldadura no presente porosidad
Cumplir dimensiones	13	Que la pieza cumpla con las medidas
Rolar plancha	31	Que la estructura de la pieza este correctamente fabricada

Fuente: Tabla N° 10: Afinidad de funciones de la unión de reparación y Tabla N° 8: Requerimientos del cliente del producto unión de reparación, A&N Company S.A.C.

#### **Interpretación:**

Se relacionó las frecuencia de las fallas producidas en las funciones secundarias del producto con los requerimientos del cliente para ver que estaba afectando. Esto sirvió como criterio para la ponderación de los requerimientos del cliente con los requerimientos del producto en la casa de la calidad.

### 3.2.3. AMEF ponderación

Tabla N° 12: Análisis del modo y efecto de la falla del proceso de armado de la unión de reparación, A&N Company S.A.C, 2017

A.M.E.F. de:		ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE LA FALLA						Responsable:	Investigador	Nombre:					
Proceso <input checked="" type="checkbox"/>	Diseño <input type="checkbox"/>	A.M.E.F. No:	1						Área:	armado	Karina Soto				
Proveedor (es) afectado (s):		Descripción	Nombre del proceso de fabricación:						Departamentos involucrados		Fecha: 10 /octubre/2017				
Buje FE y unión de reparación			Armado						Calidad.		Hoja 1 de 1				
Descripción del proceso	Función del proceso	Modo de la falla	Efecto de la falla	Causa de la falla	Situación actual				Acciones recomendadas	Responsable	Evaluación de mejoras				
					Acciones actuales	Ocurrencia	Severidad	Detección			NPR	Acciones adoptadas	Ocurrencia	Severidad	Detección
Armado	Rolar la plancha	Malformación de la circunferencia	Mala unión de la costura	Falla en el predoblado	-	6	8	10	480	Darle a la plancha a rolar un exceso de 1.5 cm más al largo para un mejor acabado	Investigador				
			Desencaje con la tubería	Máquina roladora no calibrada	Se golpea la plancha rolada para conseguir el radio esperado		6	8	9	432	Instalar un calibrador en ambos lados de la máquina	Investigador			

	Fabricar el embone	Falta o exceso de profundidad del embone	Anillo de presión sobresalido Desajuste con tubería de pvc	Ineficiente medidor de profundidad de canaleta	Medidor de profundidad con herramienta artesanal.	7	8	9	504	Implementación de una regla tope para calibrar la máquina campanera	Investigador					
	Fabricar el producto cumpliendo las medidas establecidas	Incumplimiento de las medidas establecidas del producto	Dificulta la instalación del sistema	Deficiente control del proceso de armado	No existen	5	8	9	360	Implementación un registro de inspección al terminar el proceso de armado del producto.	Investigador					
	Proporcionar hermeticidad al producto	Falla en la hermeticidad del producto	Fuja de fluido en la instalación	Anillo en malas condiciones	Control de calidad de anillos	1	1	1	1	-	-					
	Soldar la costura de la pieza	Presencia de porosidad en el canal de soldadura	Rotura de unión de reparación	Mal proceso de soldadura	Pruebas de soldadura	1	1	1	1	-	-					

Fuente: Tabla N° 10: Afinidad de funciones de la fabricación de la unión de reparación, A&N Company S.A.C.



**Interpretación:**

Se realizó un análisis de los posibles efectos y fallas de las funciones establecidas en el diagrama Fast y se valoró en base al porcentaje de fallas que presentaban. El proceso de fabricación del embone tiene una puntuación de 504, exigiendo mayor urgencia de desarrollo de acciones de mejora. Seguido a ello, están los procesos de predoblado y rolado de plancha que se encuentran relacionados entre sí. Y finalmente, se trabaja en la implementación de un control de dimensiones al finalizar el proceso de armado para asegurar el cumplimiento de las medidas.

### 3.2.4. Relación del AMEF y los requerimientos del producto más crítico

Tabla N° 13: Relación entre modo de falla (AMEF) y requerimientos del producto de la unión de reparación, A&N Company S.A.C, 2017.

MODO DE FALLA	NPR	REQUERIMIENTOS DEL PRODUCTO
Falla en la hermeticidad del producto	1	Anillo de presión en buen estado.
Falta o exceso de profundidad del embone	504	Embone con profundidad para anillo de 250 mm.
Presencia de porosidad en el canal de soldadura	1	Canal de soldadura soldado desde la raíz.
Incumplimiento de las medidas establecidas del producto	360	Medidas de pieza: diámetro de 255 mm y altura de 750 mm.
Mal formación de la circunferencia	432	La pieza debe tener forma tubular.
	480	La unión de la costura debe tener buen encaje.

Fuente: Tabla N° 12: Análisis del modo y efecto de la falla del proceso de armado de la unión de reparación y tabla N° 7: Requerimientos del producto unión de reparación, A&N Company S.A.C.

#### Interpretación:

Se relacionó los modo de falla del proceso productivo del producto con los requerimientos del producto para ver que estaba afectando. Esto sirvió como criterio para la ponderación de los requerimientos del cliente con los requerimientos del producto en la casa de la calidad.

