

# Aumento de rendimiento en la línea de producción del catéter reforzado

**PXS**

**Carlos Calderón Molina**



**Carlos Calderón**

Industrial Engineer I Six Sigma Black Belt I  
Scrum Master



- **Bachillerato en Ingeniería Industrial – Universidad Latina – Heredia, Costa Rica**
- **Licenciatura en Mejora Continua – Universidad Latina – Heredia, Costa Rica**
- **Green Belt – PXS - San José, Costa Rica**
- **Scrum Master – PXS – San José, Costa Rica**
- **Black Belt – PXS – San José Costa Rica**
- **Project Management Professional – PXS – San José, Costa Rica**

**Pasante de Manufactura**

**Ingeniero de Manufactura I**

**Ingeniero de Procesos II (NPI)**

**Ingeniero de Calidad I**

**Ingeniero de Manufactura II**

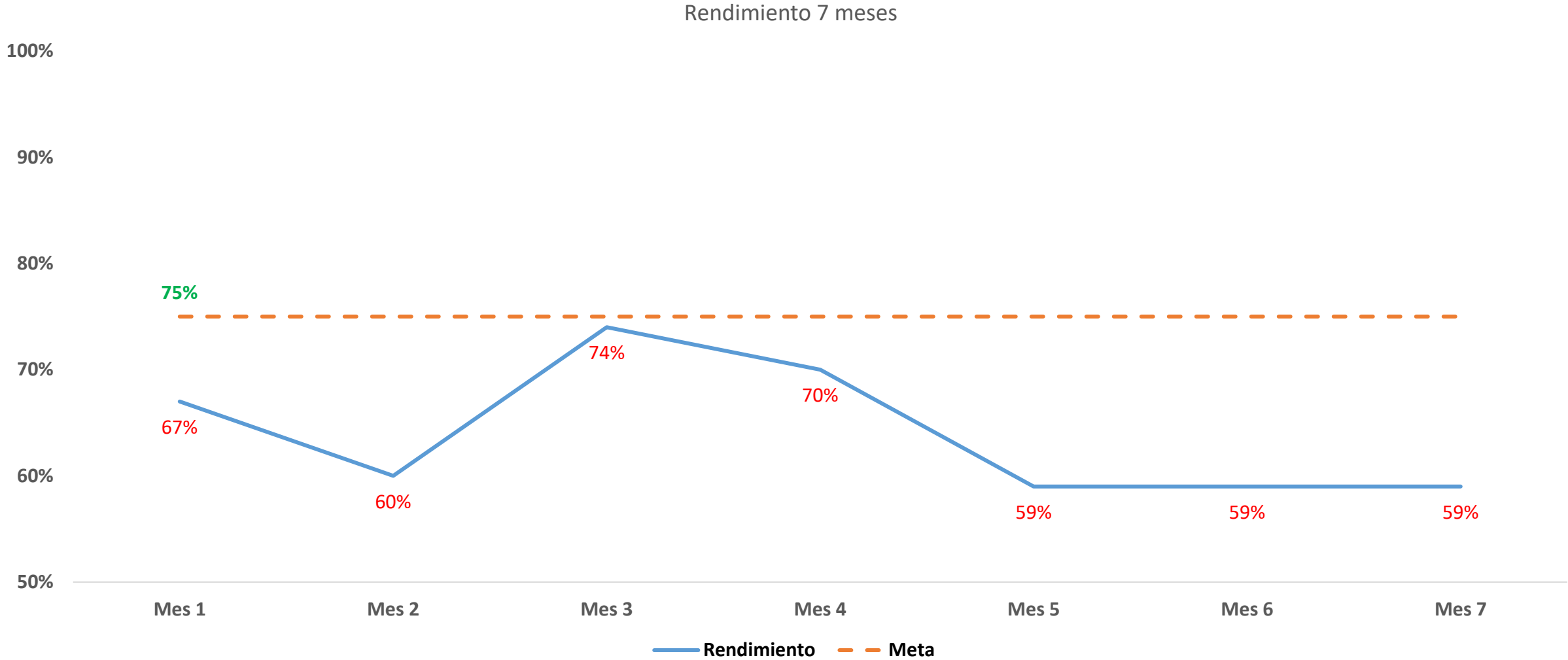


# El planteamiento del problema es fundamental



# Planteamiento del Problema de la línea

**Objetivo:** Alcanzar la meta de rendimiento

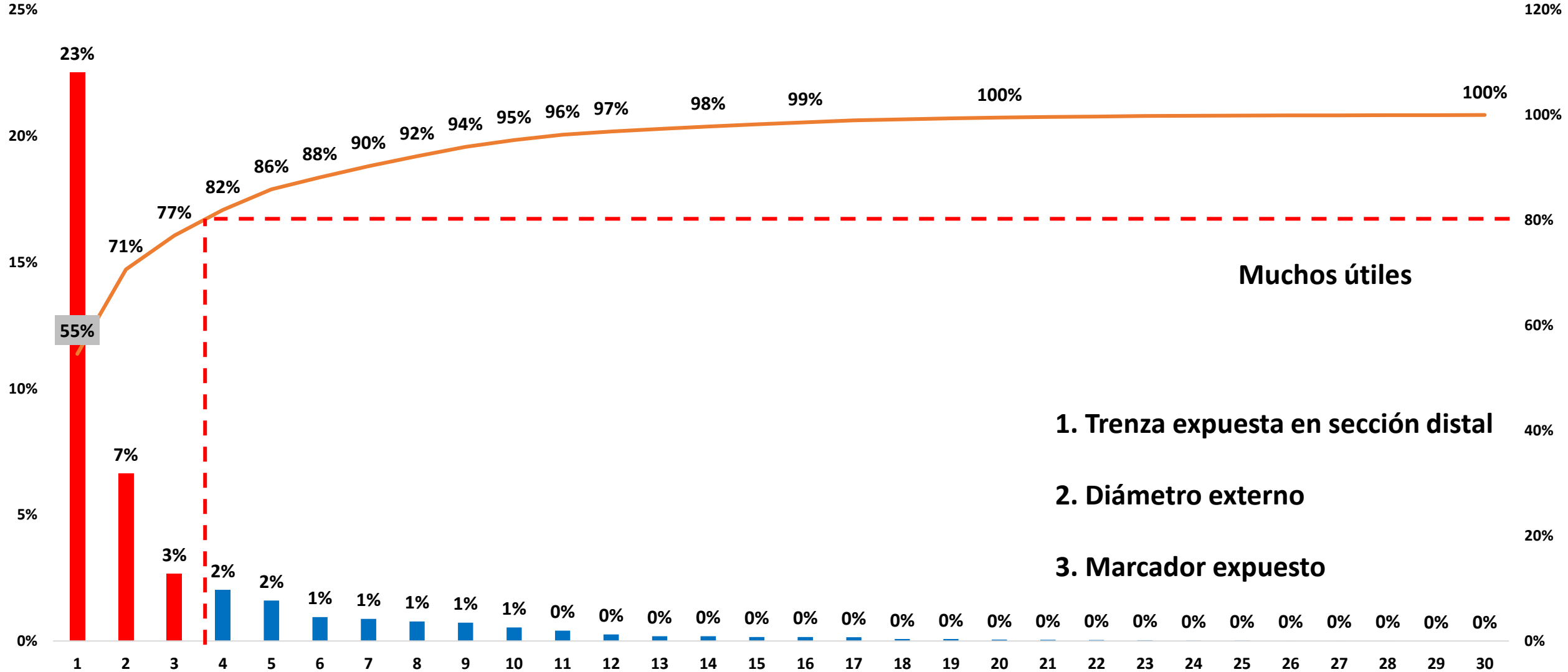


# Estado Actual

D

Pocos vitales

Pareto inicial



# Críticos para la Calidad (CTQ)

D

## Nivel I (Requerimiento)

Bajo rendimiento del proceso de manufactura del catéter reforzado

## Nivel II (Conductor)

Calidad del material

Estandarización

Compromiso

Talento Humano

Fiabilidad

Aseguramiento de calidad

## Nivel III (Características)

Varianza del material

Inconsistencia entre turnos

Entrenamiento de operarios

Mantenimiento

Controles de calidad

## Nivel IV (Métricas)

Extrusión P  
