



Caso de Estudio Estadístico sobre el Incremento de la Resistencia al Desgarre en una empresa de Cuero Automotriz

Trabajo terminal para optar por el
Diploma de Especialización en Curtido de Pieles

Presenta
Yojan Misael Mejía González

Asesora
María del Socorro García Murillo

León, Guanajuato, marzo de 2022



GOBIERNO DE
MÉXICO



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

CIATEC

León, Guanajuato, a 03 de marzo de 2022.

Coordinación de Posgrados.
CIATEC, A.C.
PRESENTE.

La abajo firmante Asesora del alumno, *Yojan Misael Mejía González* una vez leído y revisado el Trabajo Terminal titulado “*Caso de estudio estadístico sobre el incremento de la resistencia al desgarre en una empresa de cuero automotriz*” autorizo que dicho trabajo sea presentado e impreso por el alumno para aspirar al diploma de Especialización en Curtido de Pieles durante la defensa correspondiente.

Y para que así conste se firma la presente a los 03 días del mes de marzo del año 2022.

María del Socorro García Murillo





Agradecimientos.

A mi asesora de tesis quien me aconsejó, retroalimentó, quien me tuvo paciencia y orientó para poder darle forma a este proyecto.

A todos mis profesores quienes me proporcionaron su ayuda, su conocimiento, por su compromiso en la impartición de las asignaturas y prácticas.

A mis compañeros de generación por sus consejos, apoyó y amistad.
Agradezco a toda la plantilla docente del CIATEC quienes brindaron apoyo, comunicación, compromiso.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico otorgado para poder cursar y concluir estos estudios.

ÍNDICE GENERAL

Resumen	3
1. INTRODUCCIÓN	4
1.1 Alcance del Proyecto	5
1.2 Definición del Proyecto	5
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
3. MARCO TEÓRICO	7
3.1 Metodología DMAIC	7
3.2 Normalización del ensayo del cuero	8
3.2.1 Tipos de normas	8
3.2.2 Normas Internacionales	9
3.3 Ensayos	9
3.3.1 Ensayos Físicos	9
3.3.2 Determinación del desgarre	10
4. METODOLOGÍA	11
4.1.1 Definición del Programa	12
4.1.2 Miembros del Equipo Técnico	13
4.1.3 Identificar el tipo de proyecto	13
4.1.4 Mapear el proceso del proyecto	14
4.1.5 Definir las X's = Variables de entrada a ese proceso	16
4.1.6 Definir relaciones entre Y y X's (Causa y Efecto (C&E)).....	16
4.1.7 Elaborar una lista de las X's	17
4.1.8 Realizar la estadística descriptiva para la variable Y.....	18
4.1.9 Identificar los desperdicios y los procesos clave del proceso.....	18
4.1.10 Identificación del Sistema de medición.....	19
4.1.11 Análisis estadístico y gráfico.....	20
4.1.12 Análisis de variables del proceso.....	22
4.1.13 Análisis de variables del proceso.....	25
4.2 Medir.....	27
4.2.1 Evaluación del sistema de medición a través de un análisis Gage R&R...27	
4.2.2 Se elaborar un plan de acción.....	31
4.2.3 Análisis de correlación.....	32
4.2.4 Realizar el análisis de las variables a fin de identificar un modelo que replique o representelo que pasa en el modelo actual.	33
4.2.5 Establecer el desempeño para las Y's óptimas.....	39.
4.3 Evaluación.....	40
4.3.1 Generación de posibles soluciones.....	40

4.3.2 Documentar la validación de la condición óptima (Y's).....	47
4.3.3 Requerimientos del cliente definidos en el QFD.....	48
4.3.4 Gráficos de Control	50
4.3.5 Diseñar plan de implementación.....	54
DEFINICIÓN DE ACCIONES.....	54
BIBLIOGRAFÍA.....	54

RESUMEN

A través de las metodologías estadísticas se busca eliminar el desperdicio de los procesos y reestructurarlos para hacerlos más eficientes, rápidos y ágiles para responder a las necesidades de los Clientes creando un flujo continuo de Valor.

El presente trabajo consistió en desarrollar un proyecto con base al uso de herramientas estadísticas, a través de la metodología DMAIC y Lean Six Sigma. Los resultados obtenidos fueron totalmente satisfactorios ya que se logró reducir la cantidad de material fuera de especificación en la propiedad de Desgarre, evaluados en Laboratorio. Adicional, se encontró la causa raíz, siendo un ajuste en las especificaciones de espesor de los cueros en el proceso de raspado, siguiendo detalladamente la metodología aplicada (DMAIC) y haciendo uso de las herramientas Lean Six Sigma.

En lo que respecta a la reducción de material fuera de especificación, se logró satisfactoriamente la reducción, de un 58.3 % a un 0%. Todo este trabajo ha permitido una reducción económica sumamente ventajosa (en reducción de cueros rechazados), obteniendo ahorros a la empresa de más de dos millones de dólares al año, logrado con la implementación del presente proyecto.

1. INTRODUCCIÓN

Entre las condiciones de calidad habitualmente exigidas en cuero por la industria

automotriz, la resistencia al desgarre ocupa un lugar fundamental.

La Norma ISO 3377-1 especifica un método para determinar la resistencia al desgarre del cuero mediante un desgarre de un solo borde. El método a veces se describe como una rotura de pantalón. Es aplicable a todo tipo de pieles.

Según especificaciones internas de la empresa automotriz, para la evaluación de Calidad de cueros en Crust, el cuero debe de cumplir con un valor de Resistencia al Desgarre de mínimo 17 N en valores individuales y mayor o igual a 20 N en promedio. En el siguiente recuadro se describen los parámetros y condiciones con los que realizan las pruebas de desgarre:

Tabla 1: Parámetros y Especificaciones internas para la prueba de Resistencia al Desgarre.

Prueba	Método	Tamaño de Muestra	Especificación	Frecuencia
Resistencia al Desgarre	ISO 3377-1; May 2020	3 cueros / 2 muestras c/u / 1 paralelo & 1 perpendicular	Average = Min 20 N Individuals = Min 17 N	Cada Lote

La operación de Raspado, previa al RTE (Recurtido, Teñido y Engrase), consiste en hacer pasar la piel por una máquina que tiene dos cilindros mecánicos, de los cuales uno es liso, mientras que el otro tiene cuchillas en forma de “V” que cortan, sacando viruta al cuero. Con este proceso se puede regular e igualar la diferencia de espesor entre las diferentes zonas del cuero y entre diferentes cueros. La distancia entre los 2 cilindros es graduable y esto permite obtener cueros de diferentes espesores de acuerdo con el requerimiento del cliente. El espesor meta de esta operación es definido previamente en las etapas de diseño de producto y proceso.

Los problemas que se derivan por no cumplir con una especificación de resistencia al desgarre en cueros para la industria automotriz, van desde el incumplimiento de especificaciones, problemas de calidad, hasta rechazos de material.

Adicional, los costos en reclamos, pérdidas de cliente y nuevos programas haciende hasta millones de dólares.

La causa potencial de este problema viene desde los delgados espesores en que se comercializan los cueros, lo que resulta en estructuras fibrosas más débiles y que en consecuencia no conlleva al necesario entrecruzamiento entre las fibras del colágeno.

1.1 Alcance del Proyecto:

INCLUYE	Análisis del efecto del raspado sobre el comportamiento de la resistencia al desgarre bajo el método ISO 3377-1, en cuero en Crust curtido al cromo en una sola construcción "Y" de un OEM
NO INCLUYE	Otras pruebas, otros procesos o alguna otra construcción.
BARRERAS	Baja producción, equipos fuera de uso que puedan imposibilitar la obtención de resultados de las mediciones o prueba descrita, falta de métodos, competencia del personal para realizar las mediciones o pruebas, inversión económica,

1.2 Objetivos:

- Reducción de rechazos al 100% por bajo desempeño en desgarre en material Crust utilizando herramientas estadísticas.
- Identificar el factor principal causante del bajo desempeño a través del uso de herramientas estadísticas de Desgarre en la construcción X.
- Implementación sistémicos de cambios.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Qué?	Material Crust fuera de especificación en la prueba de Desgarre
¿Dónde?	Cueros en Crust; Cliente "X", construcción "Y" al ser evaluados en Laboratorio
¿Cuándo?	A partir de la implementación de la especificación interna para la liberación de cueros en Crust
¿Cuánto?	Actualmente se observa el 58% de los resultados individuales fuera de especificación en Desgarre para la construcción.
¿Cómo?	Método de prueba ISO 3377-1 Desgarre

Material Specification and Testing Protocol			
Characteristic	Test Method	Sample Size	Specification
Tear Strength	ISO 3377-1	3 Hides / 2 Sample Each / 1 parallel & 1 perpendicular	≤ 1.3 mm Crust Target: *Average = Min 20 N *Individuals = Min 17 N

Valor **Mínimo Aceptable: 17 Newtons**
 Desempeño **Actual Promedio: 15.86 Newtons**
 Material **fuera** de especificación: **58%**

Cueros en Crust curtidos al cromo utilizados en la producción en serie de una planta

de piel Automotriz, presentan un comportamiento de bajos valores de Desgarre que no cumplen con los requerimientos de especificación de calidad para la liberación del material.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Metodología DMAIC

DMAIC es una metodología estructurada de resolución de problemas ampliamente utilizada en los negocios. Las letras son un acrónimo de las cinco fases de la mejora Six Sigma: **Definir-Medir-Analizar-Mejorar-Controlar** (Imagen 1).