### 3.2.5. Relación entre los requerimientos del cliente y los requerimientos del producto

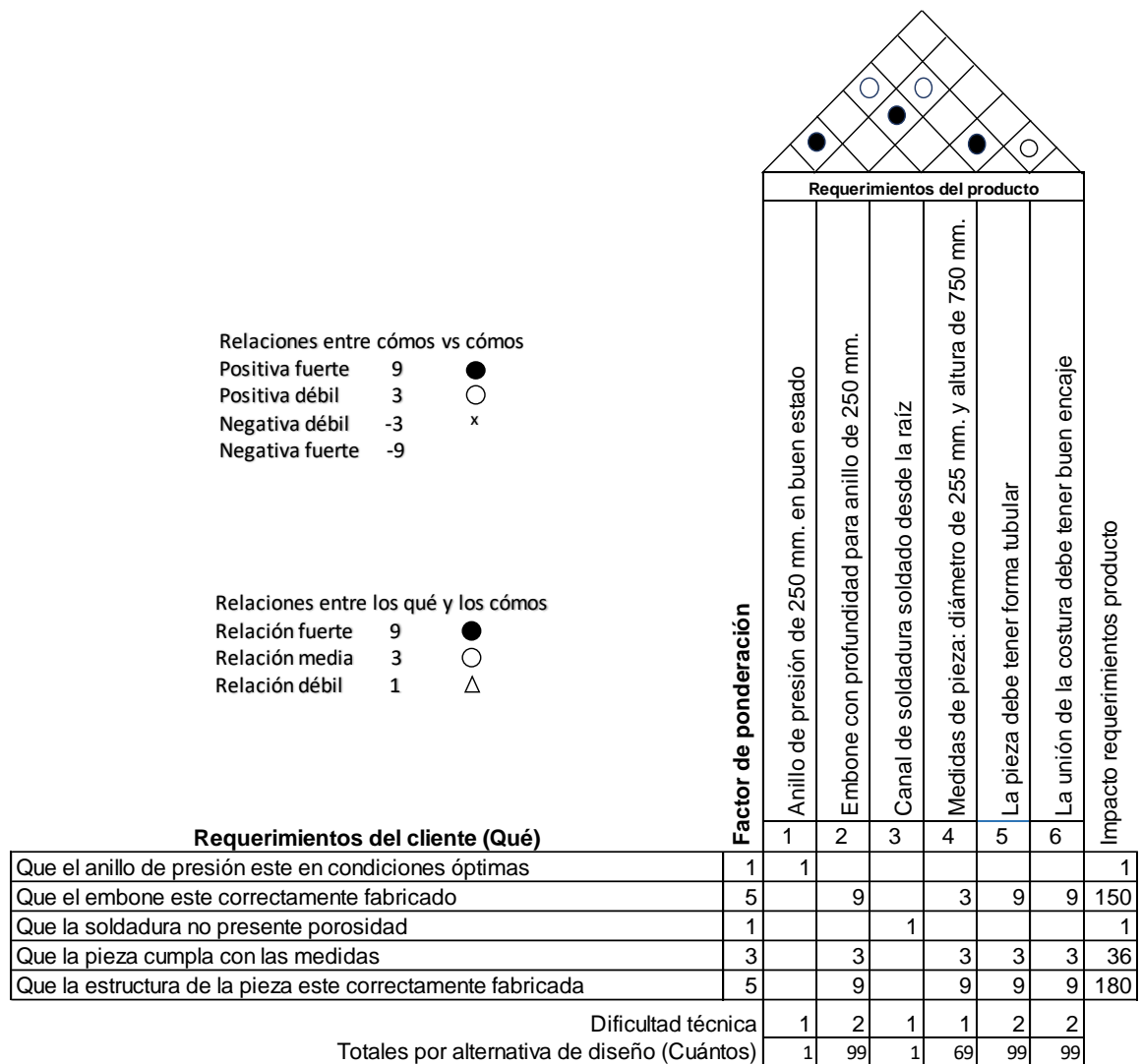


Figura 17: Casa de la calidad, A&N Company S.A.C, 2017.

Fuente: Tabla N° 7: Requerimientos del producto y Tabla N° 8: Requerimientos del cliente del producto unión de reparación, A&N Company S.A.C.

#### Interpretación:

Al relacionar los requerimientos del cliente con los requerimientos del producto se observa que existe una relación fuerte para la mejora de la fabricación del embone para un anillo de presión de 250 mm, manteniendo la forma tubular de la pieza, y buen encaje de la unión de la costura, todos ellos con una puntuación de 99. Así mismo, se debe trabajar el control de las medidas de la pieza, que arrojo una puntuación de 69.

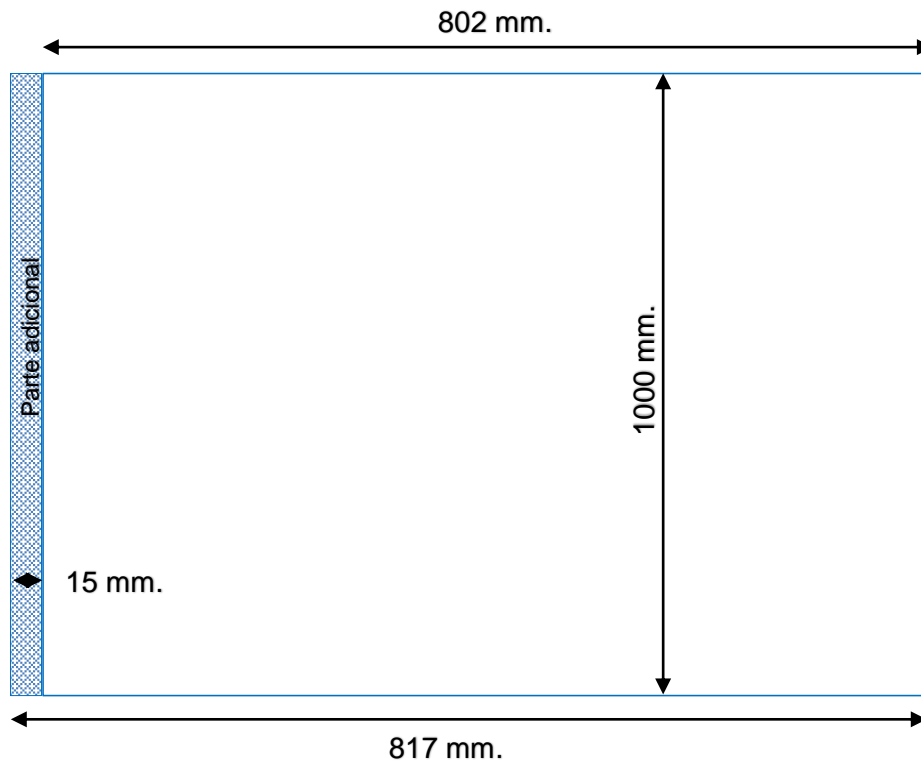
### 3.3. PROPONER MEJORAS EN LOS PROCESOS QUE GENEREN LOS PRODUCTOS NO CONFORMES MÁS RECURRENTES

#### Mala formación de la circunferencia



*Figura 18: Mal formación de la circunferencia de la unión de reparación, A&N Company S.A.C, 2017.  
Fuente: Área de armado, A&N Company S.A.C.*

Propuesta de mejora: De acuerdo al análisis AMEF (Tabla N°12) se debe dar a la plancha a rolar un exceso de 1.5 cm más al largo para un mejor acabado.



*Figura 19: Perímetro propuesto para la plancha que forma la estructura de la unión de reparación, A&N Company S.A.C, 2017.  
Fuente: Elaboración propia.*

### **Interpretación:**

Este exceso en el largo de la plancha permite cortar los filos excedentes que mantienen su forma plana después del proceso de predoblado y afectan el acabado del rolado de la plancha.