Rango de espesor de pared y diámetro interno

Extrusión V  
Rango de espesor de pared y diámetro interno

Extrusión L  
Rango de espesor de pared

Unidades aceptables en turnos / Total de unidades en turnos

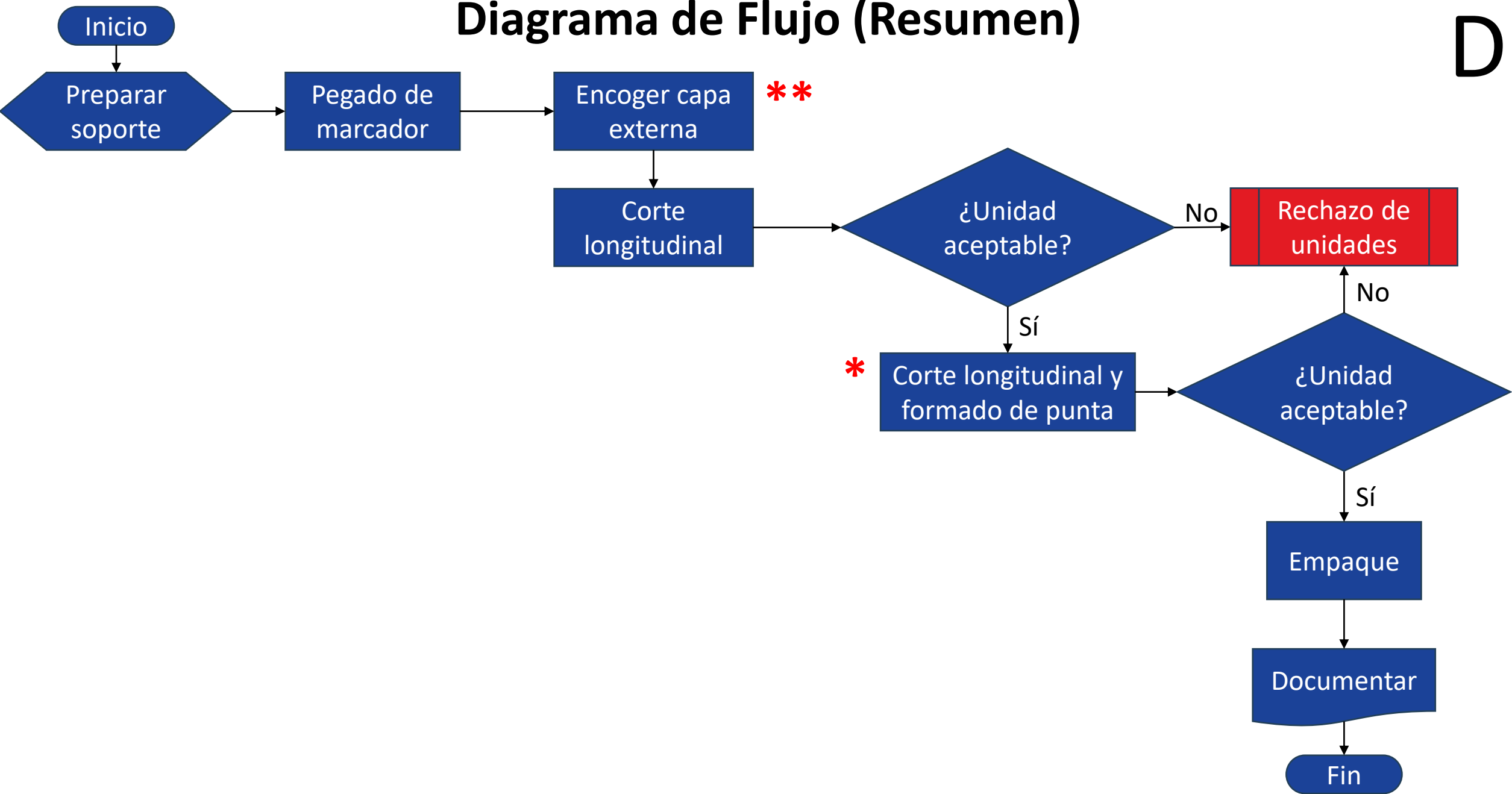
Pasos acertados / Total de pasos

Equipo con mantenimiento preventivo / total de equipos

Controles de calidad existentes / Requerimiento de especificación

# Diagrama de Flujo (Resumen)

D



# Preguntas para responder con el Plan de Recolección

¿Están las extrusiones dentro de especificación?

¿En qué sección del rango están los espesores de pared de las extrusiones?

¿Es el rendimiento consistente entre Turno A, Turno B y Turno C?

¿Los modos de falla se comportan de manera similar entre turnos?

¿Los operadores conocen el proceso a realizar?

¿Los equipos de la línea de producción tienen mantenimientos?

¿Con cuál tipo de mantenimientos cuentan los equipos de la línea de producción?

¿La línea cuenta con los controles de calidad requeridos por especificación?



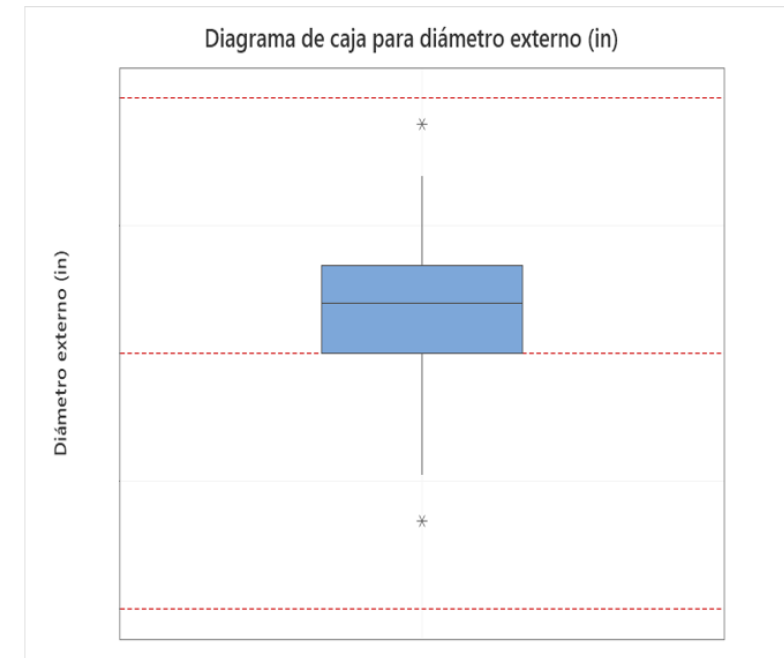
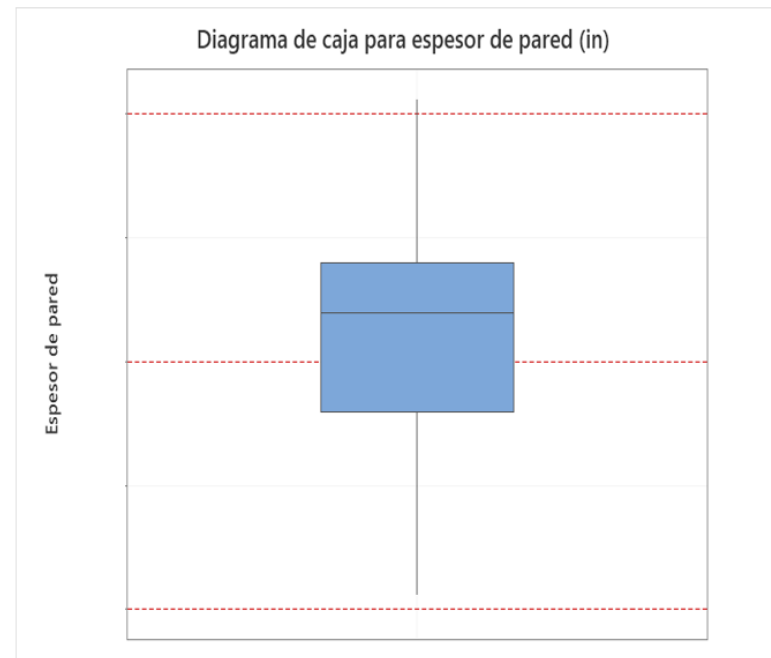
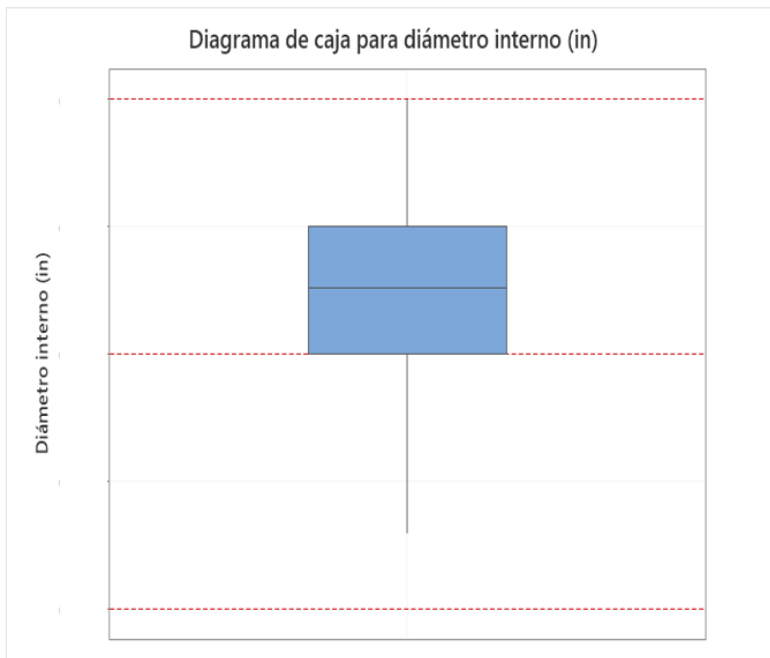


# Preguntas para responder con el Plan de Recolección

¿Están las extrusiones dentro de especificación?

¿En qué sección del rango están los espesores de pared de las extrusiones?

## Extrusión P

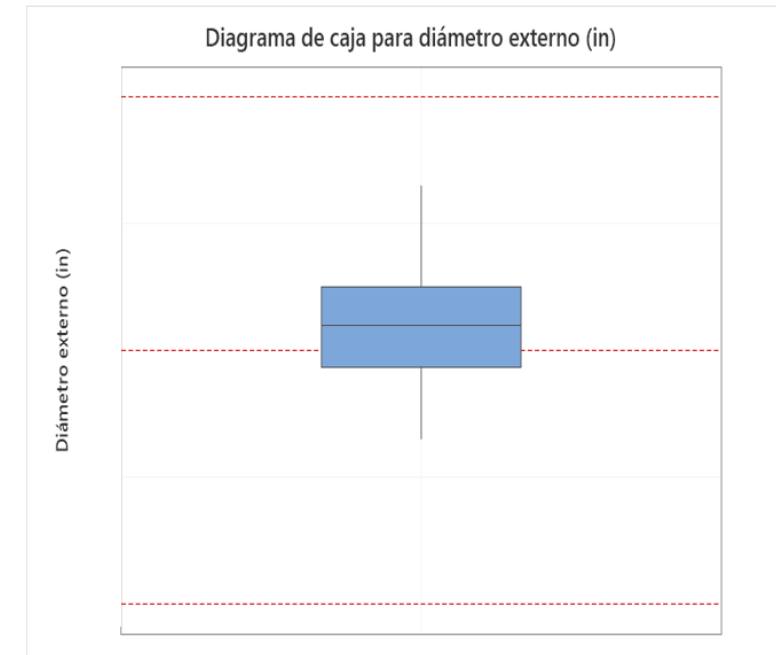
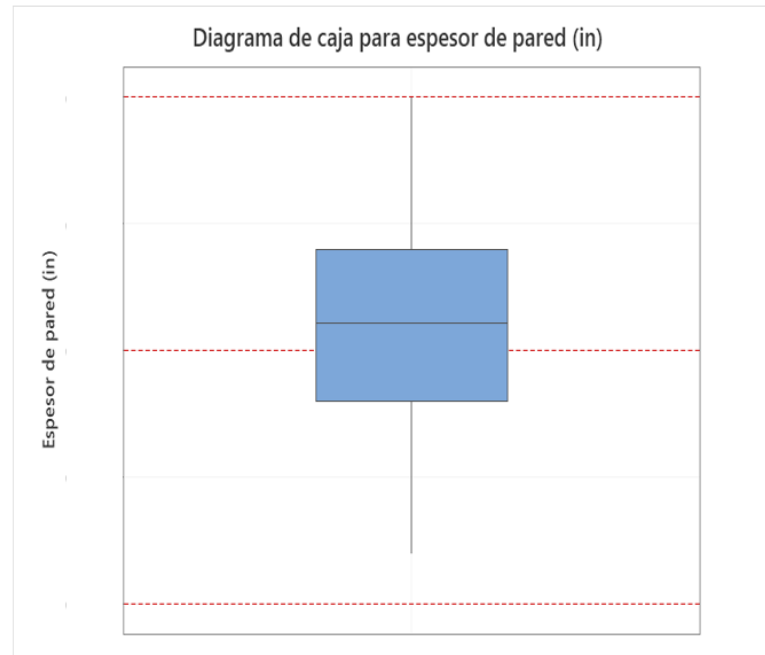
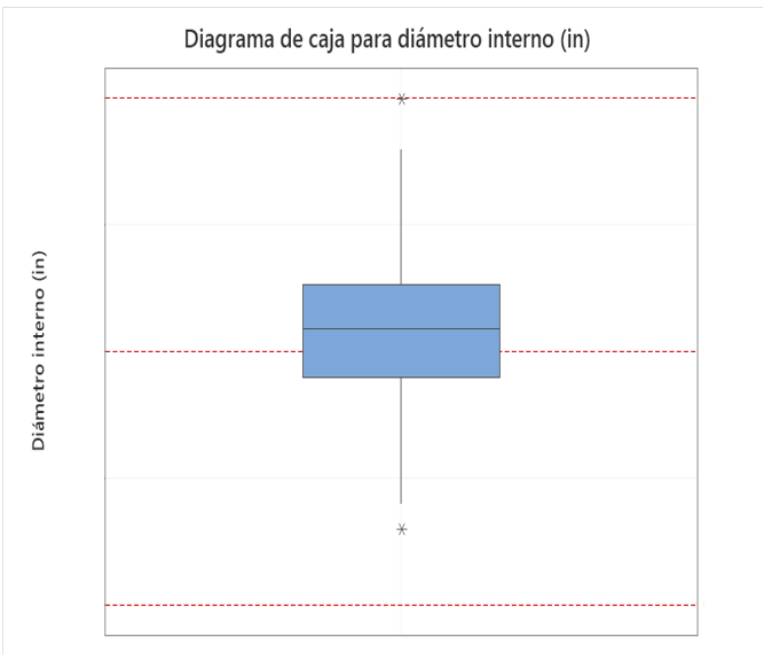