Estas fases conducen lógicamente a un equipo desde la definición de un problema hasta la implementación de soluciones vinculadas a las causas subyacentes y el establecimiento de las mejores prácticas para garantizar que las soluciones se mantengan en su lugar.



Imagen 1; Cinco fases de la mejora Six Sigma

3.2 Normalización del ensayo del cuero

El control de la calidad en la fabricación de curtidos precisa disponer de métodos de análisis y ensayo adecuados para examinar las primeras materias, verificar los procesos de producción, vigilar las emisiones y sus tratamientos, y en definitiva, para controlar la calidad del producto final.

3.2.1 Tipos de normas

Existen dos tipos diferentes de normas y estándares aplicados a la evaluación de la calidad del cuero:

a) Procedimientos de ensayo

Los procedimientos de ensayo describen, lo más exacta y

minuciosamente posible, cómo, por qué medios y en qué condiciones debe medirse un parámetro sobre una muestra dada. Siguiendo estrictamente el método descrito se obtendrán mediciones objetivas y reproducibles. No obstante, estas normas no indican cual es el resultado que debería alcanzarse para que el material ensayado fuera considerado adecuado para su uso previsto.

b) Especificaciones de calidad

Las especificaciones de calidad son normas que indican los parámetros que deben medirse, los procedimientos de ensayo que deben aplicarse, y los resultados que deberían obtenerse para comprobar que el material ensayado sea adecuado para el propósito para el que se ha fabricado.

3.2.2 Normas Internacionales

a) Normas IULTCS

En 1947 se fundó la unión Internacional de Asociaciones de Químicos y Técnicos de la Industria del Cuero – IULTCS -. La IULTCS dispone de tres Comisiones de Ensayos para el desarrollo de métodos normalizados:

- IUP; Procedimientos para ensayos físicos
- IUC; Procedimientos para análisis químicos

- IUF; Métodos de ensayos de solideces

La aprobación de los nuevos métodos y la revisión de los existentes se realiza en los Congresos de la IULTCS, previa propuesta de la comisión de Ensayos correspondiente.

b) Normas ISO

La responsabilidad y competencia para la adopción de métodos de ensayo internacionales de carácter oficial para cualquier material recae en la organización Internacional para la Normalización (ISO). El comité ISO TC-120 es el responsable de la normalización en curtidos.

3.3 Ensayos

3.3.1 Ensayos Físicos

Los ensayos físicos sirven para evaluar la resistencia del cuero para resistir esfuerzos y acciones a que deberá someterse en su transformación en un objeto común (cuero, por ejemplo), como en su empleo posterior por parte del consumidor.

Los ensayos físicos se ocupan de propiedades que dependen de la estructura del corte de cuero, considerado en todo su espesor. Las propiedades de uso del cuero se determinan mejor midiendo y valorando las propiedades físicas.

Los resultados de los ensayos físicos dependen considerablemente de muchos factores como la localización y las dimensiones de las probetas, las características técnicas de los instrumentos, las condiciones ambientales y

de particularidades de los métodos de ensayo. Por todo esto, el ensayo físico debe realizarse bajo estrictas condiciones de normalización en las cuales todas las variables son consideradas y quedan fijadas sin ambigüedades.

3.3.2 Determinación del desgarre

Explicación: Existen varios procedimientos para determinar la resistencia al desgarre en el cuero. En el método IUP 8, se realiza una ranura en el centro de la probeta. Los extremos curvados de dos piezas en forma de "L" se introducen en la ranura de la probeta. Estas piezas están fijadas por su otro extremo en las mordazas de un dinamómetro. Al poner en funcionamiento el dinamómetro, las piezas en forma de "L" introducidas en la probeta, se reporta la fuerza máxima alcanzada en newton. El ensayo también se realiza empleando una probeta tipo "pantalón" (Método ASTM D4704).

Utilidad: Se utiliza para evaluar la capacidad del cuero para aguantar las tensiones multidireccionales a que se encuentra sometido en sus usos prácticos. La resistencia al desgarre, es necesaria en cocidos, ojales y en todas las piezas con orificios o entalladuras sometidas a tensión, por esta razón un artículo de cuero: zapato, guantes, bolsos, billetera, o chaqueta debe ser sometido a este ensayo.

4. METODOLOGÍA

4.1 Definir

4.1.1 Definición del Programa

Se realiza una calendarización de las actividades principales del proyecto con la finalidad de poder trazar una expectativa de tiempos y un control estricto de los tiempos de ejecución.

		Status: D Done R Running P Planned O Delayed
Stage No.	Project Steps	Status
ACTIVITIES		
1	PHASE 1 - DEFINE	
1.1	Definición del Proyecto	D
1.2	Desarrollo de Project Charter	D
1.3	Enunciado del Problema	D
1.4	Mapa de Proceso	D
2	PHASE 2 - MEASURE	
2.1	Definición Operacional	D
2.2	Matriz Causa y Efecto	D
2.3	Análisis del Sistema de Medición	D
2.4	Desempeño del Proceso	D
3	PHASE 3 - ANALYZE	
3.1	Análisis de Datos	D
3.2	Diagrama X-Y	D
3.3	Definición de Hipótesis	D
3.4	Validación de Hipótesis	D
4	PHASE 4 - IMPROVE	
4.1	Metodología de Mejora	D
4.2	DOE	D
4.3	Formulaciones DOE	D
5	PHASE 5 - CONTROL	
5.1	Especificación del Proceso	D
5.2	AMEF	D
5.3	Plan de Control	D
5.4	Entrenamiento	D

4.1.2 Miembros del Equipo Técnico:

Miembros del Equipo Técnico	
Nombre	Área
Alberto Estrada	MX Product Development
Valeria Montoya	Ingeniería de Proceso
Manuel Rangel	Producción
Valeria Campos	Calidad Crust
María Alba	Metrología
Yojan Mejia	Laboratorio

- 4.1.3 Identificar el tipo de proyecto: reducción de consumo, aumento de capacidad, reducción de tiempo de ciclo, mejora en satisfacción del cliente.

Reducción de Material fuera de especificación en una construcción en proceso.

4.1.4 Mapear el proceso del proyecto (SIPOC, Mapa de Diagrama de Flujo el actual y el ideal).

SIPOC (R):

Proveedor	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes	Requerimientos
Formación de Lotes y Asignación (Incoming)	Cuero Seleccionado Tarimas Identificadas Parámetros de Máquina de Raspado Toyota, Noble Espesor de Raspado 1.0-1.1 Velocidad 11-15 m/min	Raspado	Máquina con parámetros de acuerdo a especificación Cueros con espesor raspado Cueros inspeccionados de acuerdo a especificaciones	Pesado de Lotes y Químicos y Recurtido Teñido y Engrase	Cueros con Espesor 1.0 - 1.1 Desempeño de Desgarre > 17 N en valores individuales
		Inspección Raspado			
		Pesado de Lotes y			
		Recurtido Teñido			
		Maquila			
		Aflojar precabado			
		Pulido			
		Desorille y Marcado de			
		Base			
		Reposo			
		Inspección Crust			
		Medición			

Mapa de Diagrama de Flujo Actual:

Part/Process Number	Process Name/Operation Description	Operation diagram code
T007.1	Formación de lotes y asignación	○
T010	Raspado	○
T020	Inspección Raspado	□
T022	Pesado de lotes	○
T025	Pesado de material químico	○
T030	Recurtido, Teñido y Engrase	○
T045	Maquila	○
T060	Aflojar preacabado	○
T080	Pulido	○
T190	Desorillo y Marcado de Fierros	○
T200	Base	○
T270	Reposo Intermedio	□
T110	Inspección (Planta Crust)	□
T330	Medición	○

Flujo Ideal: En el flujo ideal, el proceso T010 de Raspado se intenta corregir la especificación de raspado de 1.0 – 1.1 -> 1.0 – 1.2 – Incrementando 0.1 en la especificación de raspado.

Part/Process Number	Process Name/Operation Description	Operation diagram code
T007.1	Formación de lotes y asignación	○
T010	Raspado	○

ANTES

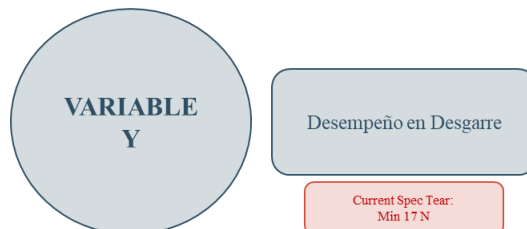


DESPUÉS

T010-RA SPADO/ SHAVING			
MÁQUINA DE RA SPADOR			
CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICACIONES	METODO	ACTUAL
ESPESOR DE RA SPADO (I)	1.0 - 1.1mm	DISPOSITIVO DE LA MÁQUINA REGISTRO: GL-U-IR-001	
VELOCIDAD	11-15m/min(SIN CUERO)	DISPOSITIVO DE LA MÁQUINA	
TROQUELADO	0	AV.CDP PIEL T010.18	

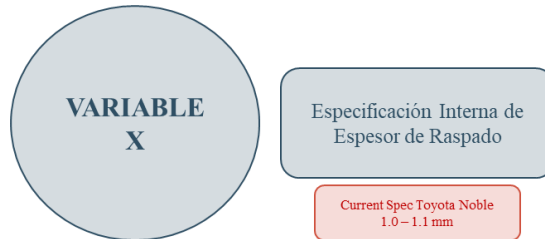
T010-RA SPADO/ SHAVING			
MÁQUINA DE RA SPADOR			
CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICACIONES	METODO	ACTUAL
ESPESOR DE RA SPADO (I)	1.0 - 1.2mm	DISPOSITIVO DE LA MÁQUINA REGISTRO: GL-U-IR-001	
VELOCIDAD	11-15m/min(SIN CUERO)	DISPOSITIVO DE LA MÁQUINA	
TROQUELADO	0	AV.CDP PIEL T010.18	