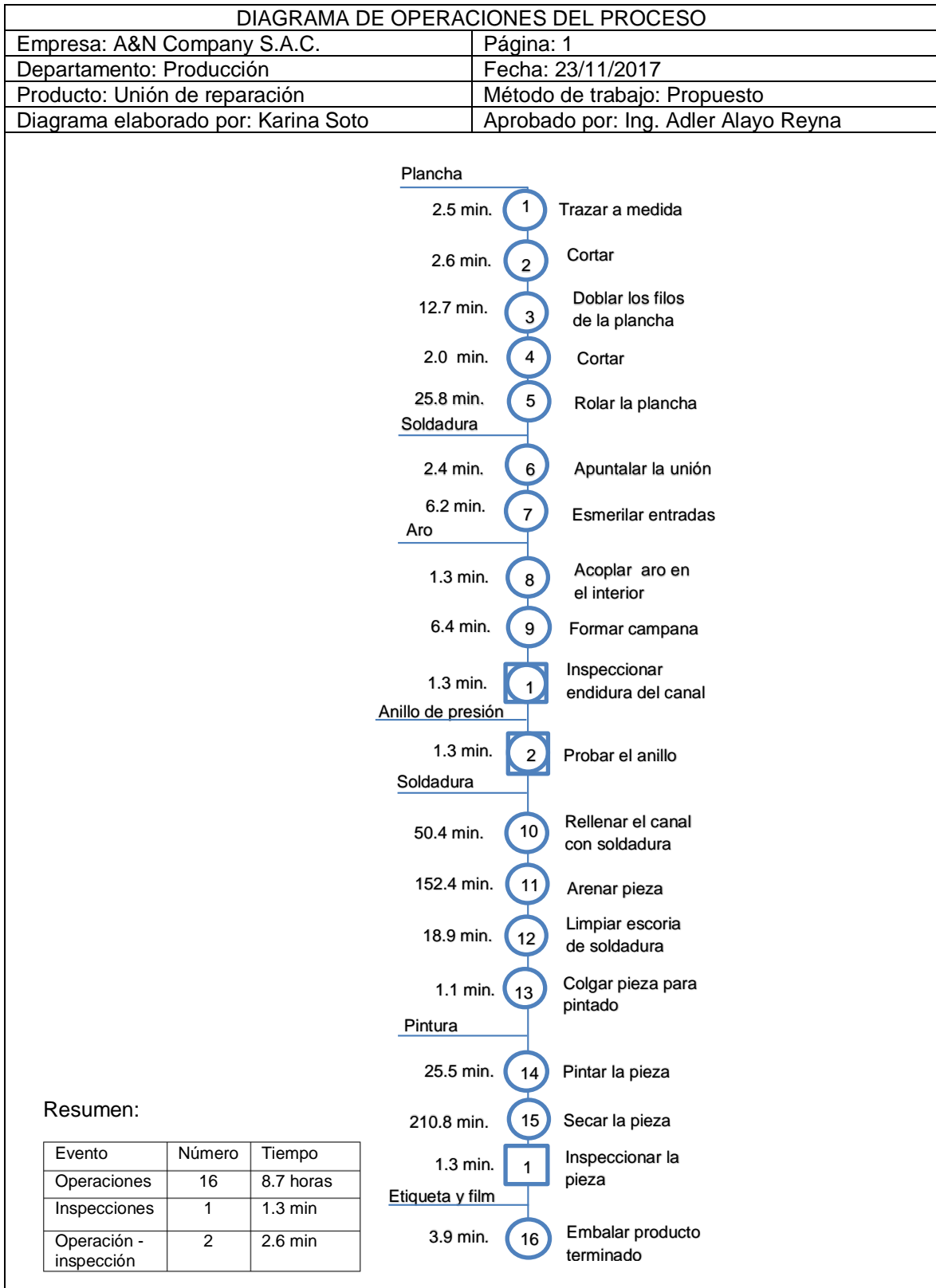


Figura 20: Diagrama de operaciones propuesto de la unión de reparación- A&N Company S.A.C, 2017.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 21: Máquina roladora utilizada para la formación tubular de la unión de reparación, A&N Company S.A.C, 2017.  
Fuente: Área de armado, A&N Company S.A.C.

Propuesta de mejora: Instalar un calibrador en ambos lados de la máquina roladora.

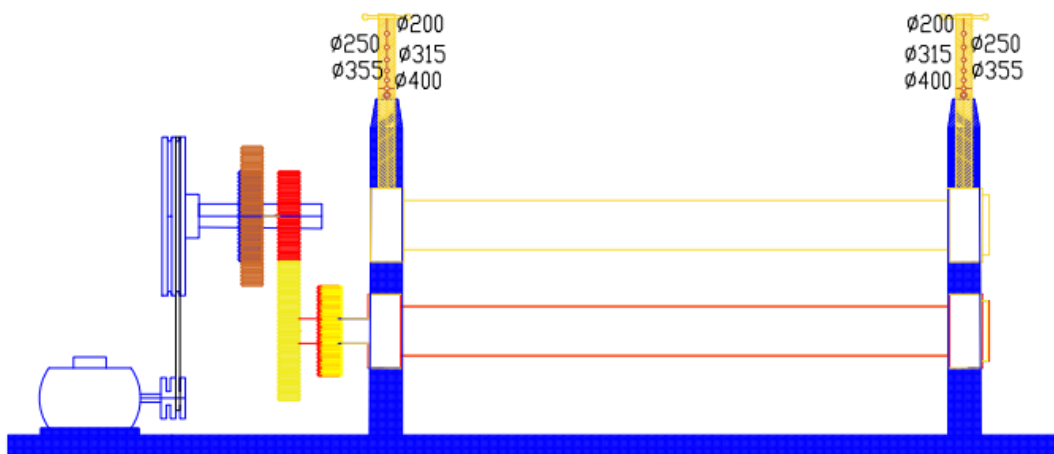


Figura 22: Diseño propuesto para la máquina roladora con la implementación de las reglas calibradoras en ambos lados de la máquina, A&N Company S.A.C, 2017.  
Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación:

En la actualidad, el operario controla los tornillos sin fin que regulan los rodillos de la máquina contando el número de vueltas que le da en ambos lados, sin embargo, al implementar reglas para la calibración de los tornillos en ambos lados, se espera tener una mejor eficiencia en la formación tubular de la plancha.

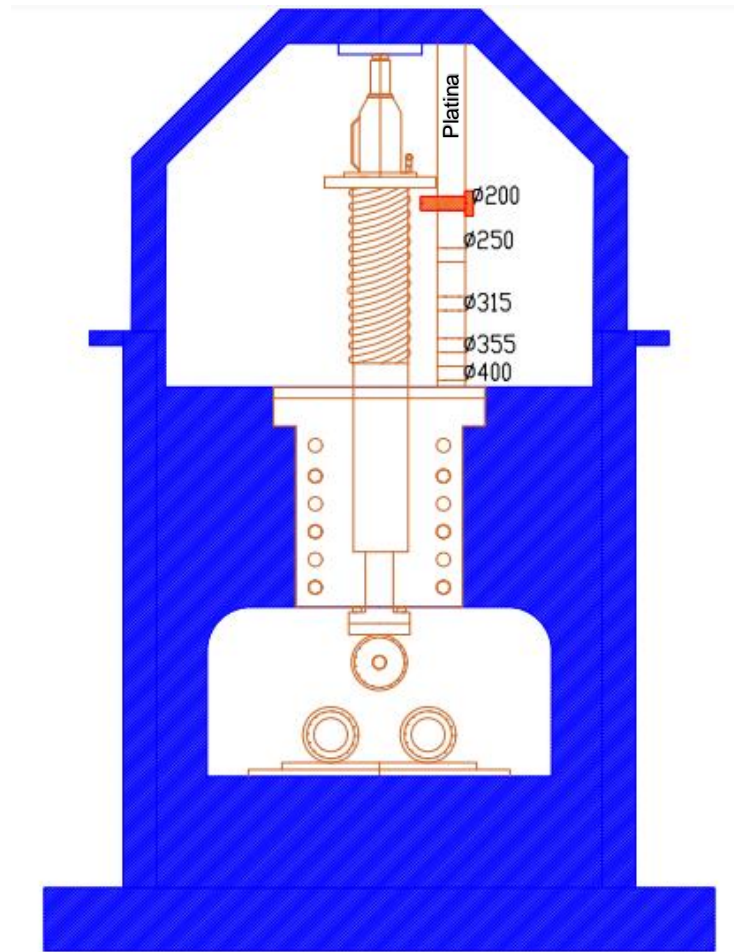
**Falta o exceso de profundidad del embone**



Figura 23: Máquina campanera utilizada para la fabricación de la campana de la unión de reparación, A&N Company S.A.C, 2017.  
Fuente: Área de armado, A&N Company S.A.C.



Propuesta de mejora: Implementar una regla tope para calibrar la máquina campanera.



*Figura 24: Diseño propuesto para la máquina campanera con la implementación de una regla tope, A&N Company S.A.C, 2017.  
Fuente: Elaboración propia.*

**Interpretación:**

En la actualidad, el operario maneja la gata para ejercer presión sobre los rodillos que formaran la campana, pero no tiene una herramienta adecuada que le permita controlar hasta donde debe bajar para obtener la medida deseada de la campana. Ante ello, se propone la implementación de una regla tope que sirva de guía al operario al momento de maniobrar la gata de acuerdo a la profundidad requerida para la campana.

## Incumplimiento de las medidas establecidas del producto

Propuesta de mejora: Implementar un registro de inspección al terminar el proceso de armado del producto.

---

<b>FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD</b>	
<b>PROCESO DE ARMADO</b>	

---

Supervisor: .....

Fecha: .....

OP: .....

N°	Código de producto	Diámetro	Altura	Ajuste de anillo a campana	Observaciones
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

Medidas establecidas			
Producto	Diámetro	Altura	Campana para anillo
Unión de reparación	255 mm	750 mm	250 mm

Firma de responsable

---

*Figura 25: Propuesta de formato de control de calidad para el producto unión de reparación, A&N Company S.A.C, 2017.  
Fuente: Elaboración propia.*

### **Interpretación:**

La empresa realiza la inspección del producto cuando esta terminado, justo antes de embalarlo. Pero la propuesta busca realizar una inspección de dimensiones al finalizar el proceso de armado, pues es el momento ideal para realizar las correcciones si se diera el caso, evitando desperdicios de tiempo, materiales y transporte.