# Preguntas para responder con el Plan de Recolección

¿Están las extrusiones dentro de especificación?

¿En qué sección del rango están los espesores de pared de las extrusiones?

## Extrusión V

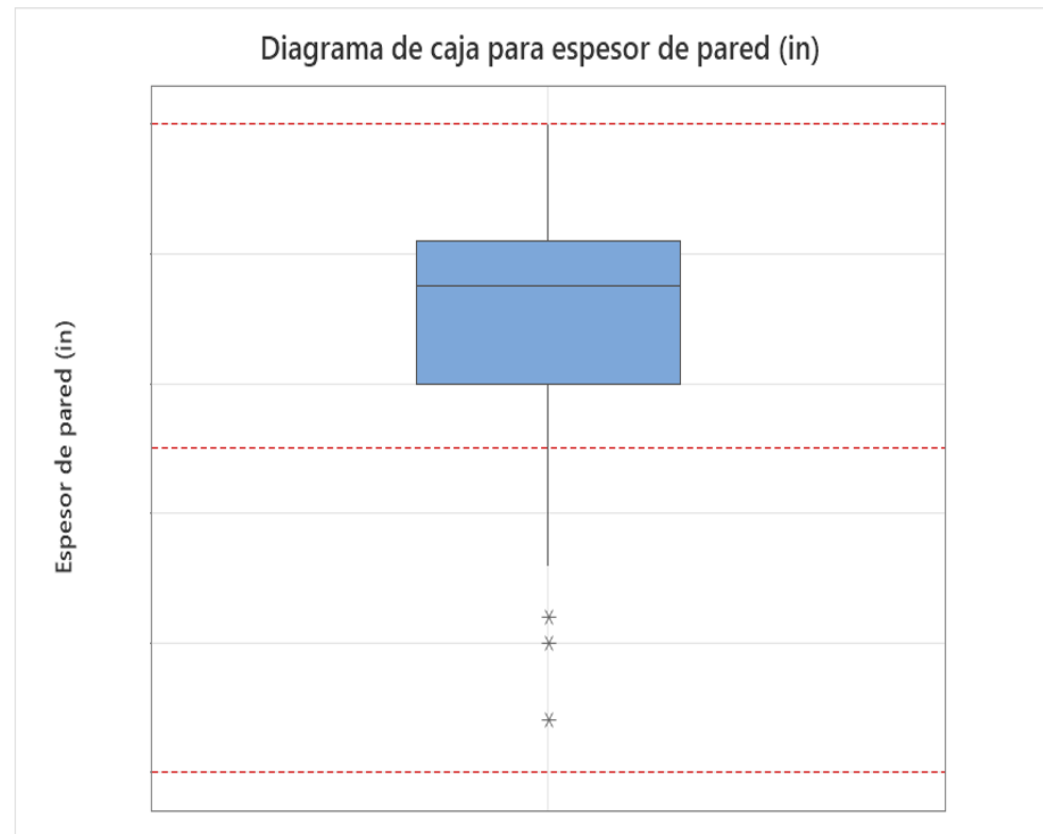


# Preguntas para responder con el Plan de Recolección

¿Están las extrusiones dentro de especificación?

¿En qué sección del rango están los espesores de pared de las extrusiones?

## Extrusión L

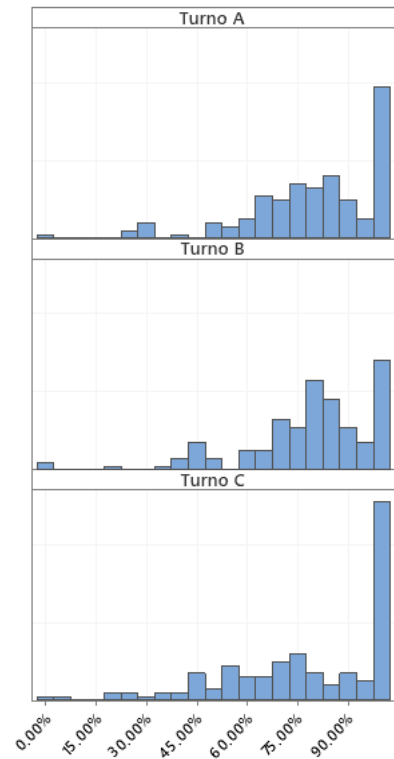


# Preguntas para responder con el Plan de Recolección

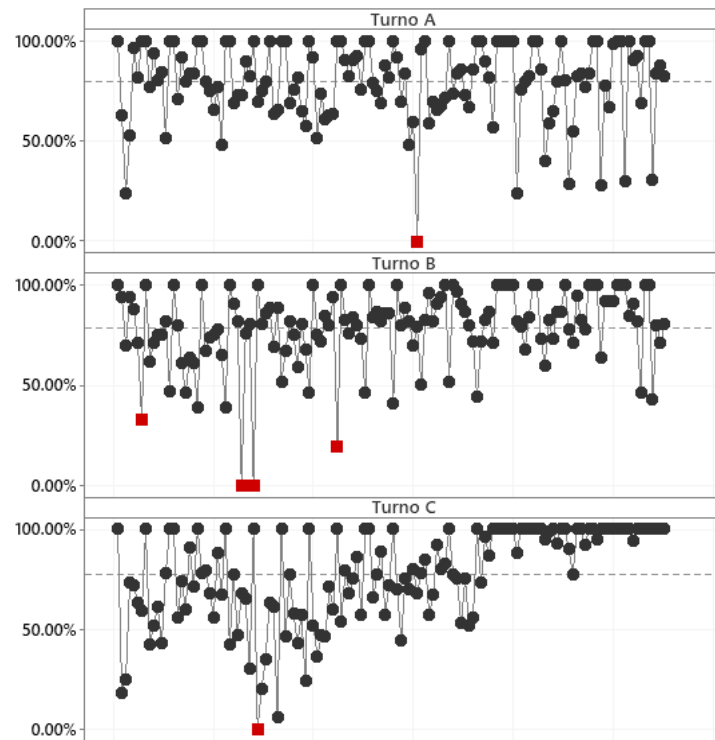
¿Es el rendimiento consistente entre Turno A, Turno B y Turno C?

One-Way ANOVA for Turno A, Turno B, Turno C  
Diagnostic Report

Distribution of Data  
Compare the location and spread.

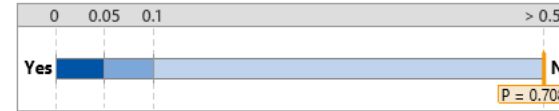


Data in Worksheet Order  
Investigate any outliers (marked in red).



One-Way ANOVA for Turno A, Turno B, Turno C  
Summary Report

Do the means differ?

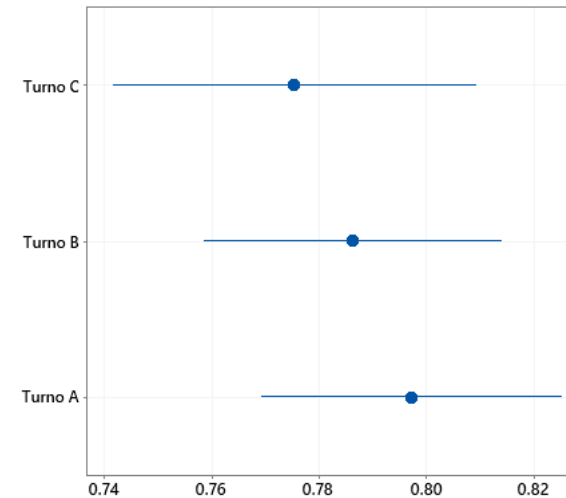


Differences among the means are not significant ( $p > 0.05$ ).

#	Sample	Which means differ? Differs from
1	Turno C	
2	Turno B	None Identified
3	Turno A	

Means Comparison Chart

Blue indicates there are no significant differences.



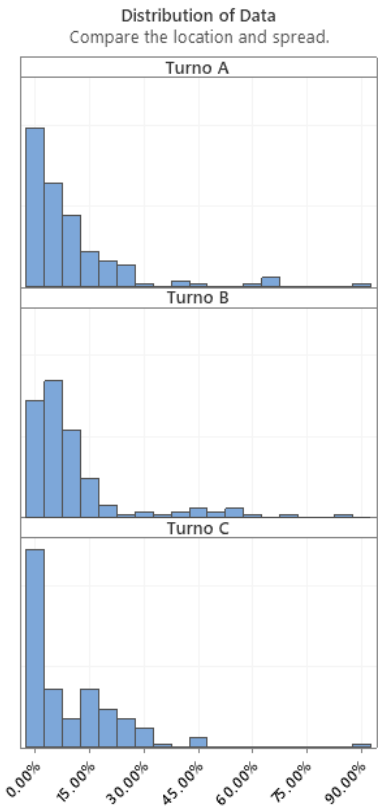
Comments

- Test: There is not enough evidence to conclude that there are differences among the means at the 0.05 level of significance.
- Comparison Chart: Blue intervals indicate that the means do not differ significantly.