4.1.5 Definir la Y = Variable de respuesta (Continua o Discreta).

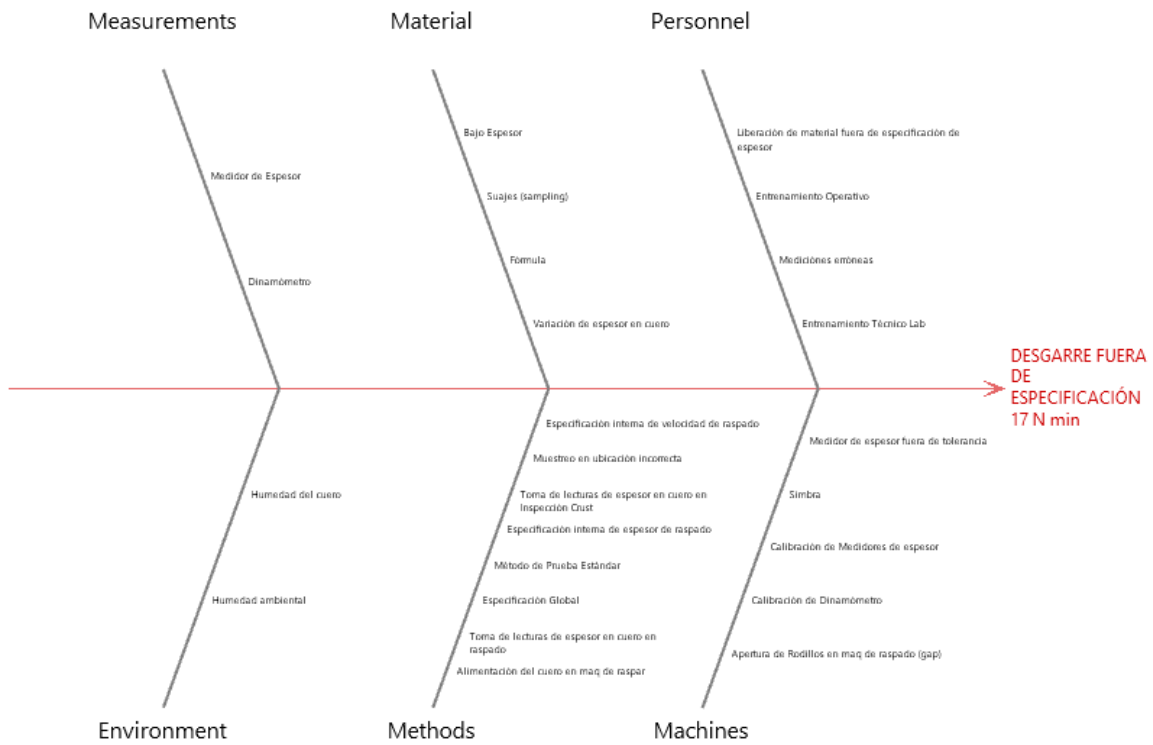


4.1.6 Definir las X's = Variables de entrada a ese proceso (Con el

equipo).



4.1.7 Definir relaciones entre Y y X's (Causa y Efecto (C&E)).



Rating of Importance to Customer		9	10						
		1	3						
Process Outputs (What Do We Want to Improve?) 		Cueros con Espesor 1.0 -1.1	Desempeño en Desgarre Min 17 N	Total	Impact / Implement Score				
Process Inputs (Initiatives, Projects or Activities) 									
1	Materia prima seleccionada (cuero)					3	3	96	4
2	Especificación de espesor de raspado					9	9	288	1
3	Especificación de velocidad de raspado					3	3	156	1
4	Mano de obra - Competencia del personal					3	3	162	2
5	Identificación del Material - Troquelado					0	0	84	4
6	Hojas de Instrucción de Especificaciones y Parámetros - RPP					3	1	124	3
7	Máquinaria de Raspar	9	1	121	2				
Total		243	230						

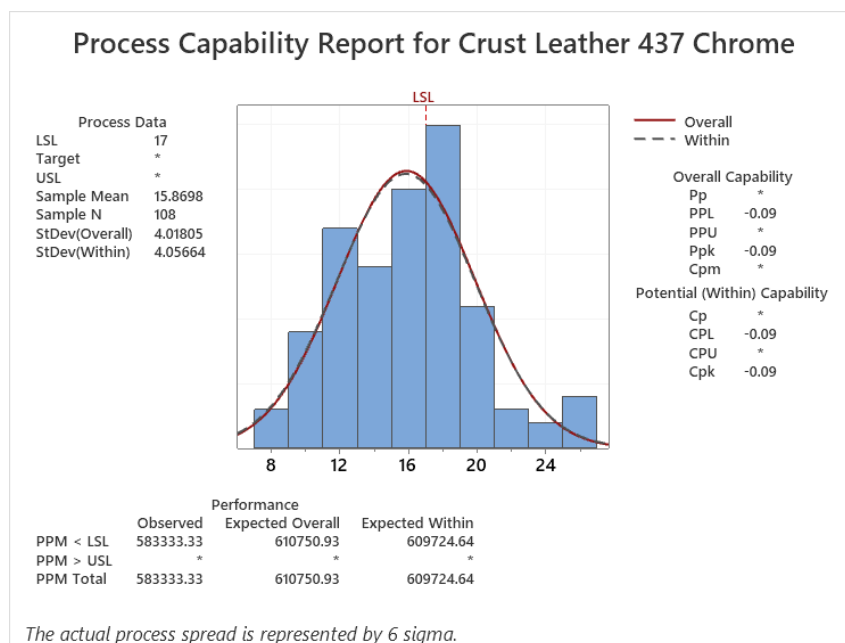
4.1.8 Elaborar una lista de las X's respondiendo a si se miden actualmente, de lo contrario, determinar la posibilidad de medirlas.

- [Espesor Raspado – Medición actual con gages de espesor calibrados](#)
- [Espesor Crust – Medición actual con gages de espesor calibrados](#)
- [Resultados de Desgarre – Medición a través de Dinamometro calibrado](#)

4.1.9 Realizar la estadística descriptiva para la variable Y o de salida en Minitab para ver cómo se comporta la variable de respuesta en promedio, desviación estándar e intervalos de

confianza.

- Promedio: Valores en Newtons para el desempeño de desgarre.
 - Promedio Actual: 15.8
 - Desviación: 4.0
 - Intervalo de confianza: 95%



4.1.10 Identificar los desperdicios y los procesos clave del proceso.

- Proceso Clave: **Raspado**.
- Procesos Clave de soporte: **Inspecciones Raspado y Crust**
- Desperdicios:
 - Transporte; Del área de incoming al área de raspado se tienen que transportar tarima por tarima con los cueros

seleccionados, adicional se tiene que buscar un área disponible en donde ir colocando las tarimas.

- Espera; En el área de raspado el personal tiene lapsos de 2-5 minutos promedio en raspar nuevamente de una tarima terminada a una nueva.

Part/Process Number	Process Name/Operation Description	Operation diagram code
T007.1	Formación de lotes y asignación	○
T010	Raspado	○
T020	Inspección Raspado	□
T022	Pesado de lotes	○
T025	Pesado de material químico	○
T030	Recurtido, Teñido y Engrase	○
T045	Maquila	○
T060	Aflojar preacabado	○
T080	Pulido	○
T190	Desorillo y Marcado de Fierros	○
T200	Base	○
T270	Reposo Intermedio	□
T110	Inspección (Planta Crust)	□
T330	Medición	○

4.1.11 Identificación del Sistema de medición.

Identificar las variables de las cuales se tiene conocimiento y de las cuales se puede hacer correlaciones con las variables de salida.

- a. Verificar la integridad, captura y tipo de datos.
- b. Elaborar la base de datos recolectados.

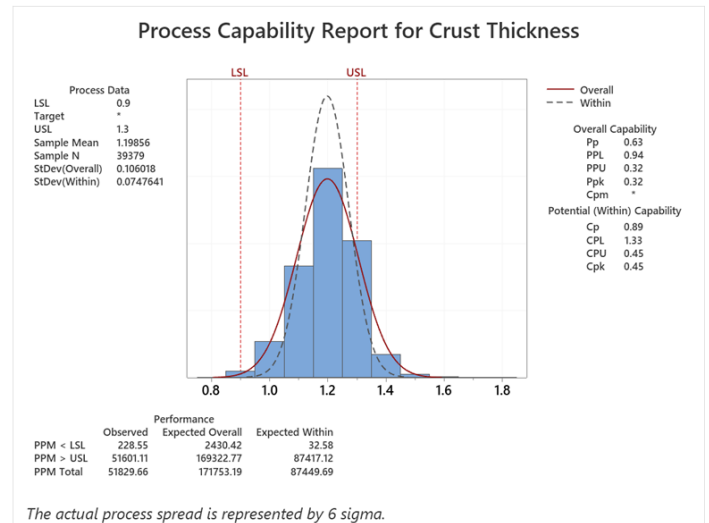
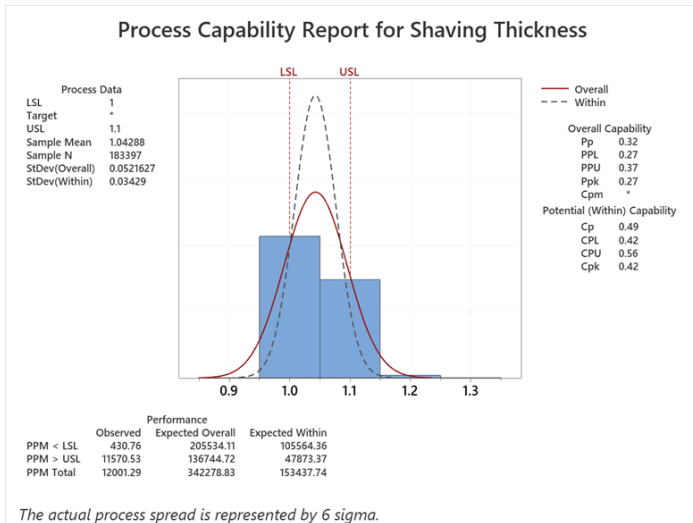
- c. Implementar el proceso de encuesta o muestra (formato) y establecer su confiabilidad. Corregir si es necesario.