### 3.4. ESTIMAR EL COSTO BENEFICIO DE LAS MEJORAS PROPUESTAS

#### 3.4.1 Costos de no calidad

Tabla N°14: Costo de imagen por no conformidades de la unión de reparación en el periodo abril - agosto, A&N Company S.A.C, 2017

<b>DATOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO (S/.)</b>	<b>TOTAL (S/.)</b>
Productos no conformes devueltos por clientes	9	789.9	7109.1
% de costo de imagen	1.25	789.9	987.375
		<b>Total</b>	<b>8096.475</b>

Fuente: Tabla N° 3: Productos rechazados por el cliente, A&N Company S.A.C.

Tabla N°15: Gasto de reproceso por no conformidades de la unión de reparación en el periodo abril - agosto, A&N Company S.A.C, 2017

<b>DATOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO (S/.)</b>	<b>TOTAL (S/.)</b>
Mano de obra	7	10.00	70.00
Energía	7	2.00	14.00
Materiales	7	50.00	350.00
Proceso tercerizado	7	21.00	147.00
		<b>Total</b>	<b>581.00</b>

Fuente: Tabla N° 4: Productos rechazados dentro del proceso, A&N Company S.A.C.

Tabla N°16: Gasto por diagnóstico de no conformidades de la unión de reparación en el periodo abril - agosto, A&N Company S.A.C, 2017

<b>DATOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO (S/.)</b>	<b>TOTAL (S/.)</b>
Tarifa por tiempo trabajado en la inspección	7	0.23	<b>1.58</b>

Fuente: Tabla N° 4: Productos rechazados dentro del proceso, A&N Company S.A.C.

Tabla N°17: Gasto por reinspección de no conformidades de la unión de reparación en el periodo abril - agosto, A&N Company S.A.C, 2017

<b>DATOS</b>			
Costo H/H		10.4	S/.
Tiempo de inspección por producto		10	min.
<b>DATOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO (S/.)</b>	<b>TOTAL (S/.)</b>
Mano de obra	7	1.73	12.11
Materiales utilizados en la reinspección	7	6.00	42.00
		<b>Total</b>	<b>54.11</b>

Fuente: Tabla N° 4: Productos rechazados dentro del proceso, A&N Company S.A.C.

Tabla N°18: Gasto por reposición o cambio de la unión de reparación en el periodo abril - agosto, A&N Company S.A.C, 2017

<b>DATOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO (S/.)</b>	<b>TOTAL (S/.)</b>
N° de productos repuestos	9	789.9	7109.1
Gasto de transporte por producto	9	20	180
		<b>Total</b>	<b>7289.1</b>

Fuente: Tabla N° 3: Productos rechazados por el cliente, A&N Company S.A.C.

Tabla N°19: Gasto por concesiones o descuentos de la unión de reparación en el periodo abril - agosto, A&N Company S.A.C, 2017

<b>DATOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO (S/.)</b>	<b>TOTAL (S/.)</b>
Precio inicial del producto	9	789.9	7109.1
Precio final con descuento	9	473.94	4265.46
		<b>Total</b>	<b>2843.64</b>

Fuente: Tabla N° 3: Productos rechazados por el cliente, A&N Company S.A.C.

Tabla N°20: Gasto por devolución de la unión de reparación en el periodo abril - agosto, A&N Company S.A.C, 2017

<b>DATOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO (S/.)</b>	<b>TOTAL (S/.)</b>
N° de productos devuelto	9	789.9	7109.1
Gasto de transporte por producto	9	20	180
		<b>Total</b>	<b>7289.1</b>

Fuente: Tabla N° 3: Productos rechazados por el cliente, A&N Company S.A.C.

Tabla N°21: Resumen de los costos de no calidad de la unión de reparación en el periodo abril - agosto, A&N Company S.A.C, 2017

<b>COSTOS DE NO CALIDAD</b>	
	Costo (S/.)
Fallas internas	
Gastos por reproceso	581.00
Gastos por diagnósticos de no conformidades	1.58
Gastos de las reinspecciones	54.11
Sub total	636.69
Fallas externas	
Gastos por reposiciones o cambios	7289.10
Gastos por concesiones o descuentos	2843.64
Gastos por devoluciones	7289.10
Sub total	17421.84
Costo de imagen	
Costo de imagen	8096.48

Fuente: Desde tabla N° 14 hasta tabla N° 20 de costos de no calidad de la unión de reparación, A&N Company S.A.C.

### 3.4.2 Costos de implementación de propuesta

Tabla N°22: Costo de implementación de exceso de 15 mm. al largo de la plancha que forma la estructura de la unión de reparación en el periodo abril - agosto, A&N Company S.A.C, 2017

DATOS	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	TOTAL (S/.)
Plancha de acero 3/16" x 15 mm.	80	2.62	209.60
Mano de obra	80	0.33	26.67
Energía	80	1.00	80.00
Total			316.27

Fuente: Figura 19: Perímetro propuesto para la plancha que forma la estructura de la unión de reparación, A&N Company S.A.C

Tabla N°23: Costo de instalar calibradores en ambos lados de la máquina roladora, A&N Company S.A.C, 2017

DATOS	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	TOTAL (S/.)
Pernos 5/8" x 3"	10	1.50	15.00
Mano de obra	1	40.00	40.00
<b>Total</b>			<b>55.00</b>

Fuente: Figura 21: Diseño propuesto para la máquina roladora con la implementación de las reglas calibradoras en ambos lados de la máquina, A&N Company S.A.C.

Tabla N°24: Costo de instalar una regla tope para calibrar la máquina campanera, A&N Company S.A.C, 2017

DATOS	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	TOTAL (S/.)
Pernos 1/2" x 3"	5	1.50	7.50
Platina 3/8" x 3" x 70 cm.	1	13.40	13.40
Mano de obra	1	40.00	40.00
		<b>Total</b>	<b>60.90</b>

Fuente: Figura 23: Diseño propuesto para la máquina campanera con la implementación de una regla tope, A&N Company S.A.C.

Tabla N°25: Costo de implementar un registro de inspección al finalizar el proceso de armado de la unión de reparación en el periodo abril - agosto, A&N Company S.A.C, 2017

DATOS	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	TOTAL (S/.)
Costo de inspección	80	0.52	41.60
Documentación	80	0.10	8.00
		<b>Total</b>	<b>49.60</b>

Fuente: Figura 24: Propuesta de formato de control de calidad para el producto unión de reparación, A&N Company S.A.C.

### 3.4.3 Relación beneficio costo de la propuesta

$$B/C = \frac{\text{Costo de fallas internas} + \text{costo de fallas externas} + \text{costo de imagen}}{\text{Costo de implementación de mejoras}}$$

$$B/C = \frac{636.69 + 17421.84 + 8096.48}{316.27 + 55.00 + 60.90 + 49.60}$$

$$B/C = \frac{\text{Ahorro de los costos de no calidad}}{\text{Costo de implementación de mejoras}}$$

$$B/C = \frac{26155.01}{481.77}$$

$$B/C = 54.29$$

#### Interpretación:

La relación beneficio costo nos dice que, por cada S/. 1.00 invertido en la implementación de las mejoras para el proceso de fabricación de la unión de reparación, se estará ahorrando S/. 53.29 de los costos de no calidad.

# **IV. DISCUSIONES**

Al analizar la calidad en el proceso productivo se observó que en la empresa A&N Company S.A.C, se determinó que existe diversos productos que presentan no conformidades, siendo el producto que presenta mayor número de no conformidades la unión de reparación (34.78%), decidiéndose trabajar en la mejora de su proceso productivo. La existencia de fallas en el proceso productivo corrobora lo señalado por Urtecho (2015) en su investigación “Gestión de calidad y su relación con la competitividad de las pymes metalmecánicas de la provincia de Trujillo – La Libertad, 2015”, donde solo el 19% de ellas cuentan con una buena gestión de calidad y el 81% con una gestión regular.