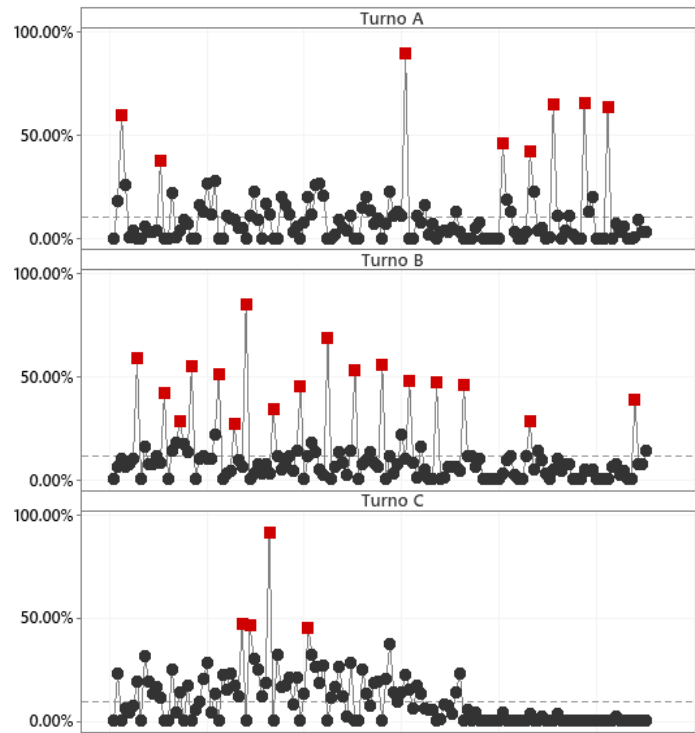
# Preguntas para responder con el Plan de Recolección

¿Los modos de falla se comportan de manera similar entre turnos?

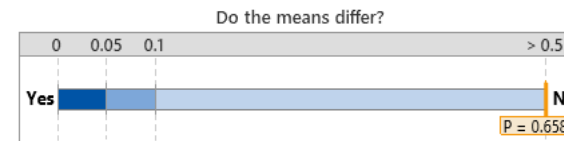
One-Way ANOVA for Turno A, Turno B, Turno C  
Diagnostic Report



Data in Worksheet Order  
Investigate any outliers (marked in red).

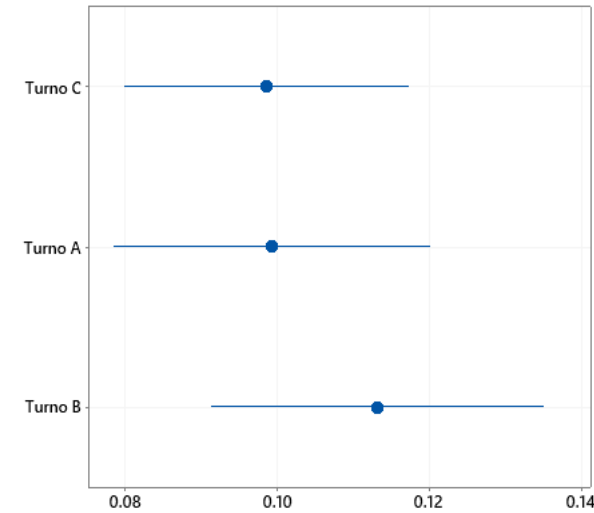


One-Way ANOVA for Turno A, Turno B, Turno C  
Summary Report



Differences among the means are not significant ( $p > 0.05$ ).

Means Comparison Chart  
Blue indicates there are no significant differences.



#	Sample	Which means differ? Differs from
1	Turno C	
2	Turno A	None Identified
3	Turno B	

Comments

- Test: There is not enough evidence to conclude that there are differences among the means at the 0.05 level of significance.
- Comparison Chart: Blue intervals indicate that the means do not differ significantly.

# Preguntas para responder con el Plan de Recolección

¿Los operadores conocen el proceso a realizar?

Procedimiento	Turno A	Turno B	Turno C
1	100%	100%	100%
2	100%	100%	100%
3	100%	100%	100%
4	100%	100%	100%
5	100%	100%	100%
6	100%	100%	100%
7	100%	100%	100%
8	100%	100%	100%

¿La línea cuenta con los controles de calidad requeridos por especificación?

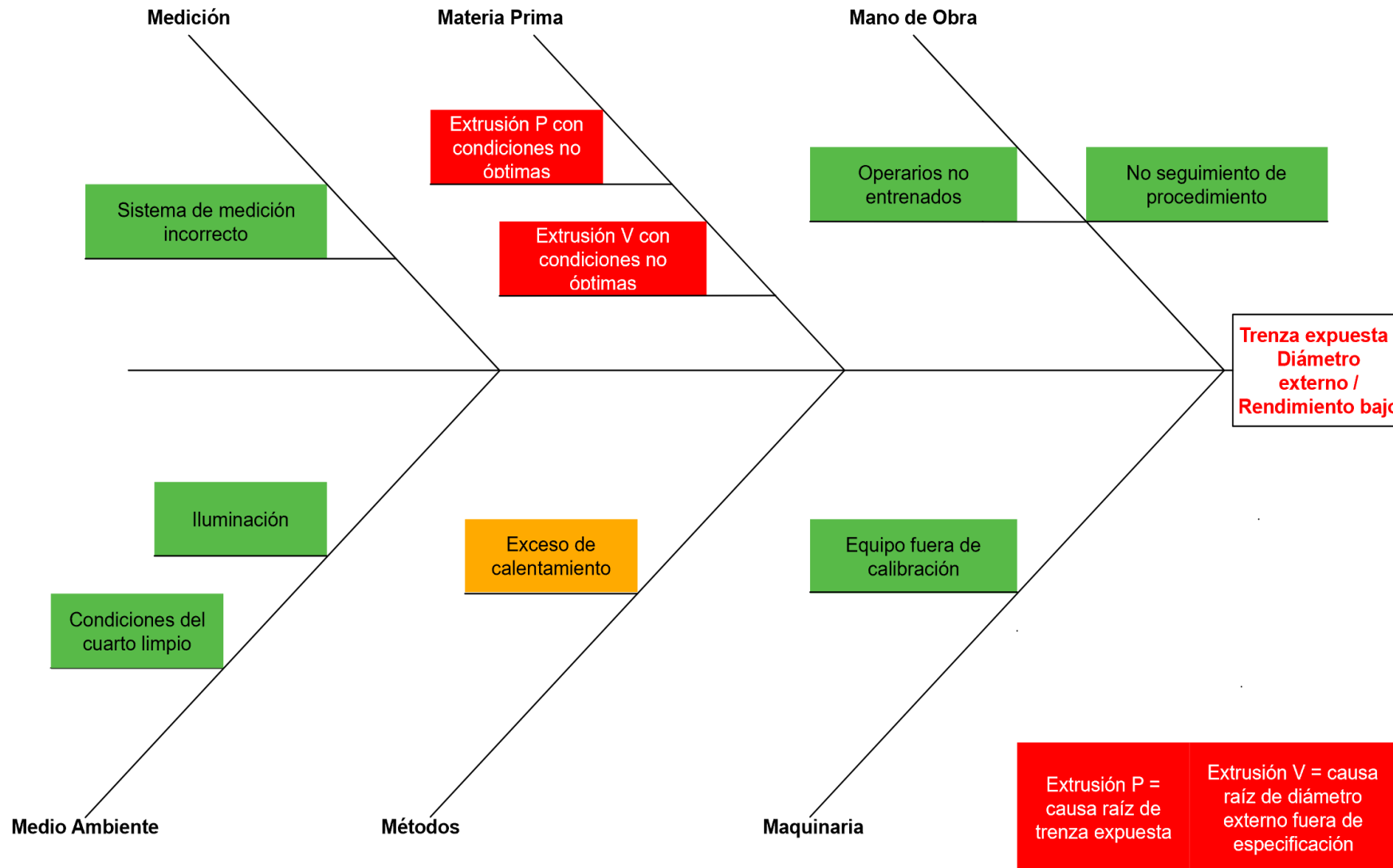
Especificación	Cantidad de inspecciones	En procedimiento
Dimensional Distal	5	Sí
Dimensional Proximal	5	Sí
Visual Microscopio	10	Sí
Visual Simple Vista	7	Sí

¿Los equipos de la línea de producción tienen mantenimientos?

¿Con cuál tipo de mantenimientos cuentan los equipos de la línea de producción?

Operación	Cantidad de equipos	Mantenimiento Preventivo	Mantenimiento Correctivo
1	1	Sí	Sí
2	0	N/A	N/A
3	2	Sí	Sí
4	0	N/A	N/A
5	2	Sí	Sí
6	3	Sí	Sí
7	2	Sí	Sí
8	1	Sí	Sí

## Diagrama de Ishikawa



# Medio Ambiente

A



Descartado





## Descriptive Statistics: Valores

<u>Condición</u>	<u>N</u>	<u>Mean</u>	<u>StDev</u>	<u>SE Mean</u>
Monitoreado	30	0.687	0.104	0.019
Sin monitorear	30	0.7033	0.0982	0.018

## Test

Null hypothesis  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Alternative hypothesis  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