Identificación de Variables:

- Mediciones de Espesor después de raspado; Desempeño actual: **1.0 promedio**
- Mediciones de Espesor después de Inspección Crust (al final del proceso): **1.19 promedio**

Base de Datos Recolectados:

ZONA	PP1	PP2	PP3	PP4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Cuello	1	1.00	1.10	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10	1.00	1.00	1.00	1.10	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.10	1.10		1.00	0.90	
Cuello	2	1.10	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.10	1.10	1.00	1.00	1.10	1.00	1.10	1.00	1.10	1.10	1.00		1.00	1.00	
Lomo	3	1.00	1.10	1.00	1.10	1.00	1.10	1.10	1.10	1.00	1.00	1.00	1.10	1.10	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00		1.00	0.90	
Lomo	4	1.10	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.10	1.00	1.00	1.10	1.00	1.10	1.00	1.00		1.00	1.00	
Patas	5	1.00	1.10	1.10	1.10	1.00	1.10	1.10	1.10	1.00	1.10	1.00	1.00	1.10	1.10	1.10	1.00	1.10	1.00	1.10	1.00		1.00	1.00	
Garras	6	1.10	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.10	1.10	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.10	1.00		1.00	1.00	
Garras	7	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	
Patas	8	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	
Culata	9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.10	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.10	1.00	1.10		1.00	1.00	
Culata	10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.10	
Patas	11	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	
Garras	12	1.10	1.00	1.00	1.10	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	
Garras	13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.10	1.00	1.00	1.00	0.90	1.00	1.00	1.10	1.10	1.00		1.10	0.90	
Patas	14	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.00		1.00	1.00	
$\bar{x} = \frac{\text{Su m a}}{n}$		1.03	1.03	1.03	1.04	1.03	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	1.05	1.04	1.04	1.05	1.02	1.01	1.04	1.04	1.04	1.04	1.02	0.00	1.01	0.99
LIMITE SUPERIOR		PASA	PASA	PASA	PASA	PASA	PASA	PASA	PASA	PASA	PASA	PASA	PASA	PASA	PASA	PASA	PASA	PASA	PASA	PASA	PASA	0	PASA	PASA	
LIMITE INFERIOR		PASA	PASA	PASA	PASA	PASA	PASA	PASA	PASA	PASA	PASA	PASA	PASA	PASA	PASA	PASA	PASA	PASA	PASA	PASA	PASA	0	PASA	PASA	



4.1.12 Análisis estadístico y gráfico. - Identificación de distribución que aplica al proceso actual analizado e identificar aquellos parámetros que representan el comportamiento del proceso (media, desviación estándar, etc.).

Distribución: Normal (curva de campana).

Media: 15.86 N

Desviación Estándar: 4.0

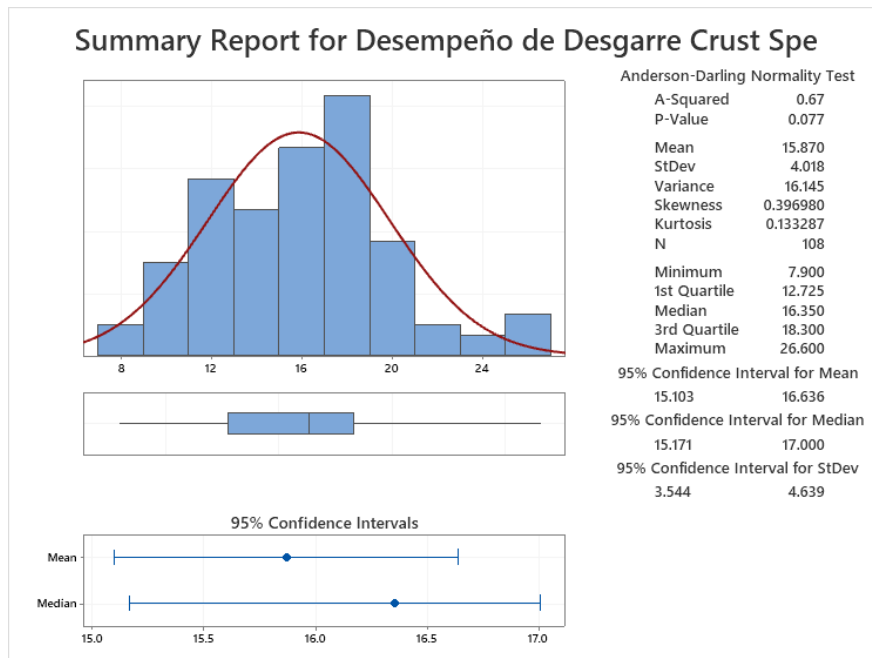
Cpk: -0.09

PPM: 58%

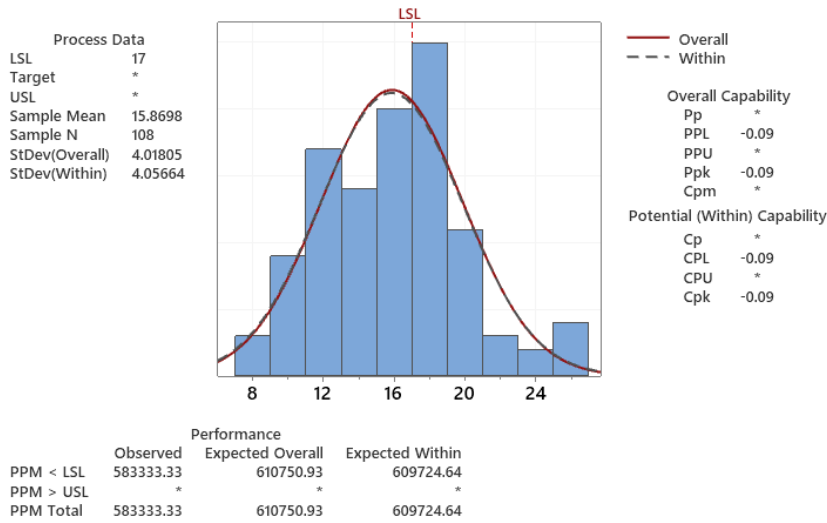
Statistics

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3
Desempeño de Desgarre Crust Spe	108	0	15.870	0.387	4.018	7.900	12.725	16.350	18.300