Al analizar las causas de las no conformidades más críticas se determinó que las no conformidades de la unión de reparación estaban relacionadas con las fallas de las funciones secundarias del proceso productivo, resaltando la fabricación de la campana (56%), rolar la plancha (31%) y cumplir las dimensiones de la pieza (13%); afectando a los requerimientos del cliente. Así mismo, al realizar el análisis de modo y efecto de fallas, del total de procesos analizados el 66% de ellos exigen tomar acciones de mejora pues tuvieron un NPR mayor a 100. De la misma forma, Barrera Joel, Julián Héctor y Manríquez Mariana (2006) en su investigación encontraron que el 11% de sus procesos evaluados requerían acciones correctivas pues también tuvieron un NPR mayor a 100, que era la base de su evaluación. Para esta investigación se utilizó el análisis de Pareto, el diagrama FAST, el análisis de modos y efectos de fallas AMEF y la casa de la calidad, mientras ellos usaron el diagrama de Pareto, diagrama causa – efecto y la matriz AMEF. Y aunque se usaron herramientas parecidas, se recomienda trabajar también con el diagrama FAST y la casa de la calidad porque son herramientas de calidad que te permiten relacionar las funciones del producto en estudio con los requerimientos del cliente y el producto.

Se detalló las propuestas de mejora para los procesos que generan los productos no conformes más recurrentes, mostrando la situación actual y la mejora planteada. Estas propuestas juegan un rol importante en la mejora de la gestión de la calidad pues como Izaguirre (2016) concluyó en su investigación, las implementaciones de mejoras reducen un 40% los costos por fallas de producto.



Esto corrobora lo señalado por Miranda Francisco, Chamorro Antonio y Rubio Sergio (2007) cuando dice que corrigiendo las fallas no conformidades se reduce los costos de no conformidad, ya que existe una relación directa entre la calidad y los costos de no conformidad.

Finalmente, al calcular los costos de no calidad, que incluyeron las fallas internas, externas y el costo de imagen, se determinó que estos ascienden a S/. 26155.01. Mientras que los costos de implementar las mejoras sumaban solo S/. 375.10. Teniendo un B/C de S/. 54.29. Así como Ormachea (2017), que en su propuesta de implementación del sistema de gestión de calidad en la industria pesquera obtuvo un beneficio / costo de S/. 1.97. Ambos casos comprueban una vez más la relación que existe entre la mejora de la calidad y la disminución de los costos de no conformidad.

# **V. CONCLUSIONES**

Al desarrollar la investigación se encontró que la empresa presenta una variedad de productos no conformes, resaltando entre ellos la unión de reparación (34.78%), los cuales generan costos de no calidad, perjudicando económicamente a la empresa y su imagen frente al cliente.

Las no conformidades que presentaba la unión de reparación estaban relacionadas con las funciones secundarias del proceso productivo del producto, y eran detectadas al finalizar el proceso o en ciertos casos cuando el producto ya había sido entregado al cliente. Por ello, tras la investigación se ubicaron estos procesos para proponer acciones de mejora que contrarrestaran esta situación.

Se plantearon por propuestas de mejoras: un nuevo perímetro para la plancha que forma la estructura de la unión de reparación, implementación de un calibrador en ambos lados de la máquina roladora, implementación de una regla tope para calibrar la máquina campanera e implementación de un registro de inspección al terminar el proceso de armado del producto, con lo cual se espera eliminar o disminuir los costos de no conformidad.

Las propuestas de mejora arrojan un beneficio / costo de S/. 54.29, lo cual indica que es viable y rentable la propuesta pues por cada S/. 1.00 invertido se recupera S/. 53.29.

# **VI. RECOMENDACIONES**

En esta investigación se seleccionó un producto de los tres que conformaban las no conformidades más recurrentes, por lo cual se recomienda continuar con la evaluación de las no conformidades para estos productos que pueden también representar un costo innecesario para la empresa.

Así mismo, se combinaron herramientas de calidad poco trabajadas por los investigadores; pero que tienen un excelente resultado pues relacionan claramente los resultados de la investigación y le dan al investigador un panorama más claro de sus resultados.

Por otro lado, se agradece a las empresas facilitar la información para que los investigadores puedan corroborar sus conocimientos teóricos y planteen estrategias de mejora que beneficien a las empresas, sus clientes y al mismo investigador, por poder proponer soluciones a los problemas encontrados.

Finalmente, se sugiere a los futuros investigadores mantener una actitud de análisis, compromiso y orden durante el desarrollo de su investigación pues esto les permite comprender el objetivo de su investigación y formar la cultura de la mejora constante en su vida profesional.

# **VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALCALDE, Pablo. Calidad. Madrid. Paraninfo. 2010. 260 p. ISBN 9788497328043.

ALVAREZ, Carlos, CAMACHO, Doriam, GAMBOA, Ramiro. Costos de la no calidad en la empresa Inferhuila S.A. Tesis (Maestría en Gestión de la calidad, prevención y medio ambiente). Viña del Mar: Universidad Viña del Mar, 2010. 102 p.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD. AEC – No conformidad. [en línea]. 2017. [fecha de consulta: 30 mayo 2017]. Disponible en: <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/no-conformidad>.

BARRERA, Joel, JULIÁN, Héctor y MANRÍQUEZ, Mariana. Aplicación del AMEF para detección de fallas en cristales para autos. Tesis (Bachiller en Ingeniería Industrial). México, D.F: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, 2006. 107 p.

BESTERFIELD, Dale H. Control de calidad. 8va. ed. México. Pearson Educación. 2009. 552 P. ISBN 9786074421217.

CAMISÓN, César, CRUZ, Sonia y GÓNZALEZ, Tomás. Gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas. Madrid. Pearson Educación. 2006. 1464 p. ISBN 8420542628.

CARRO, Roberto y GONZÁLEZ, Daniel. Administración de la calidad total - Nulan. [en línea]. 2012. [fecha de consulta: 21 mayo 2017]. Disponible en: [http://nulan.mdp.edu.ar/1614/1/09\\_administracion\\_calidad.pdf](http://nulan.mdp.edu.ar/1614/1/09_administracion_calidad.pdf).

DEFINICIÓN.ORG. Definición de defecto. [en línea]. 2017. [fecha de consulta: 30 mayo 2017]. Disponible en: <http://www.definicion.org/defecto>.

EL COMERCIO. Facebook: El 74% de pymes peruanas confía en crecer el 2017. [en línea]. 2017. [fecha de consulta: 8 mayo 2017]. Disponible en: <http://elcomercio.pe/economia/negocios/facebook-74-pymes-peruanas-confia-crecer-2017-163236>.

GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad total y productividad. 3ra. Ed. México. McGraw-Hill. 2010. 736 p. ISBN 9786071503152.

HERNÁNDEZ, Domingo. Competitividad empresarial • GestioPolis. [en línea]. 2016. [fecha de consulta: 9 mayo 2017]. Disponible en: <https://www.gestiopolis.com/competitividad-empresarial/>.

INFANTES, Carol. Diseño de un sistema de control de calidad en la línea de producción de buzos escolares para reducir el número de productos no conformes en una empresa de confecciones. Tesis (Bachiller en Ingeniería Industrial). Perú, Trujillo: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2014. 104 p.

IZAGUIRRE, Javier. Aplicación de herramientas de calidad en una fábrica de refrigeradoras para reducir fallos en el producto final. Tesis (Bachiller en Ingeniería Industrial). Perú, Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial, 2016. 72 p.

MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN. Ministro Bruno Giuffra: PRODUCE organiza el primer PROMOMYPE para generar nuevas oportunidades de negocios a las microempresas. [en línea]. 2017. [fecha de consulta: 8 mayo 2017]. Disponible en: <http://www.produce.gob.pe/index.php/k2/noticias/item/383-ministro-bruno-giuffra-produce-organiza-el-primer-promomype-para-generar-nuevas-oportunidades-de-negocios-a-las-microempresas>.

MIRANDA, Francisco, CHAMORRO, Antonio y RUBIO, Sergio. Introducción a la gestión de la calidad. 1ra ed. Madrid. Delta. 2007. 258 p. ISBN 8496477649.

NIEBEL, Benjamín y FREIVALDS, Andris. Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo. 12va ed. México. Mc Graw Hill. 2009. 736 p. ISBN 9789701069622.

ORMACHEA, Fernando. Propuesta de implementación del sistema de gestión de calidad en una industria pesquera según la norma ISO 9001:2015. Tesis (Bachiller en Ingeniería Industrial). Perú, Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2017. 118 p.

RAMÍREZ, Walter. COSTO DE LA NO CALIDAD - Inacal Portal. [en línea]. 2017. [fecha de consulta: 14 mayo 2017]. Disponible en: <http://www.inacal.gob.pe/principal/noticia/lanocalidad>.



RPP NOTICIAS. Solo el 1% de empresas en Perú cuenta con sistemas de gestión de calidad. [en línea]. 2016. [fecha de consulta: 7 mayo 2017]. Disponible en: <http://rpp.pe/campanas/branded-content/solo-el-1-de-empresas-en-peru-cuenta-con-sistemas-de-gestion-de-calidad-noticia-977089>.

URTECHO, Jenny. Gestión de calidad y su relación con la competitividad de las pymes metalmecánicas de la provincia de Trujillo-La Libertad. Tesis (Bachiller en Ingeniería Industrial). Perú, Trujillo: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2015.

VELASCO, Juan. Gestión de la calidad. 2da ed. Madrid. Pirámide. 2010. 272 p. ISBN 9788436823622.

# **ANEXOS**

# **A. ANEXO DE TABLAS**

Tabla N° 2: Registro de productos no conformes de la empresa A&N Company S.A.C, 2017.

<b>Hoja de recogida de datos</b>			
Producto	No conformidades externas	No conformidades internas	Total
Carrete bridado FE	3	4	7
Niple	1	0	1
Tapa de brida con salida	2	0	2
Reducción bridada	3	0	3
Buje FE	5	6	11
Curva UF	1	0	1
TEE brida/UF	1	0	1
Unión de reparación	9	7	16
Curva brida/UF	1	0	1
Curva bridada	0	1	1
Pie de soporte	0	1	1
TEE UF	0	1	1
Total	26	20	46

Fuente: Archivos de reclamos de clientes, A&N Company S.A.C.

Tabla N°6: Resultados de entrevista sobre productos no conformes a expertos, A&N Company S.A.C, 2017.

<b>Pregunta 1:</b>	<b>¿Cuál es la función fundamental del siguiente producto: unión de reparación?</b>
<b>Jefe calidad</b>	<i>para reparar tubería de PVC en caso de rotura, fuga.</i>
<b>Jefe producción</b>	<i>unir tubería de PVC en caso de corte por rotura.</i>
<b>Operario – campo</b>	<i>reparar tubería de PVC cuando se rompe.</i>
<b>Pregunta 2:</b>	<b>¿Cuáles son las funciones básicas de este producto?</b>
<b>Jefe calidad</b>	<i>Dar hermeticidad a la instalación.</i>
<b>Jefe producción</b>	<i>facilitar mantenimiento, evitar que continúen las fugas en la tubería.</i>
<b>Operario – campo</b>	<i>Reparar las fugas.</i>
<b>Pregunta 3:</b>	<b>¿Cuáles son las funciones secundarias de este producto?</b>
<b>Jefe calidad</b>	<i>Unión de reparación: Conocer el diámetro de la tubería, la campana debe estar bien soldada.</i>
<b>Jefe de producción</b>	<i>Unión de reparación: Se fabrica la campana a medida del tubo a reparar.</i>
<b>Operario – campo</b>	<i>Unión de reparación: conocer la medida del tubo para poder fabricar la unión de reparación.</i>
<b>Pregunta 4:</b>	<b>¿Cuáles son los requerimientos del cliente respecto a estos productos?</b>
<b>Jefe de calidad</b>	<i>Materia prima nueva, que cumplan con la garantía, que la soldadura no presente porosidad, que el embone este bien fabricado, que se cumpla con las dimensiones, que se cumpla el plazo de entrega, que sea de bajo costo.</i>
<b>Jefe de producción</b>	<i>Que se entregue el producto a tiempo, que sea de calidad, que la campana tenga la profundidad adecuada.</i>
<b>Operario – campo</b>	<i>Que se encuentre bien soldado, que este a medida, que se cumpla con el espesor de pintura solicitado, que la campana este bien elaborada, que este nivelado.</i>
<b>Pregunta 5:</b>	<b>¿Qué requerimientos técnicos debe tener estos productos?</b>
<b>Jefe de calidad</b>	<i>Material certificado, que se cumpla las normas de soldadura, que la campana sea hermética.</i>
<b>Jefe de producción</b>	<i>Las medidas del producto sean de acuerdo a plano, que el producto este nivelado, que cuente con un buen acabado, que se entregue a tiempo.</i>
<b>Operario – campo</b>	<i>Que no presente porosidad, que este bien pintado, que la campana este bien fabricada, se cumpla con las medidas.</i>

Fuente: Instrumento N°2 del anexo.