T-Value DF P-Value

-0.61 57 0.542

Descartado

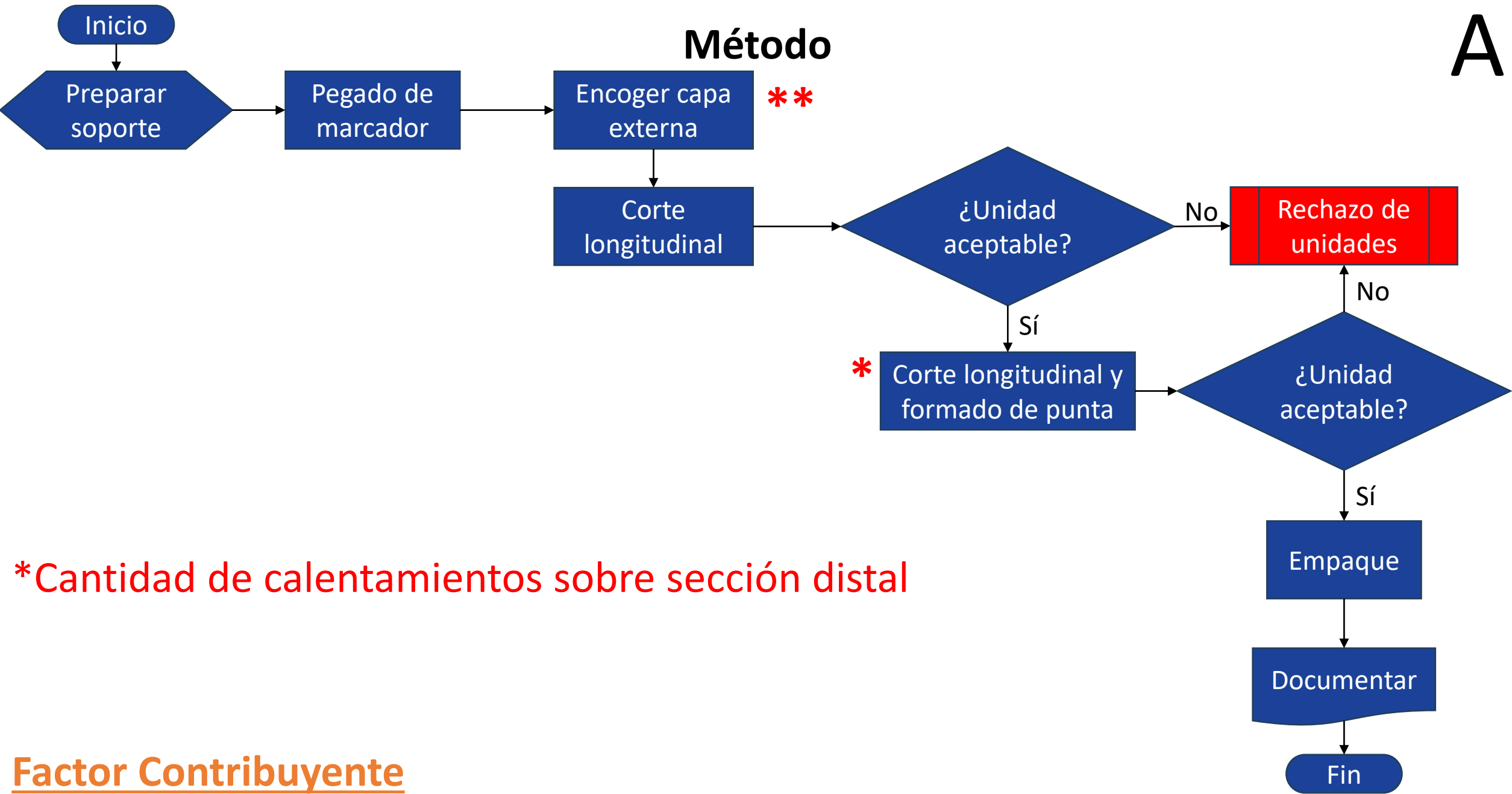
# Medición y Maquinaria

A



Descartado





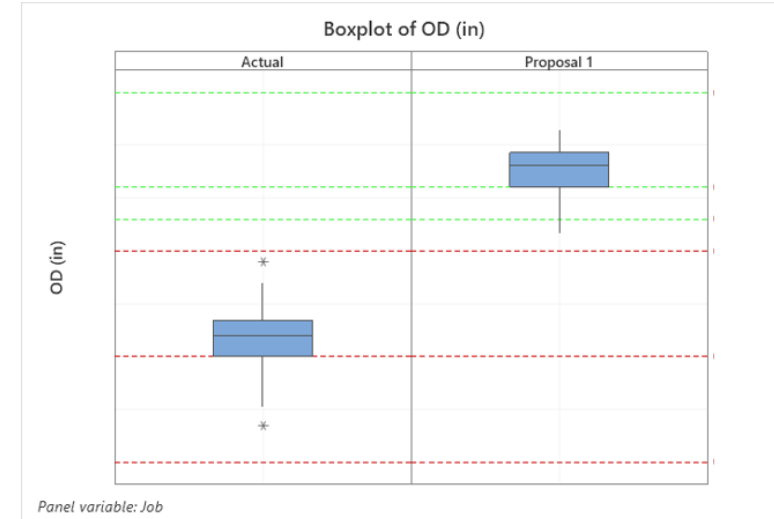
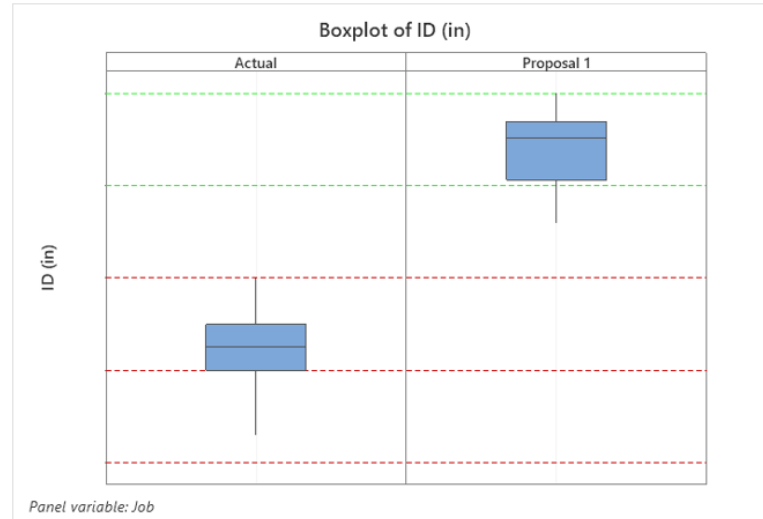
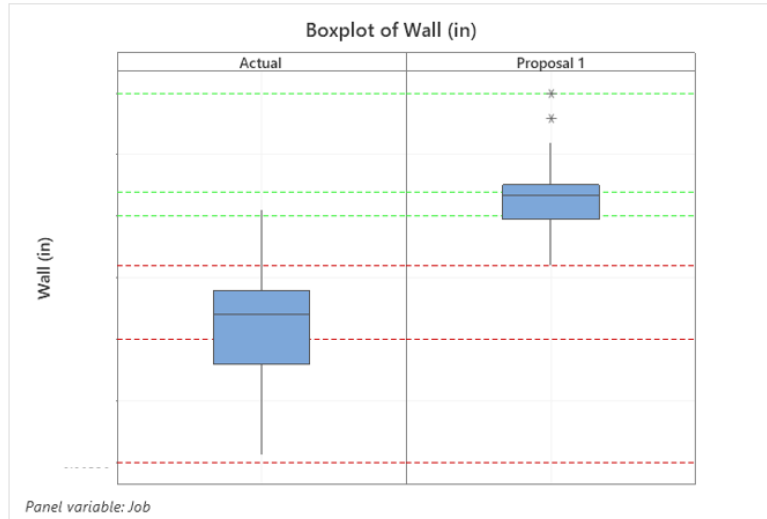
\*Cantidad de calentamientos sobre sección distal

### Factor Contribuyente

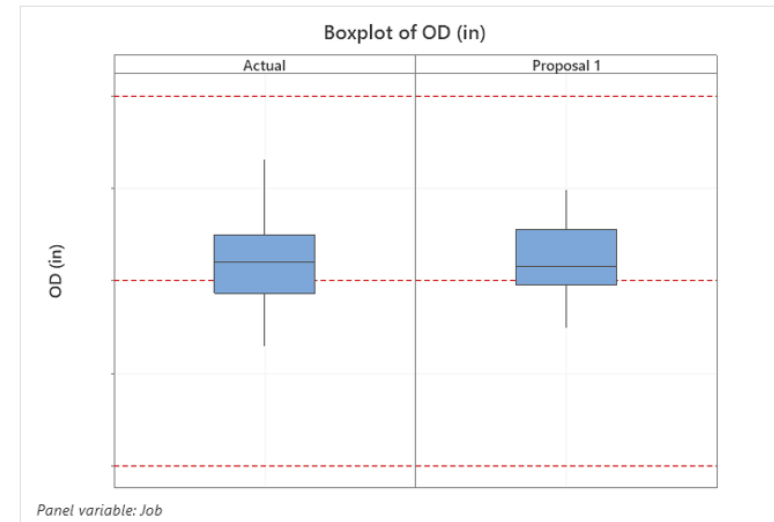
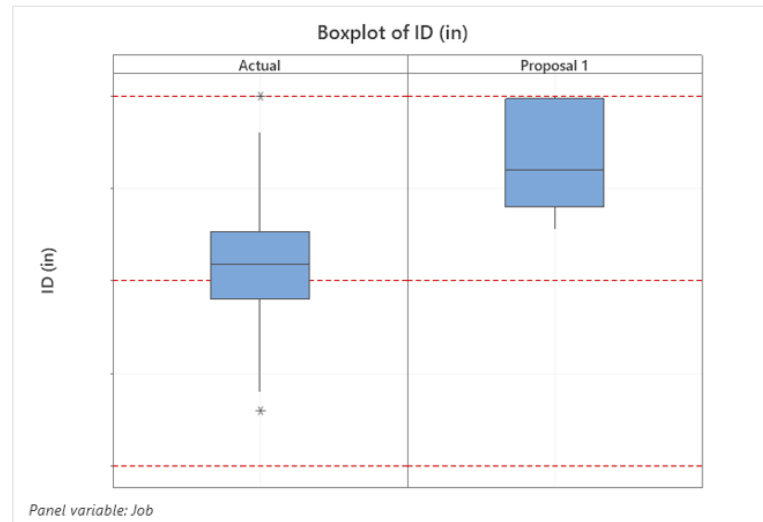
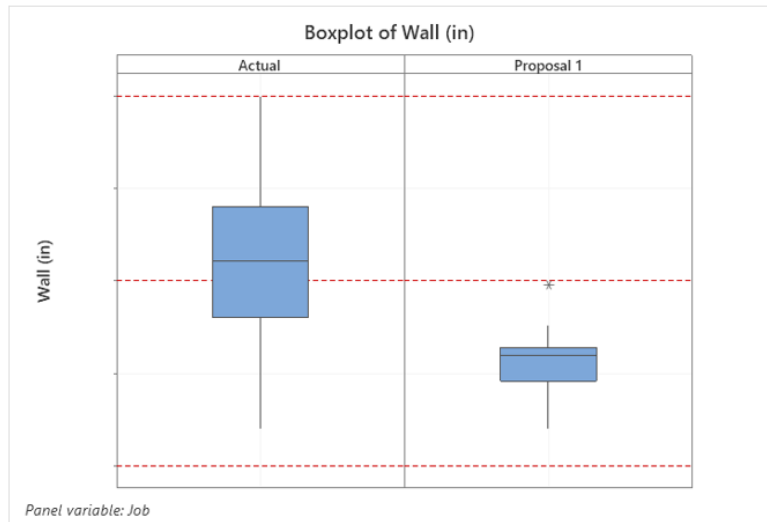
# Materia Prima