Variable	Maximum
Desempeño de Desgarre Crust Spe	26.600



Process Capability Report for Crust Leather 437 Chrome

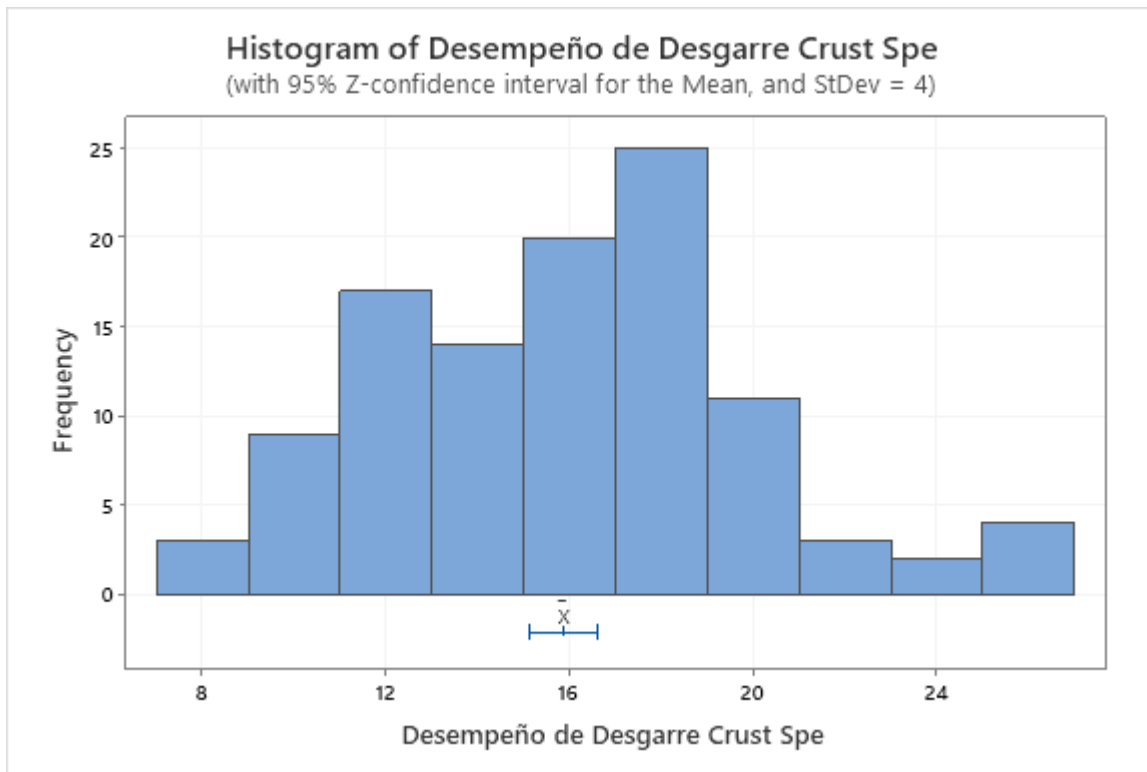


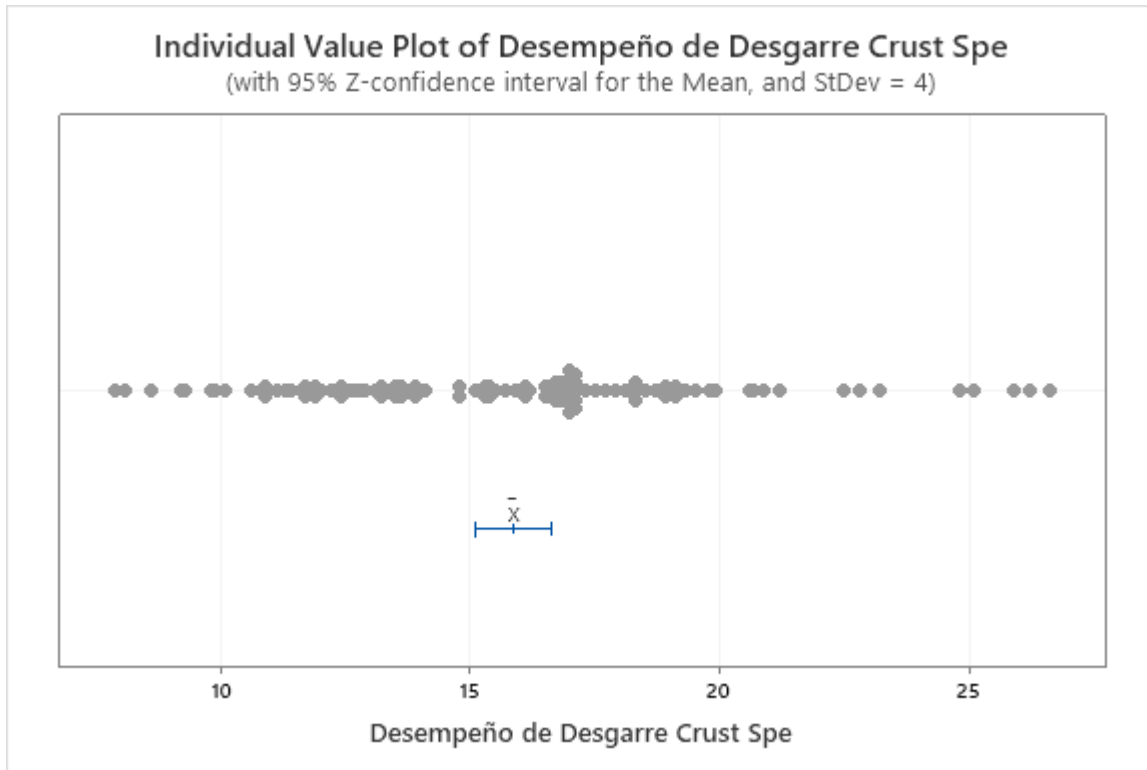
The actual process spread is represented by 6 sigma.

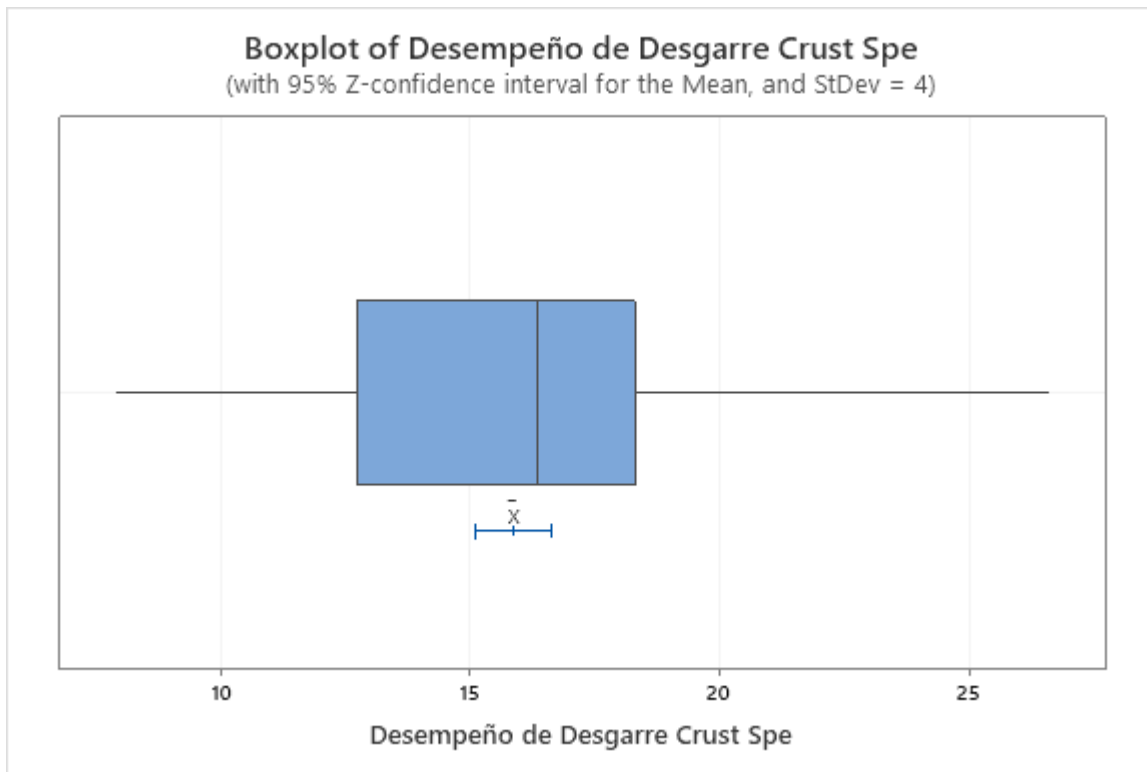
Descriptive Statistics

N	Mean	StDev	SE Mean	95% CI for μ
108	15.870	4.018	0.385	(15.115, 16.624)

μ : population mean of Desempeño de Desgarre Crust Spe
Known standard deviation = 4







4.1.13 Análisis de variables del proceso. - Evaluación del estado actual del proceso en su nivel de seis sigmas y realizar un diagnóstico preliminar sobre aquellas variables que se encuentran fuera de control. En esta primera etapa se deberá de realizar al menos de manera preliminar un AMEF del proceso para identificar sus posibles fallas y su nivel de ocurrencia

Operation ID	Operation name	Operation Function	Requirement	Potential Failure Modes	Potential Effect(s) of Failure	S	I	Potential Cause / Mechanism of Failure	Current Process Controls Prevention	O	Current Process Controls Detection	D	P	N	Recommendation	Responsible	Due Date	Action Results								
																		Actions taken	S	O	D	R P N	% Reduction			
TD10	Raspado Shaving	Ajustar el espesor de la piel de acuerdo a la especificación Adjust the thickness of the leather according to the specification.	Especificación de raspado Shaving specification	1. Espesor bajo 1. Low Thickness	1. Problemas con la costura y ensamble 1. Problems on sewing and assembly 2. Bajo desempeño en pruebas físicas y mecánicas (desgare, tensión y resistencia a la costura) 2. Low performance on physical-mechanical tests (tear, tensile and stitching resistant) 3. Rechazar una proporción del lote 3. Reject a proportion of the lot	7	1	1. Afilado des-uniforme de las cuchillas. 1. Sharp blade non-uniform.	1. Puesta a punto 2. Plan de mantenimiento preventivo y productivo. 1. Set up 2. Preventive and productive maintenance plan.	1. Doble inspección de espesor. 2. Gráfico de control de espesor 1. Double thickness inspection. 2. Thickness Control Chart	6	5	210			N/A										
								2. Rodillos no paralelos 2. Rolls not parallel	1. Puesta a punto 2. Plan de mantenimiento preventivo y productivo. 1. Set up 2. Preventive and productive maintenance plan.	1. Doble inspección de espesor. 2. Gráfico de control de espesor 1. Double thickness inspection. 2. Thickness Control Chart	6	5	210			N/A										
								3. La presión de la bomba se encuentra fuera del rango especificado hacia el límite inferior. 3. The pressure of the machine's pump out of specified range	1. Puesta a punto. 2. Pokayoke de velocidad. 3. Plan de mantenimiento preventivo y productivo. 1. Set up 2. Speed Pokayoke 3. Preventive and productive maintenance plan.	1. Doble inspección de espesor. 2. Gráfico de control de espesor 1. Double thickness inspection. 2. Thickness Control Chart	6	5	210			N/A										
								4. Desgaste de la regleta. 4. Slick wear	1. Puesta a punto 2. Plan de mantenimiento preventivo y productivo. 1. Set up 2. Preventive and productive maintenance plan.	1. Doble inspección de espesor. 2. Gráfico de control de espesor. 1. Double thickness inspection. 2. Thickness Control Chart	6	5	210			N/A										
								5. Equipo de medición de espesor desajustado 5. Uncalibrated equipment and / or damaged	1. Puesta a punto 2. Plan de verificación de equipos de medición 1. Set up 2. Verification of measurement equipment plan.	1. Doble inspección de espesor. 2. Gráfico de control de espesor. 1. Double thickness inspection. 2. Thickness Control Chart	6	5	210			N/A										
								6. La velocidad de raspado sin cuero está fuera del rango especificado. 6. The shaving speed without hide is out of specified range.	1. Puesta a punto 2. Pokayoke de velocidad 1. Set up 2. Speed pokayoke	1. PLC de máquina de raspado al inicio de cada partida. 1. PLC of shaving machine at the beginning of each lot.	6	5	210			N/A										
								7. Sutura de for 7. Looseness	1. Rodillo de cuchillas con mayor desgaste en zonas. 1. Slatto roll with higher wear in some areas.	1. Puesta a punto 2. Plan de mantenimiento preventivo y productivo. 1. Set up 2. Preventive and productive maintenance plan.	5	5	175			N/A										
								8. Problemas con la costura y ensamble. 8. Problems on sewing and assembly	2. Rodillo alimentador (comado) desgastado y / o dañado. 2. Feed roll (chrome) with wear and / or damage.	1. Puesta a punto 2. Plan de mantenimiento preventivo y productivo. 1. Set up 2. Preventive and productive maintenance plan.	5	5	175			N/A										
								9. Una proporción del lote se retrabaja 9. Rework a proportion of the lot	3. Rodillos no paralelos 3. Rolls not parallel	1. Puesta a punto 2. Plan de mantenimiento preventivo y productivo. 1. Set up 2. Preventive and productive maintenance plan.	5	5	150			N/A										
												4. La presión de la bomba se encuentra fuera del rango especificado hacia el límite superior. 4. The pressure of the machine's pump out of specified range	1. Puesta a punto. 2. POKA YOKE de velocidad. 3. Plan de mantenimiento preventivo y productivo. 1. Set up 2. Speed POKA YOKE 3. Preventive and productive maintenance plan.	5	5	150						N/A				
				5. La velocidad de raspado está fuera del rango especificado. 5. The shaving speed is out of specified range.	1. Puesta a punto 2. Pokayoke de velocidad 1. Set up 2. Speed pokayoke	5	5	150						N/A												