## **B. ANEXO DE FIGURAS**

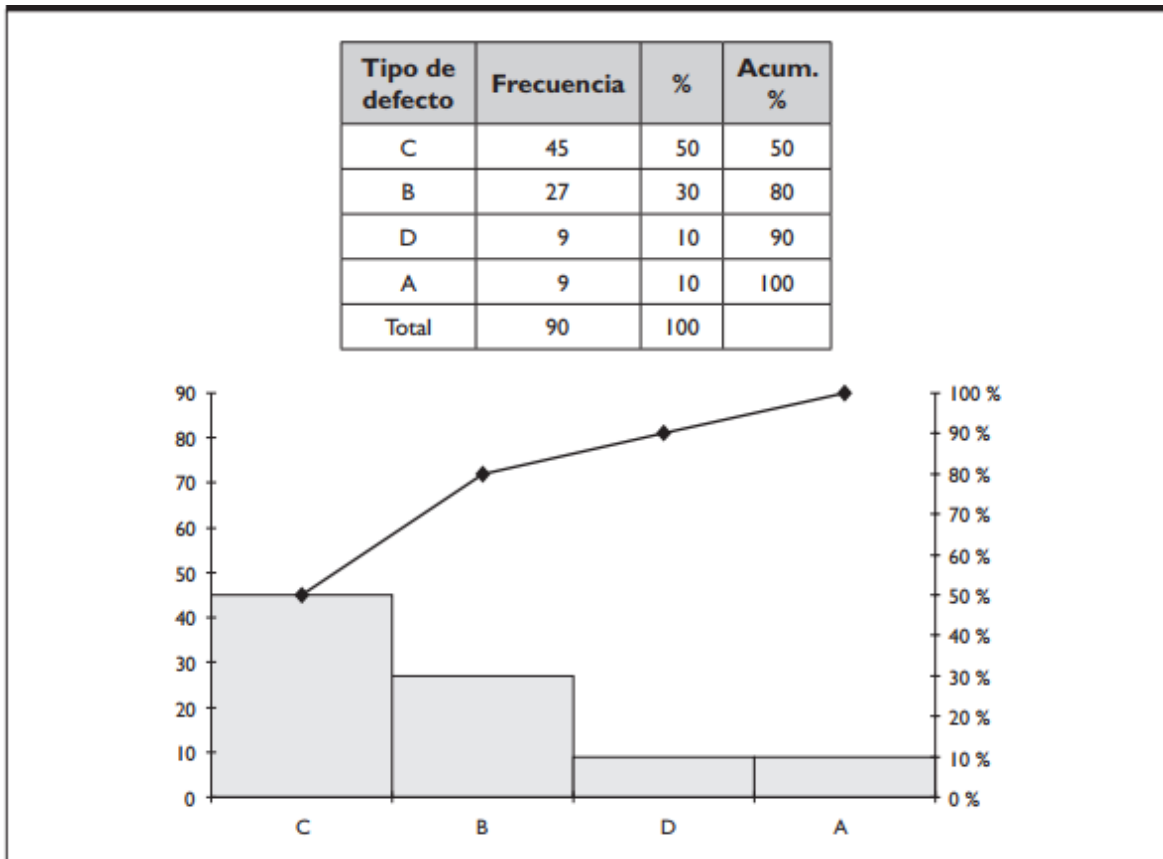
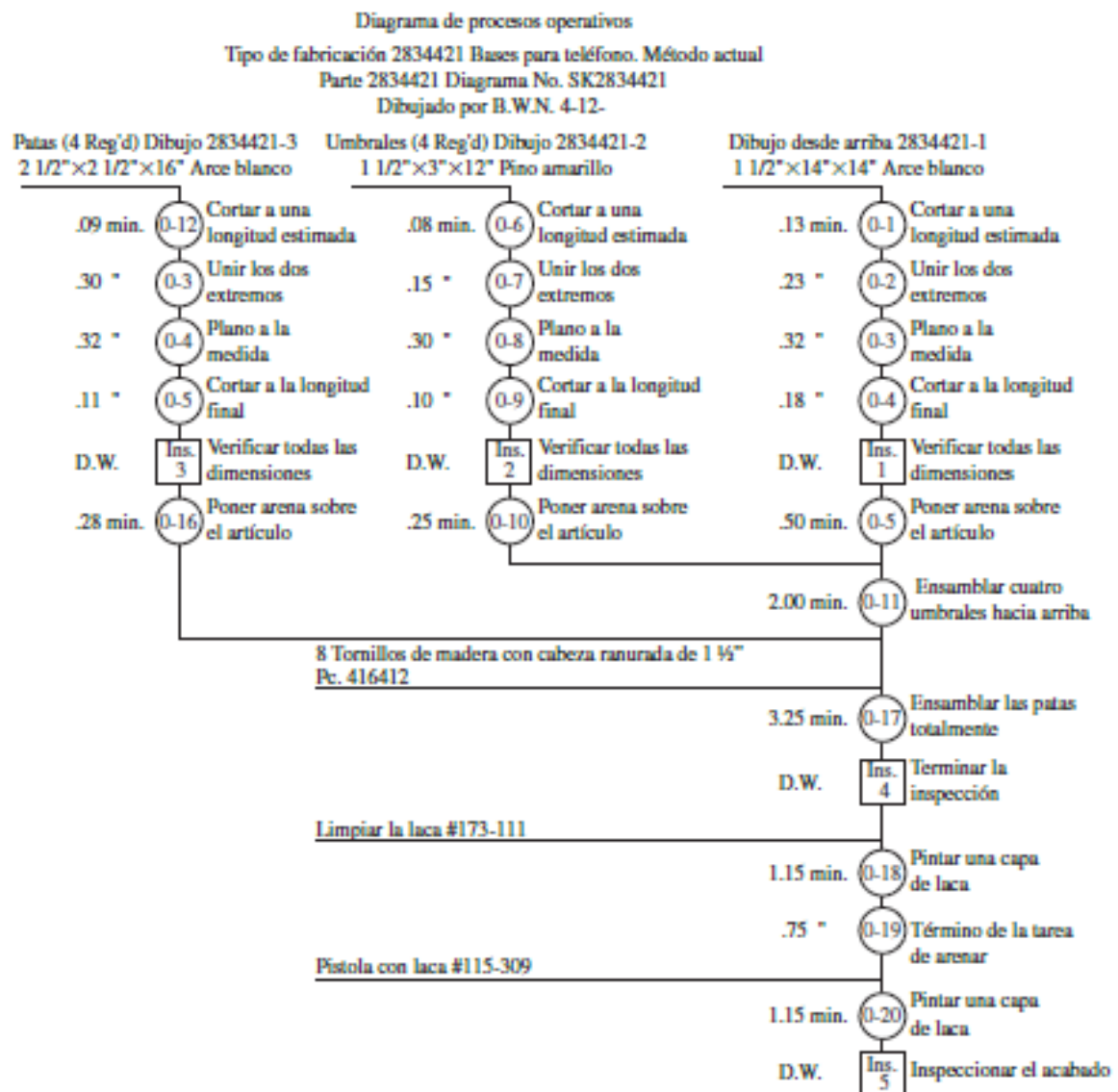


Figura 1: Diagrama de Pareto completo

Fuente: *Gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas. Cámison y otros, 2006.*



Resumen:

Evento	Número	Tiempo
Operaciones	20	17.58 minutos
Inspecciones	5	Trabajo de día

Figura 2: Diagrama de operaciones que muestra la fabricación de estaciones para teléfonos.

Fuente: Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo. Niebel y otros, 2009.



**Tabla 11.2** Sistema Westinghouse para calificar habilidades

+0.15	A1	Superior
+0.13	A2	Superior
+0.11	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena
+0.03	C2	Buena
0.00	D	Promedio
-0.05	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable
-0.16	F1	Mala
-0.22	F2	Mala

Fuente: Lowry, Maynard y Stegemerten (1940), p. 233.

**Tabla 11.3** Sistema Westinghouse para calificar el esfuerzo

+0.13	A1	Excesivo
+0.12	A2	Excesivo
+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.05	C1	Bueno
+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Promedio
-0.04	E1	Aceptable
-0.08	E2	Aceptable
-0.12	F1	Malo
-0.17	F2	Malo

Fuente: Lowry, Maynard y Stegemerten (1940), p. 233.

**Tabla 11.4** Sistema Westinghouse para calificar las condiciones

+0.06	A	Ideal
+0.04	B	Excelente
+0.02	C	Bueno
0.00	D	Promedio
-0.03	E	Aceptable
-0.07	F	Malo

Fuente: Lowry, Maynard y Stegemerten (1940), p. 233.

**Tabla 11.5** Sistema Westinghouse para calificar la consistencia

+0.04	A	Perfecta
+0.03	B	Excelente
+0.01	C	Buena
0.00	D	Promedio
-0.02	E	Aceptable
-0.04	F	Mala

Fuente: Lowry, Maynard y Stegemerten (1940), p. 233.

Figura 3: Tablas de calificación del sistema de Westinghouse

Fuente: Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo. Niebel. 2009.

	H	M		H	M
1. suplementos constantes			E. Calidad de aire (factores climáticos inclusive)		
- suplemento por necesidades personales	5	7	- buena ventilación o aire libre	0	0
- suplementos básicos por fatiga	4	4	- mala ventilación, pero sin emanaciones tóxicas ni nocivas	5	5
total:	9	11	- proximidades de hornos, calderas, etc.	5	15
2. suplementos variables añadidas al suplemento básico por fatiga			F. tensión visual		
A. suplemento por trabajar de pie	2	4	- trabajos de cierta precisión	0	0
B. suplemento postura anormal			- trabajos de precisión o fatigosos	2	2
- Ligeramente incómoda	0	1	- trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
- Incómoda inclinado	2	3	G. Tensión auditiva		
- Muy incómoda (echado-estirado)	7	7	- Sonido continuo	0	0
C. Levantamiento de pesos y uso de fuerza (levantar, tirar o empujar)			- Intermitente y fuerte	2	2
- Peso levantado o fuerza ejercida (en kg)			- Intermitente y muy fuerte	3	3
2,50	0	1	- Estridente y fuerte	5	5
5,00	1	2	H. Tensión mental		
7,50	2	3	- Proceso bastante complejo	1	1
10,00	3	4	- Proceso complejo o atención muy dividida	4	4
12,50	4	6	- Muy complejo	8	8
15,00	6	9	I. Monotonía mental		
17,50	8	12	- Trabajo algo monótono	0	0
20,00	10	15	- Trabajo bastante monótono	1	1
22,50	12	18	- Trabajo monótono	4	4
25,00	14	---	J. Monotonía física		
30,00	19	---	- Trabajo algo aburrido	0	0
40,00	33	---	- Trabajo aburrido	2	1
50,00	58	---	- Trabajo muy aburrido	5	2
D. Intensidad de luz					
- Ligeramente por debajo de lo recomendado	0	0			
- Bastante por debajo	2	2			
- Absolutamente insuficiente	5	5			

(H = Hombres; M = Mujeres)

Figura 4: Sistema de suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos básicos

Fuente: Organización internacional del trabajo.