# A

Extrusión P

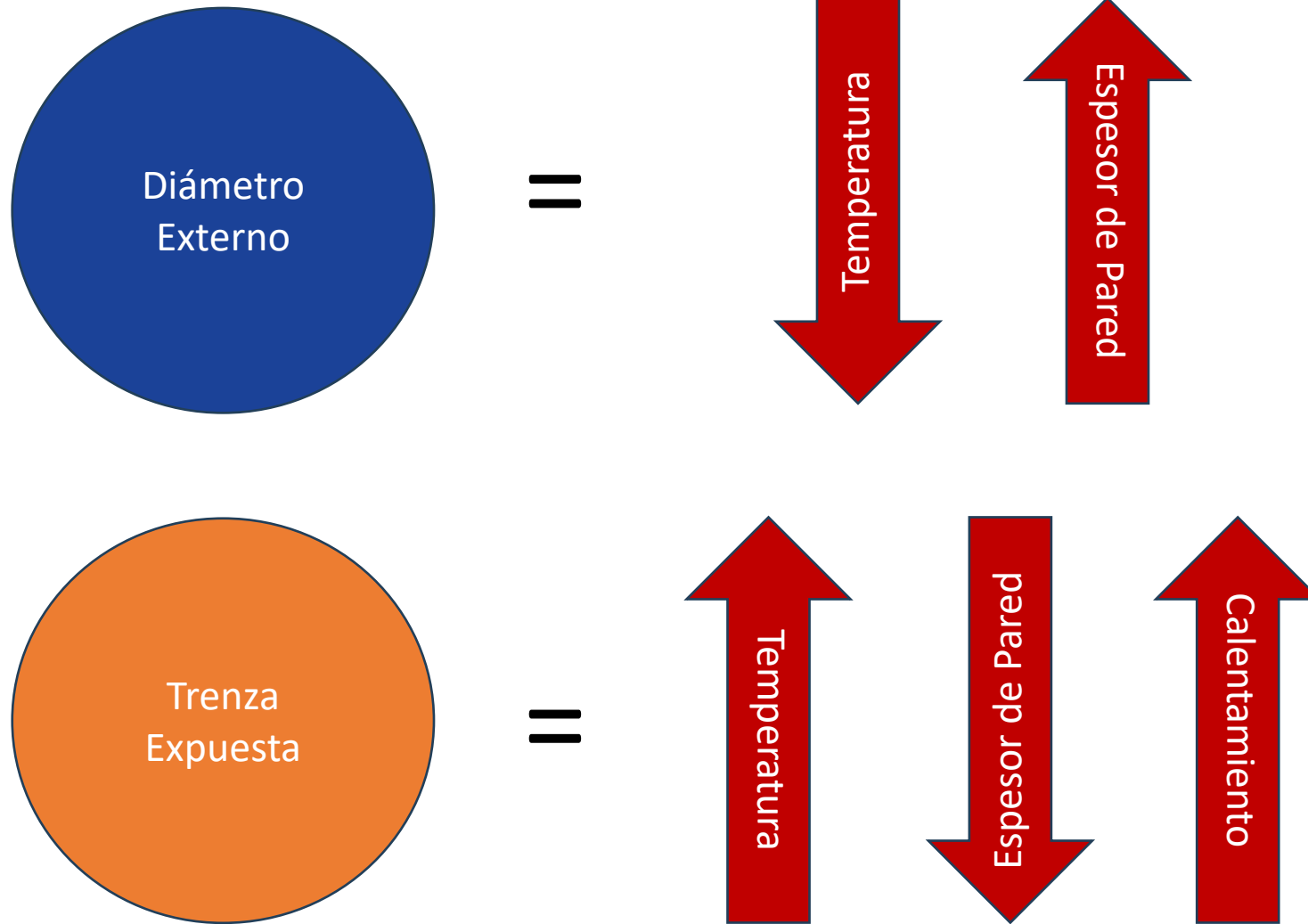


Extrusión V

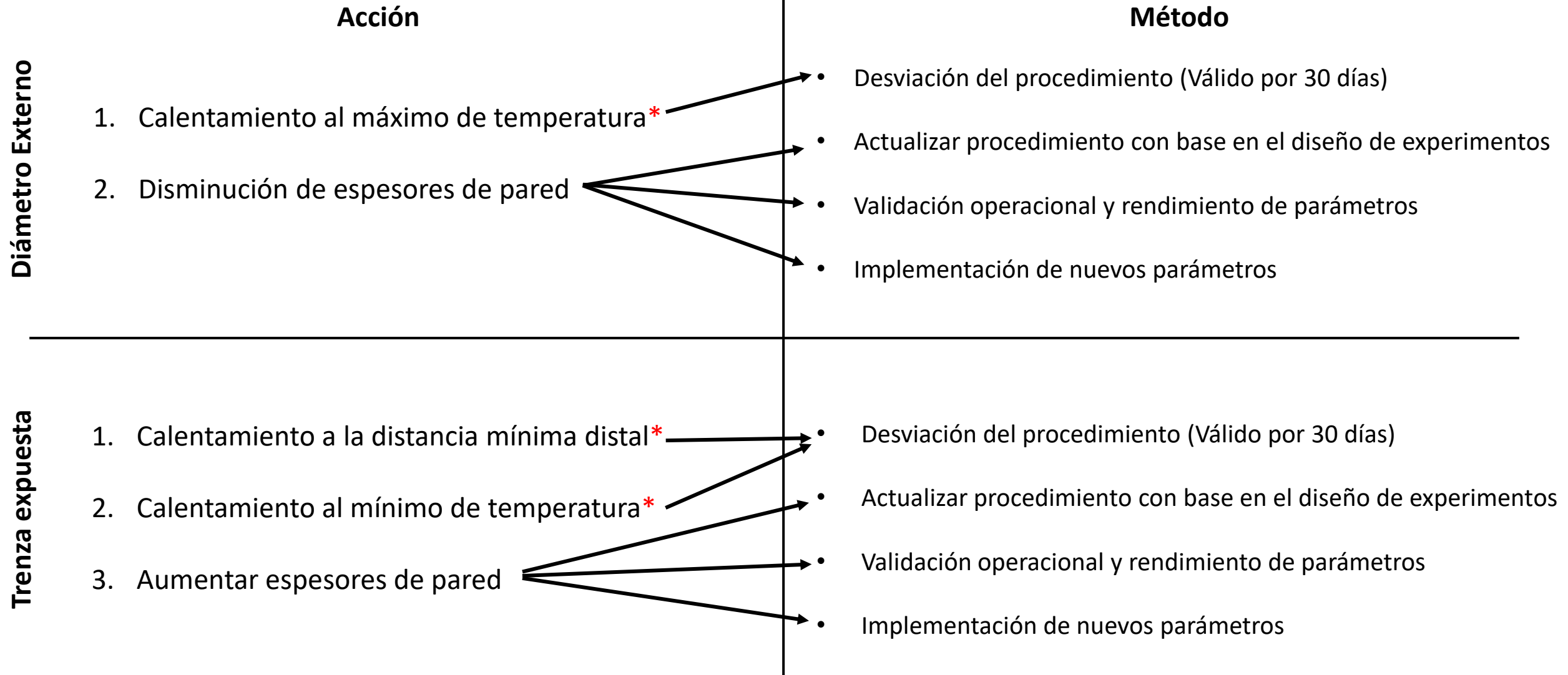


## Causa Raíz

# Acciones que generan los modos de falla

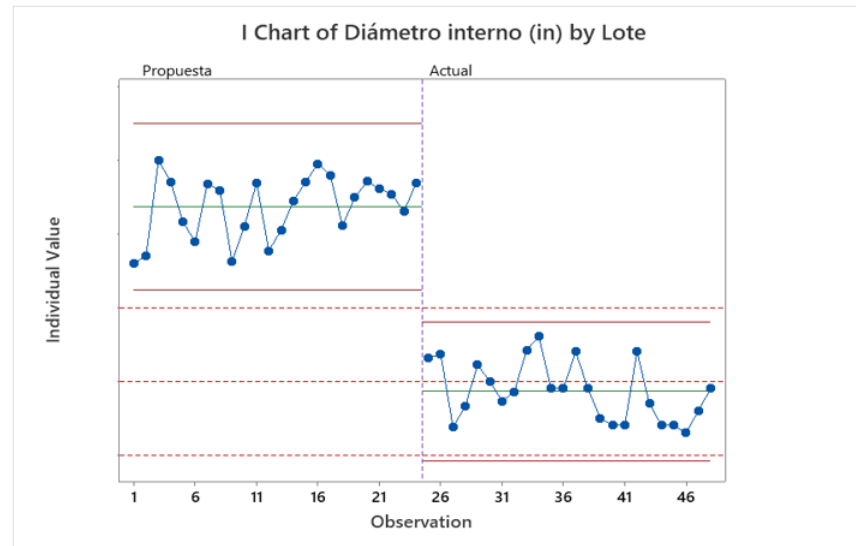
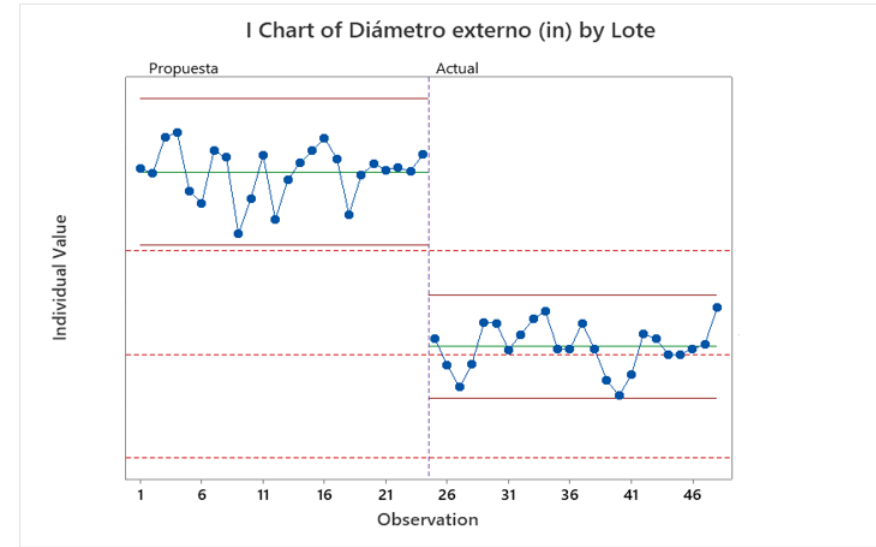
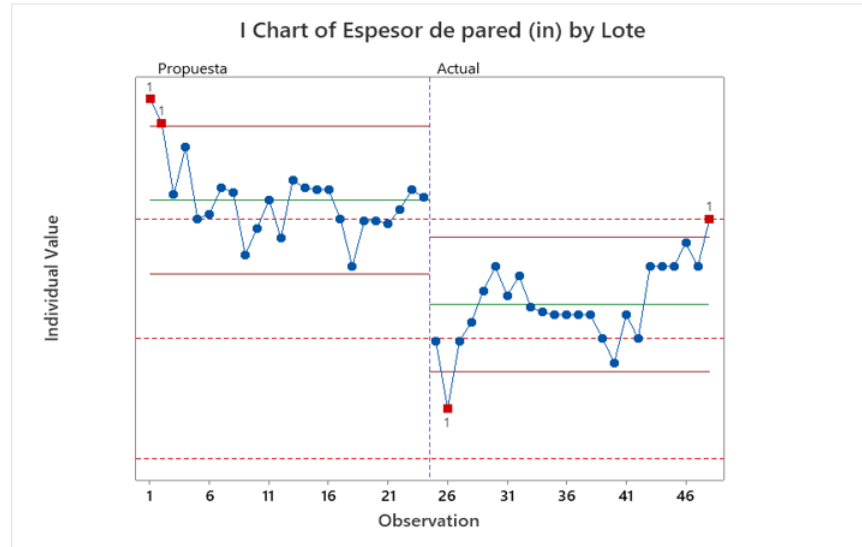