4.2 Medir

4.2.1 Evaluación del sistema de medición a través de un análisis Gage R&R.

Se evaluará el grado de variación del proceso y cada uno de sus componentes y definirá un plan de acción para normalizar el sistema de medición en caso de que así se requiera.

Estudio R&R Medición Espesor Raspado

R&R del sistema de medición Componentes de la varianza

Fuente (de CompVar)	CompVar	%Contribución
Gage R&R total	0.0001966	0.80
Repetibilidad	0.0001966	0.80
Reproducibilidad	0.0000000	0.00
Operador	0.0000000	0.00
Parte a parte	0.0242251	99.20
Variación total	0.0244217	100.00

Evaluación del sistema de medición

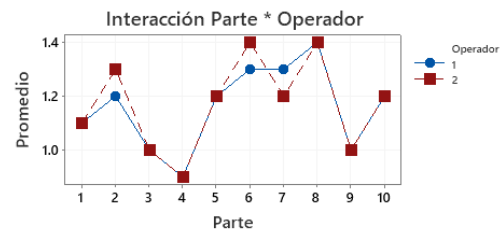
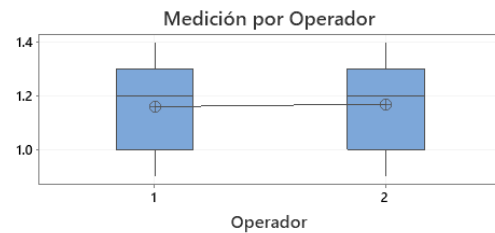
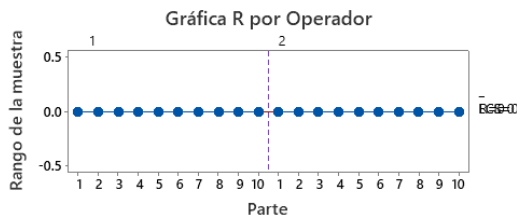
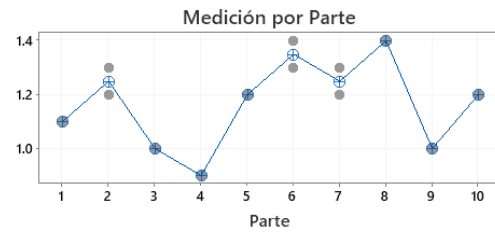
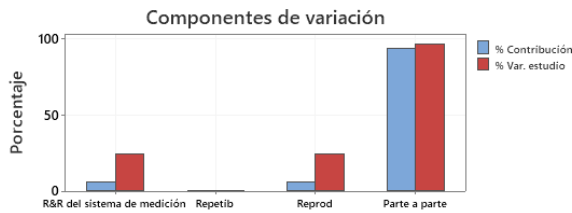
Fuente (DE) (6 × DE) estudio (%VE)	Desv.Est. Var. estudio %Var.		
Gage R&R total	0.014021	0.084124	8.97
Repetibilidad	0.014021	0.084124	8.97
Reproducibilidad	0.000000	0.000000	0.00
Operador	0.000000	0.000000	0.00
Parte a parte	0.155644	0.933864	99.60
Variación total	0.156274	0.937646	100.00

Número de categorías distintas = 15

Informe de R&R del sistema de medición (ANOVA) para Medición

Nombre del sistema de medición :
 Fecha del estudio:

Notificado por:
 Tolerancia:
 Misc:



Conclusión Estudio R&R Medición Espesor Raspado:

%R&R se encuentra por debajo del 10% como aceptable, adicional el NCD se encuentra por encima de 5, lo que confirma un apropiado sistema de medición.

Estudio R&R Medición Espesor Inspección Raspado

R&R del sistema de medición Componentes de la varianza

Fuente (de CompVar)	CompVar	%Contribución
Gage R&R total	0.0016111	5.98
Repetibilidad	0.0000000	0.00
Reproducibilidad	0.0016111	5.98
Operador	0.0000000	0.00
Operador*Parte	0.0016111	5.98
Parte a parte	0.0253333	94.02
Variación total	0.0269444	100.00

Evaluación del sistema de medición

Fuente (DE) (6 × DE) estudio (%VE)	Desv.Est. Var. estudio %Var.		
Gage R&R total	0.040139	0.240832	24.45
Repetibilidad	0.000000	0.000000	0.00
Reproducibilidad	0.040139	0.240832	24.45
Operador	0.000000	0.000000	0.00
Operador*Parte	0.040139	0.240832	24.45
Parte a parte	0.159164	0.954987	96.96
Variación total	0.164148	0.984886	100.00

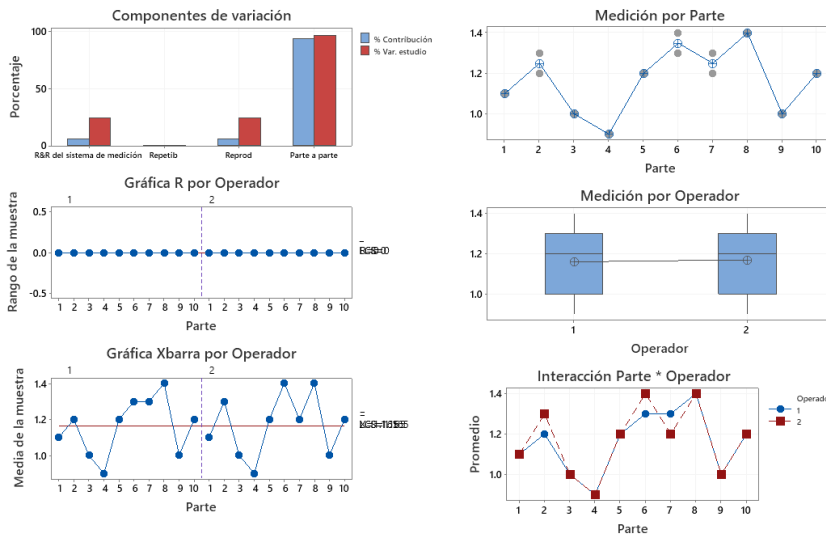
Número de categorías distintas = 5



Informe de R&R del sistema de medición (ANOVA) para Medición

Nombre del sistema de medición :
Fecha del estudio:

Notificado por:
Tolerancia:
Misc:



Conclusión Estudio R&R Medición Espesor Inspección Raspado:
%R&R se encuentra por encima del 10%, adicional el NCD se encuentra en el límite de 5, lo que confirma un área de oportunidad para mejorar el sistema de medición.