×	Correlación negativa
●	Correlación alta positiva
○	Correlación baja negativa

Figura 5: Símbolos para la correlación entre las CT. Casa de la calidad.

Fuente: Gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas. Cámison y otros, 2006.

Símbolos	Grado de correlación	Valor numérico asignado
Δ	Relación débil	1
●	Relación fuerte	9
○	Relación media	3
	Sin correlación	0

Figura 6: Símbolos para la matriz de relaciones entre CT y RC. Casa de la calidad.

Fuente: Gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas. Cámison y otros, 2006.

Esta calificación resulta cuando un modo de falla potencial resulta en un defecto con un cliente final y/o una planta de manufactura / ensamble. El cliente final debe ser siempre considerado primero. Si ocurren ambos, use la mayor de las dos severidades			
Efecto	Efecto en el cliente	Efecto en Manufactura /Ensamble	Calif.
Peligroso sin aviso	Calificación de severidad muy alta cuando un modo potencial de falla afecta la operación segura del producto y/o involucra un no cumplimiento con alguna regulación gubernamental, sin aviso	Puede exponer al peligro al operador (máquina o ensamble) sin aviso	10
Peligroso con aviso	Calificación de severidad muy alta cuando un modo potencial de falla afecta la operación segura del producto y/o involucra un no cumplimiento con alguna regulación gubernamental, con aviso	Puede exponer al peligro al operador (máquina o ensamble) sin aviso	9
Muy alto	El producto / ítem es inoperable (pérdida de la función primaria)	El 100% del producto puede tener que ser desechado o reparado con un tiempo o costo infinitamente mayor	8
Alto	El producto / ítem es operable, pero con un reducido nivel de desempeño. Cliente muy insatisfecho	El producto tiene que ser seleccionado y un parte desechada o reparada en un tiempo y costo muy alto	7
Moderado	Producto / ítem operable, pero un ítem de confort/conveniencia es inoperable. Cliente insatisfecho	Una parte del producto puede tener que ser desechado sin selección o reparado con un tiempo y costo alto	6
Bajo	Producto / ítem operable, pero un ítem de confort/conveniencia son operables a niveles de desempeño bajos	El 100% del producto puede tener que ser retrabajado o reparado fuera de línea pero no necesariamente va al área de retrabajo .	5
Muy bajo	No se cumple con el ajuste, acabado o presenta ruidos y rechinidos. Defecto notado por el 75% de los clientes	El producto puede tener que ser seleccionado, sin desecho, y una parte retrabajada	4
Menor	No se cumple con el ajuste, acabado o presenta ruidos y rechinidos. Defecto notado por el 50% de los clientes	El producto puede tener que ser retrabajada, sin desecho, en línea, pero fuera de la estación	3
Muy menor	No se cumple con el ajuste, acabado o presenta ruidos, y rechinidos. Defecto notado por clientes muy críticos (menos del 25%)	El producto puede tener que ser retrabajado, sin desecho en la línea, en la estación	2
Ninguno	Sin efecto perceptible	Ligero inconveniente para la operación u operador, o sin efecto	1

Figura 7: Criterio de evaluación de severidad. AMEF.

Fuente: Gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas. Cámison y otros, 2006.

Probabilidad	Índices Posibles de falla	Ppk	Calif.
Muy alta: Fallas persistentes	$\geq 100$ por mil piezas	< 0.55	10
	50 por mil piezas	> 0.55	9
Alta: Fallas frecuentes	20 por mil piezas	> 0.78	8
	10 por mil piezas	> 0.86	7
Moderada: Fallas ocasionales	5 por mil piezas	> 0.94	6
	2 por mil piezas	> 1.00	5
	1 por mil piezas	> 1.10	4
Baja : Relativamente pocas fallas	0.5 por mil piezas	> 1.20	3
	0.1 por mil piezas	> 1.30	2
Remota: La falla es improbable	< 0.01 por mil piezas	> 1.67	1

Figura 8: Criterio de evaluación de ocurrencia. AMEF.

Fuente: Gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas. Cámison y otros, 2006.

Detección	Criterio	Tipos de Inspección			Métodos de seguridad de Rangos de Detección	Calif
		A	B	C		
Casi imposible	Certeza absoluta de no detección			X	No se puede detectar o no es verificada	10
Muy remota	Los controles probablemente no detectarán			X	El control es logrado solamente con verificaciones indirectas o al azar	9
Remota	Los controles tienen poca oportunidad de detección			X	El control es logrado solamente con inspección visual	8
Muy baja	Los controles tienen poca oportunidad de detección			X	El control es logrado solamente con doble inspección visual	7
Baja	Los controles pueden detectar		X	X	El control es logrado con métodos gráficos con el CEP	6
Moderada	Los controles pueden detectar		X		El control se basa en mediciones por variables después de que las partes dejan la estación, o en dispositivos Pasa NO pasa realizado en el 100% de las partes después de que las partes han dejado la estación	5
Moderadamente Alta	Los controles tienen una buena oportunidad para detectar	X	X		Detección de error en operaciones subsiguientes, o medición realizada en el ajuste y verificación de primera pieza (solo para causas de ajuste)	4
Alta	Los controles tienen una buena oportunidad para detectar	X	X		Detección del error en la estación o detección del error en operaciones subsiguientes por filtros múltiples de aceptación: suministro, instalación, verificación. No puede aceptar parte discrepante	3
Muy Alta	Controles casi seguros para detectar	X	X		Detección del error en la estación (medición automática con dispositivo de paro automático). No puede pasar la parte discrepante	2
Muy Alta	Controles seguros para detectar	X			No se pueden hacer partes discrepantes porque el ítem ha pasado a prueba de errores dado el diseño del proceso/producto	1
Tipos de inspección: A) A prueba de error B) Medición automatizada C) Inspección visual/manual						

Figura 9: Criterio de evaluación de detección. AMEF.

Fuente: Gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas. Cárison y otros, 2006

# **C. ANEXO DE INSTRUMENTOS**



*Instrumento N°2: Guía de entrevista a expertos, A&N Company S.A.C, 2017.*

Entrevista sobre productos no conformes de la empresa A&N Company S.A.C.

Nombre:

Fecha:

Cargo:

Instrucciones: Las siguientes preguntas son con fines educativos, responda cuidadosamente cada pregunta y con total sinceridad. Gracias por su colaboración.

---

1. ¿Cuál es la función fundamental del siguiente producto: unión de reparación?

---

---

---

2. ¿Cuáles son las funciones básicas de este producto?

---

---

---

3. ¿Cuáles son las funciones secundarias de este producto?

---

---

---

4. ¿Cuales son los requerimientos del cliente respecto a este producto?

---

---

---

5. ¿Qué requerimientos técnicos debe tener este producto?

---

---

---

---

Firma

*Fuente: Elaboración propia.*