# Plan de Acción

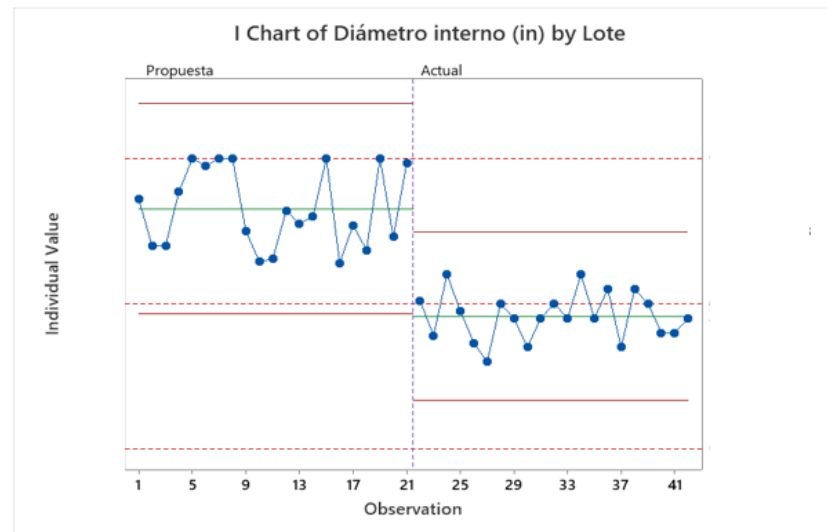
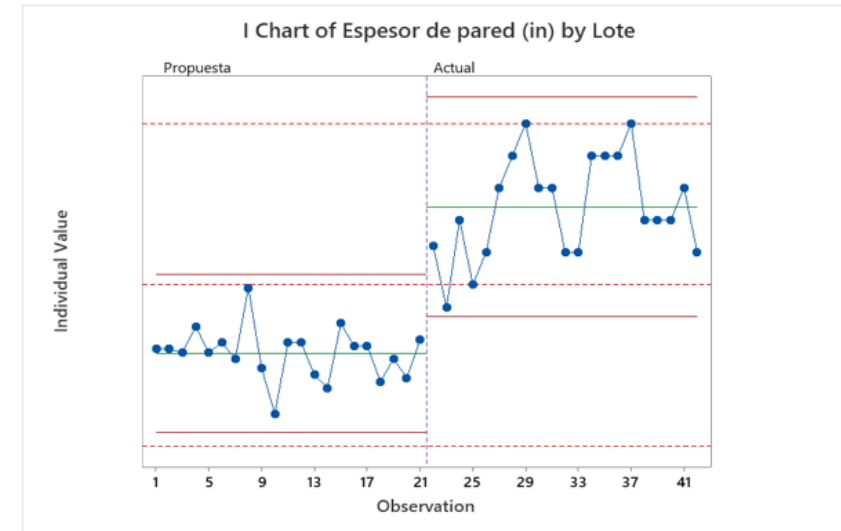
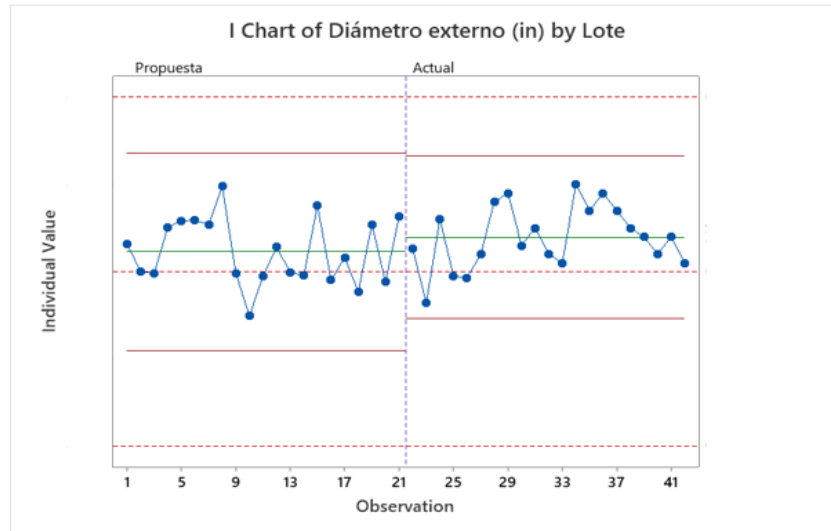