Estudio de Medición de Espesor Inspección Crust

R&R del sistema de medición Componentes de la varianza

Fuente (de CompVar)	CompVar	%Contribución
Gage R&R total	0.0015926	6.06
Repetibilidad	0.0002222	0.85
Reproducibilidad	0.0013704	5.22
Operador	0.0005926	2.26
Operador*Parte	0.0007778	2.96
Parte a parte	0.0246667	93.94
Variación total	0.0262593	100.00

Evaluación del sistema de medición

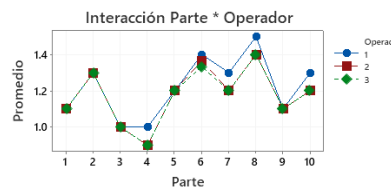
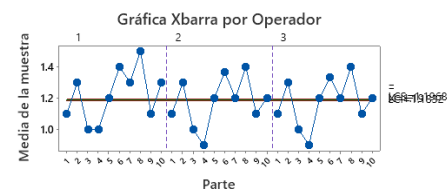
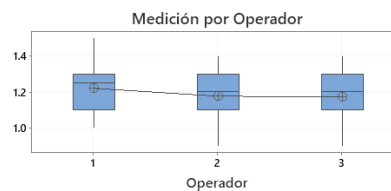
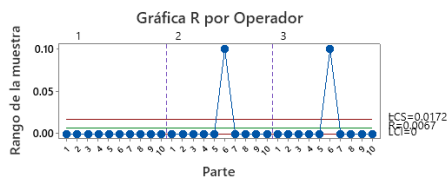
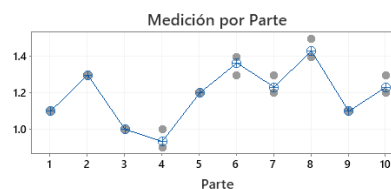
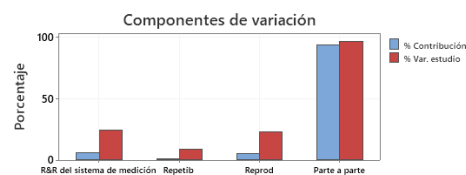
Fuente (DE) (6 × DE) estudio (%VE)	Desv.Est. Var. estudio %Var.		
Gage R&R total	0.039907	0.239444	24.63
Repetibilidad	0.014907	0.089443	9.20
Reproducibilidad	0.037019	0.222111	22.84
Operador	0.024343	0.146059	15.02
Operador*Parte	0.027889	0.167332	17.21
Parte a parte	0.157056	0.942338	96.92
Variación total	0.162047	0.972283	100.00

Número de categorías distintas = 5

Informe de R&R del sistema de medición (ANOVA) para Medición

Nombre del sistema de medición :
Fecha del estudio:

Notificado por:
Tolerancia:
Misc:



Conclusión Estudio de Medición de Espesor Inspección Crust:

%R&R se encuentra por encima del 10%, adicional el NCD se encuentra en el límite

de 5, lo que confirma un área de oportunidad para mejorar el sistema de medición.

4.2.2 Se elaborará un plan de acción para corregir la variabilidad del sistema de medición a fin de garantizar una certeza de detección de desviaciones del proceso a corto y largo plazo.

Capacitación en el uso y manejo de medidores de espesor para mejora de R&R de Inspección Raspado e Inspección Crust



Gage R&R Variance Components

Source	VarComp	%Contribution
(of VarComp)		
Total Gage R&R	0.0001667	0.60
Repeatability	0.0001667	0.60
Reproducibility	0.0000000	0.00
Operator	0.0000000	0.00
Part-To-Part	0.0277037	99.40
Total Variation	0.0278704	100.00

Gage Evaluation

Source	StdDev (SD)	Study Var
(6 × SD)	%Study Var	
(%SV)		
Total Gage R&R	0.012910	0.07746
Repeatability	0.012910	0.07746
Reproducibility	0.000000	0.00000
Operator	0.000000	0.00000
Part-To-Part	0.166444	0.98867
Total Variation	0.166944	1.00167
Number of Distinct Categories	= 18	

Gage R&R Variance Components

Source	VarComp	%Contribution
(of VarComp)		
Total Gage R&R	0.0002232	0.81
Repeatability	0.0002194	0.80
Reproducibility	0.0000038	0.01
Operator	0.0000038	0.01
Part-To-Part	0.0271759	99.19
Total Variation	0.0273991	100.00

Gage Evaluation

Source	StdDev (SD)	Study Var
(6 × SD)	%Study Var	
(%SV)		
Total Gage R&R	0.014939	0.089634
Repeatability	0.014811	0.088868
Reproducibility	0.001949	0.011694
Operator	0.001949	0.011694
Part-To-Part	0.164851	0.989107
Total Variation	0.165527	0.993160
Number of Distinct Categories	= 15	

Inspección Raspado

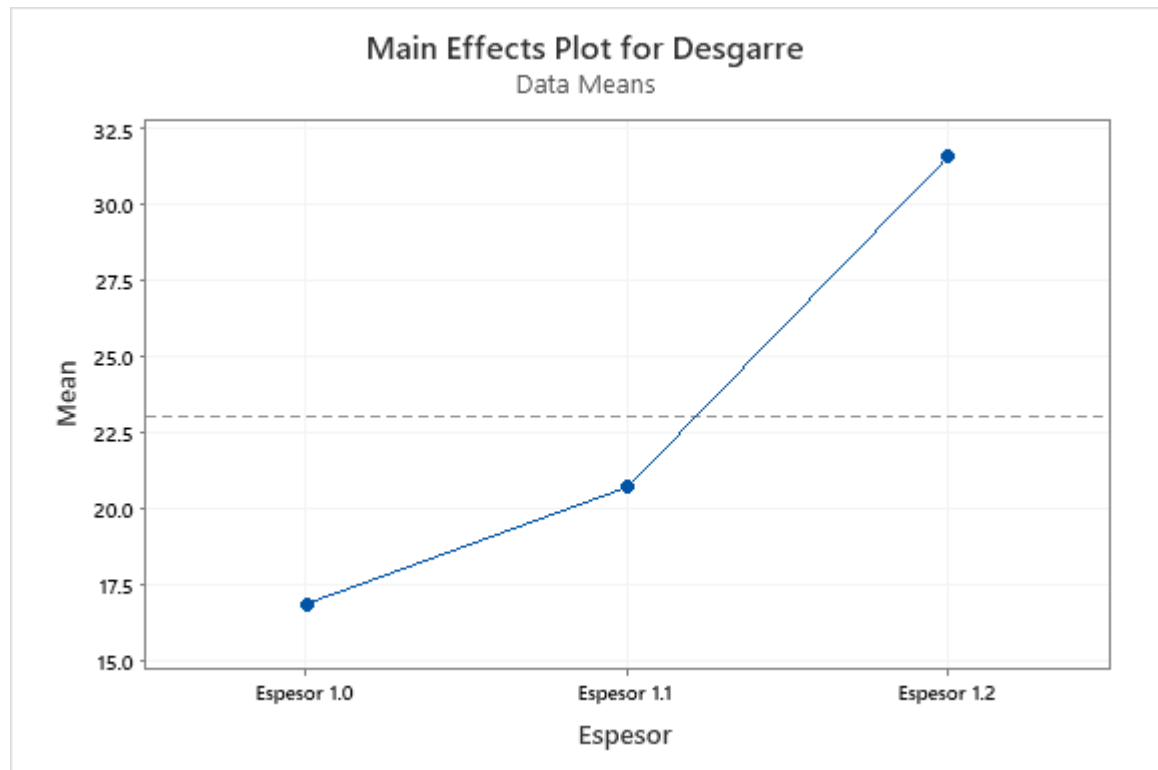
Inspección Crust

Conclusión Estudio R&R:

%R&R se encuentra por debajo del 10% como aceptable, adicional el NCD se encuentra por encima de 5, lo que confirma que se mejoró el sistema de medición.

4.2.3 Análisis de correlación. - Realización de un análisis correlación y/o ANOVA con la finalidad de evaluar el grado de relación entre las variables del proceso y cuales están ligadas con las variables de salida o requerimientos del cliente.

- 4.2.3.1 Realizar el análisis de las variables a fin de identificar un modelo que replique o representelo que pasa en el modelo actual.
- 4.2.3.2 Establecer el desempeño para las Y's óptimas. (Cp, Cpk, Ppk, variación a corto y largo plazo) a fin de determinar el estado futuro del sistema y su nivel de capacidad.



4.2.4 Identificación de variables críticas del proceso y a evaluación.

- De acuerdo con el análisis de ANOVA se deberán descartar todas aquellas variables que no intervienen dentro del proceso y solamente se identificarán aquellas que presenten una relación con las variables de salida y los requerimientos del cliente. A partir este análisis se definirá un plan de acción de mejora para estas variables.
- Realizar lista de todas las actividades que no le dan valor al proceso y determinar la reducción del tiempo de ciclo por su eliminación.



Method

Null hypothesis All means are equal
 Alternative hypothesis Not all means are equal
 Significance level $\alpha = 0.05$

Equal variances were assumed for the analysis.