Contingencia\*

# Resultados Extrusión P

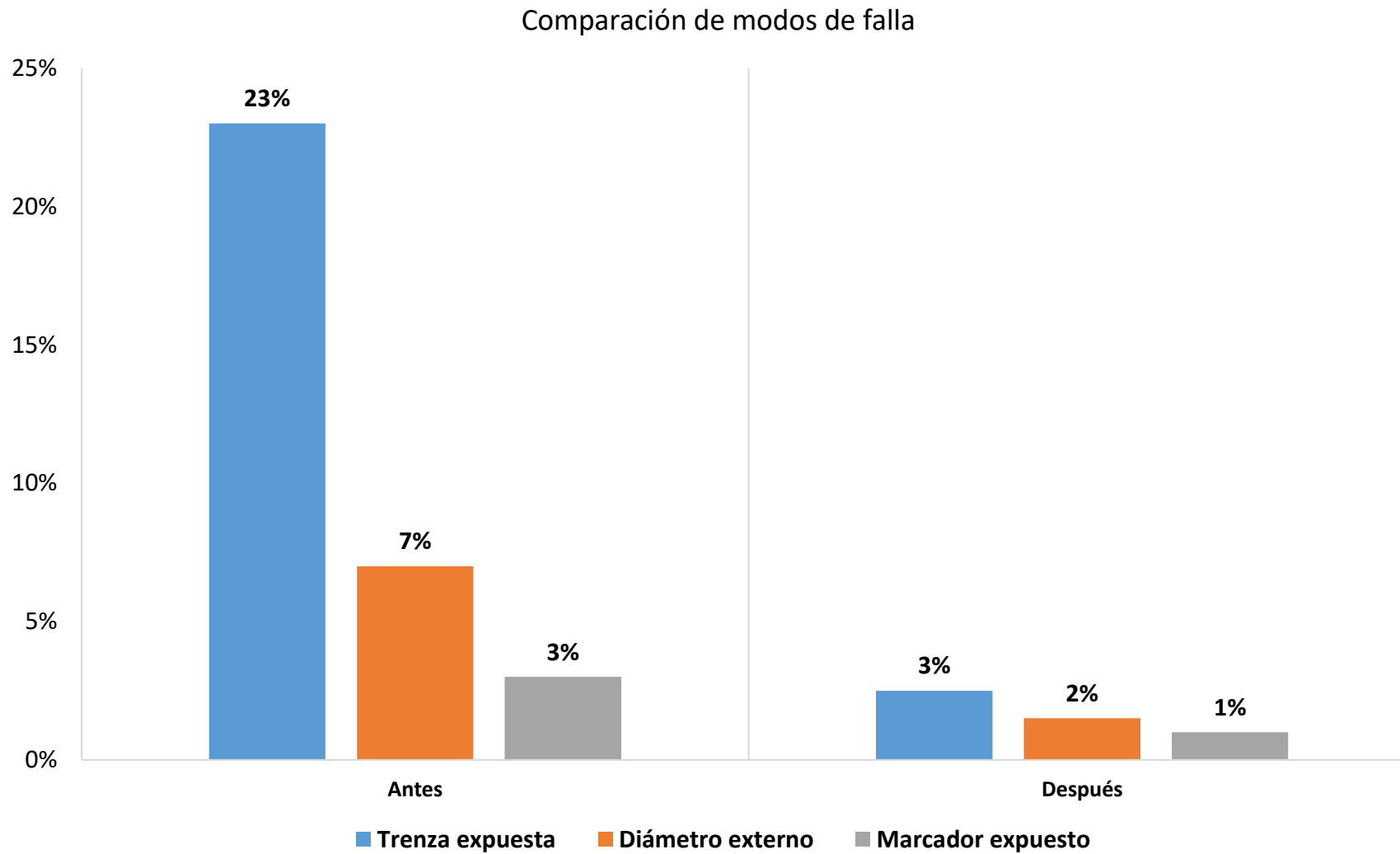


# Resultados Extrusión V





# Resultados



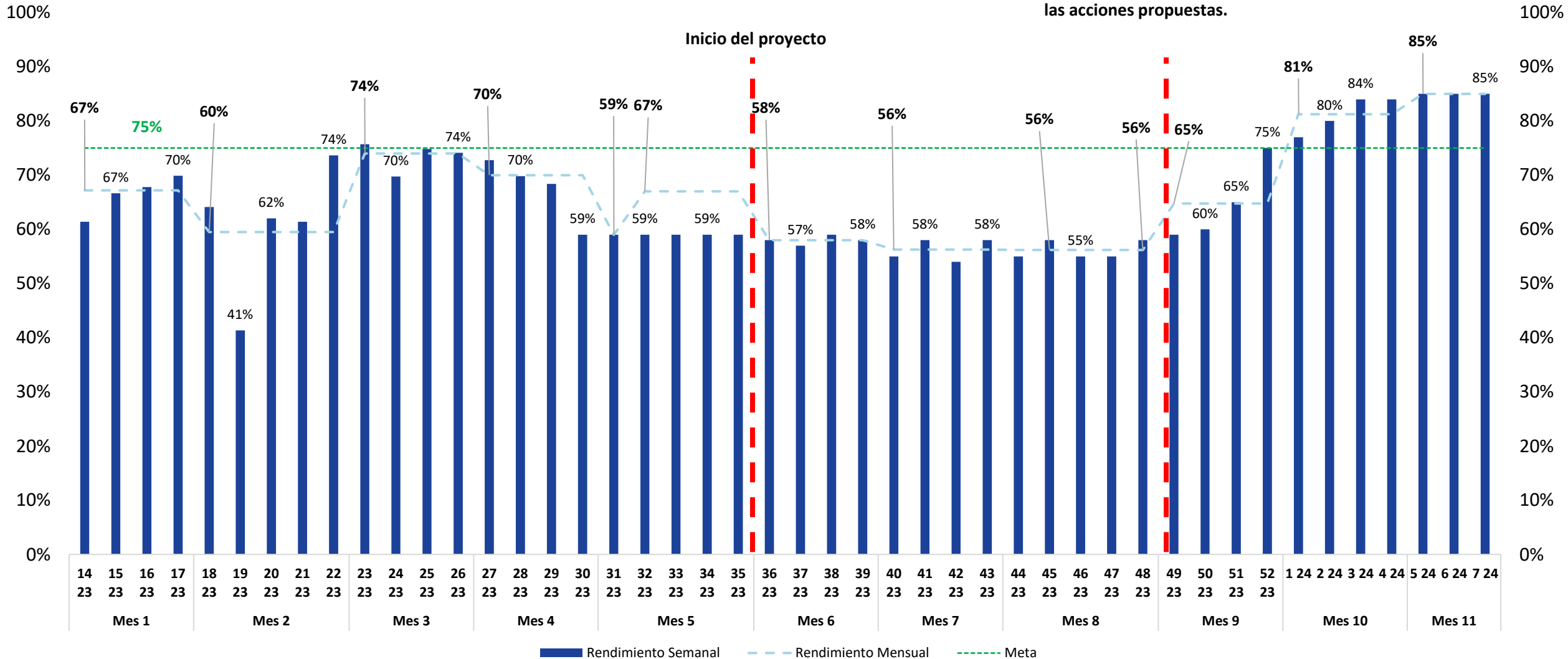
# Resultados con mejoras implementadas

C

Rendimiento 11 meses

Se implementan las mejoras de las acciones propuestas.

Inicio del proyecto

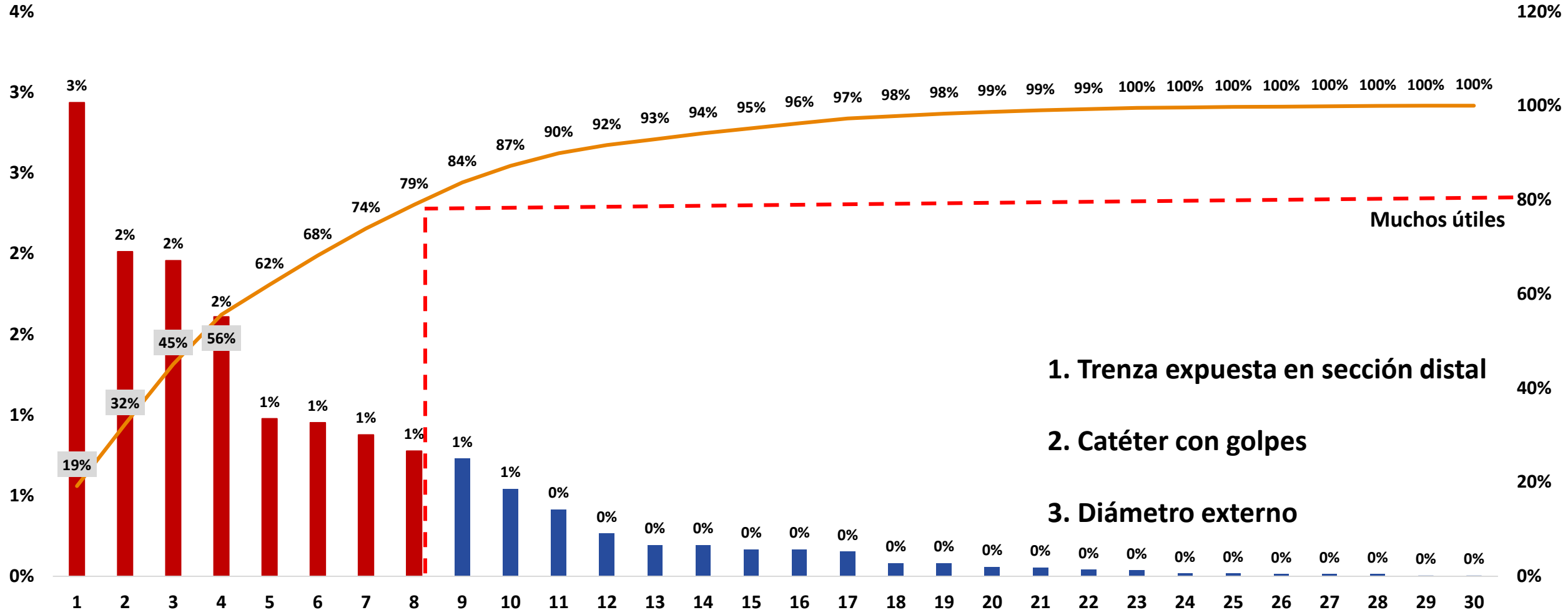


# Resultados

C

Pocos Vitales

Pareto con propuestas implementadas



1. Trenza expuesta en sección distal

2. Catéter con golpes

3. Diámetro externo

# Resultados

Rendimiento final

85.3%

Comparación entre antes y después

Implementación de RTY

85%

Aumento de rendimiento

26.1%

Disminución de Trenza Expuesta

20.1%

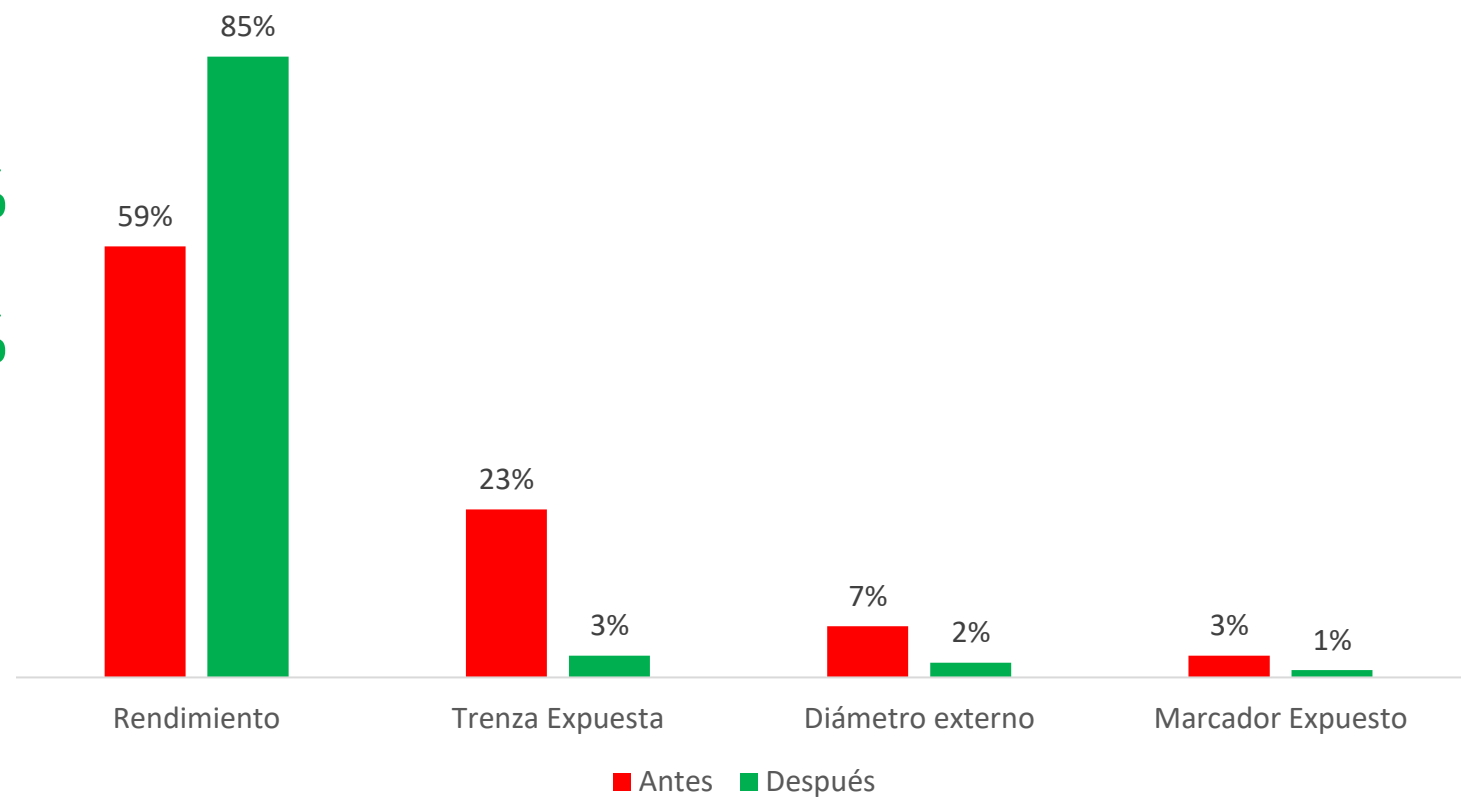
Disminución de Diámetro Externo

4.5%

Disminución de Marcador Expuesto

1.5%

Pizarra de ideas



# Lecciones Aprendidas

C

- Comunicación efectiva con las partes interesadas
- Mantener la trazabilidad
- Tomar en cuenta la opinión de todos los involucrados
- Alineación de objetivos
- Motivación
- Reconocer logros
- Estandarización de métodos



# Conclusiones

- **Un planteamiento específico del problema, junto con la aplicación de las etapas de la metodología DMAIC, asegura la optimización de los resultados.**
- **La metodología DMAIC mediante sus herramientas, asegura el logro sostenible de los objetivos establecidos y resultados óptimos, respaldado por análisis estadísticos y ejecutada de forma sistemática y eficaz.**
- **En el presente proyecto, hemos superado el objetivo establecido del 75%, alcanzando un rendimiento del 85%. Esto reafirma la eficacia de la metodología DMAIC.**



# Aumento de rendimiento en la línea de producción del catéter reforzado

**PXS**

**Carlos Calderón Molina**