Factor Information

Factor	Levels	Values
Espesor	3	Espesor 1.0, Espesor 1.1, Espesor 1.2

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Espesor	2	1860.3	930.14	60.74	0.000
Error	45	689.2	15.31		
Total	47	2549.4			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
3.91338	72.97%	71.77%	69.24%

Means

Espesor	N	Mean	StDev	95% CI
Espesor 1.0	16	16.875	2.791	(14.905, 18.845)
Espesor 1.1	16	20.71	4.26	(18.74, 22.68)
Espesor 1.2	16	31.57	4.47	(29.60, 33.54)

Pooled StDev = 3.91338

Tukey Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

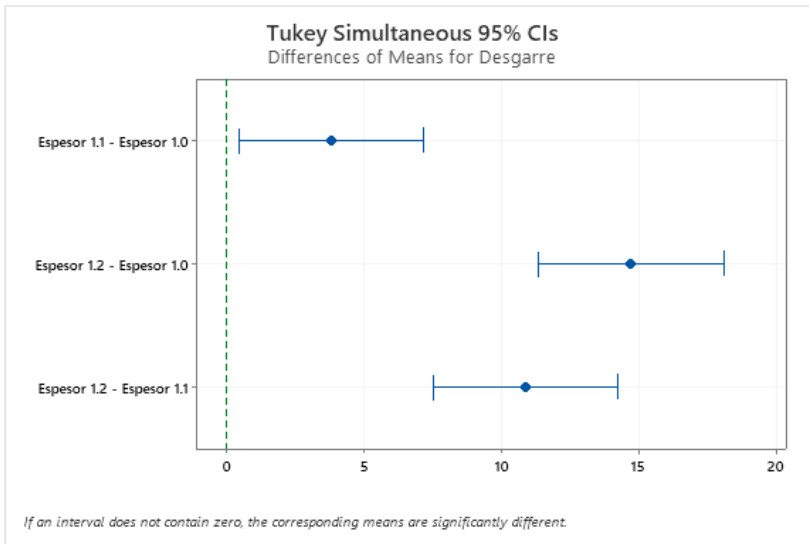
Espesor N Mean Grouping

Espesor 1.2 16 31.57 A

Espesor 1.1 16 20.71 B

Espesor 1.0 16 16.875 C

Means that do not share a letter are significantly different.

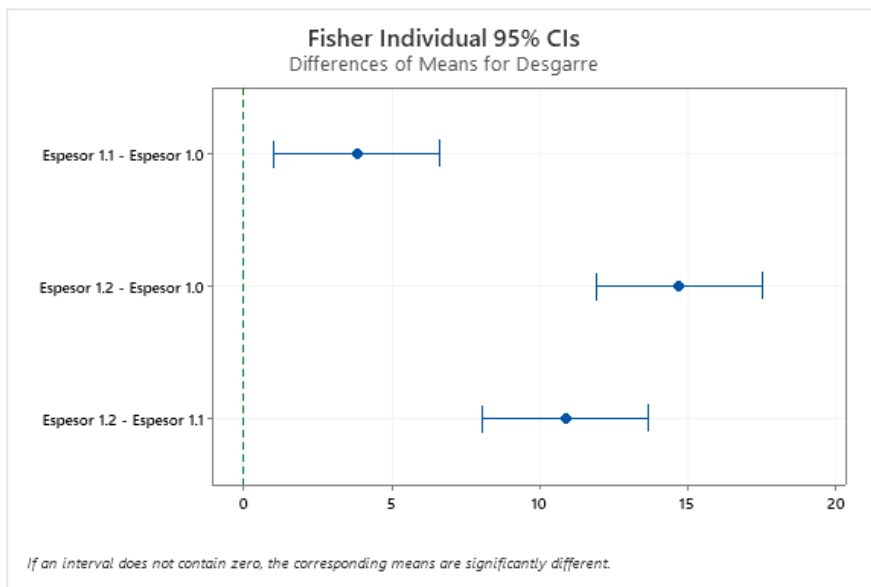


Fisher Pairwise Comparisons

Grouping Information Using the Fisher LSD Method and 95% Confidence

Espesor	N	Mean	Grouping
Espesor 1.2	16	31.57	A
Espesor 1.1	16	20.71	B
Espesor 1.0	16	16.875	C

Means that do not share a letter are significantly different.

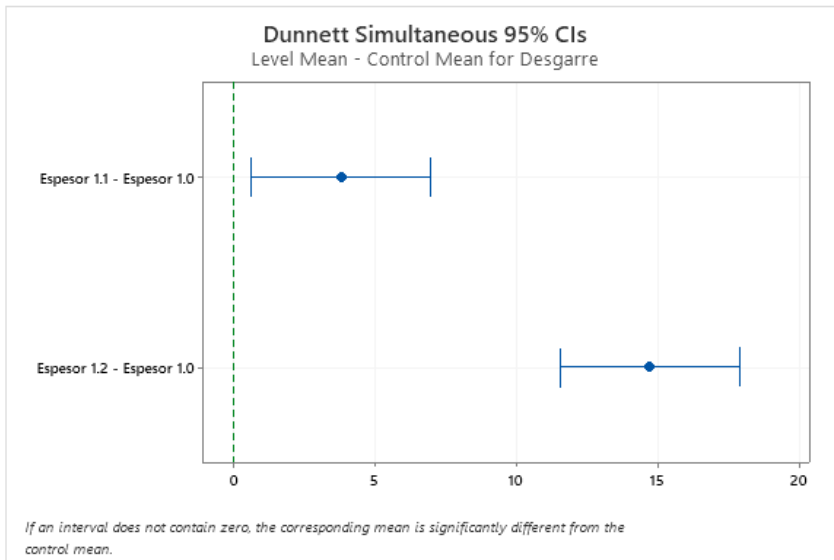


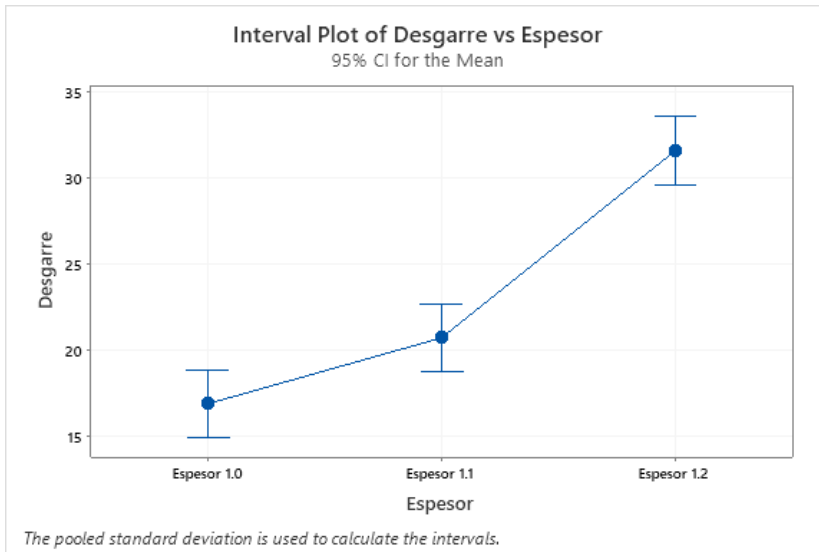
Dunnett Multiple Comparisons with a Control

Grouping Information Using the Dunnett Method and 95% Confidence

Espesor	N	Mean	Grouping
Espesor 1.0 (control)	16	16.875	A
Espesor 1.2	16	31.57	
Espesor 1.1	16	20.71	

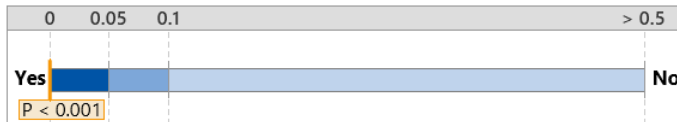
Means not labeled with the letter A are significantly different from the control level mean.





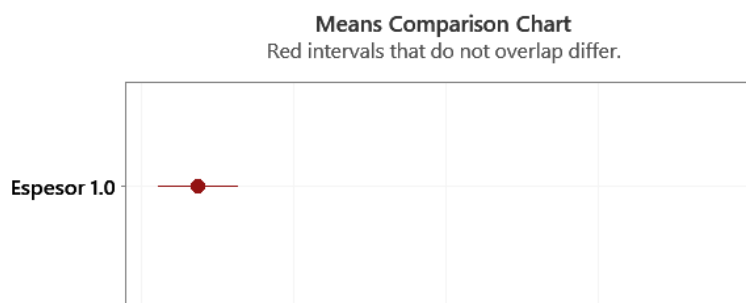
Conclusiones de Anova:

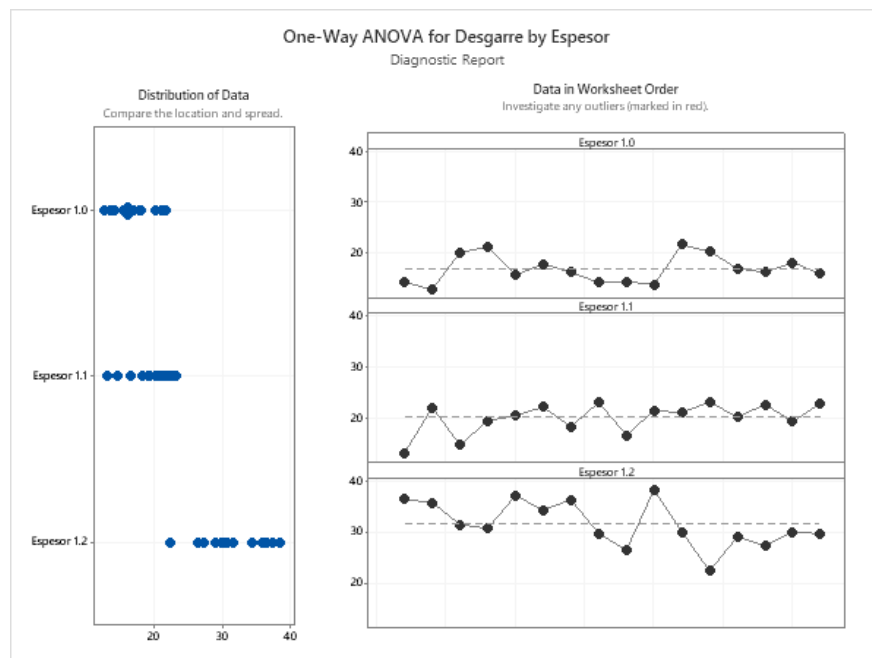
Las medias SI difieren ($p < 0.05$):



Prueba: Existen diferencias entre las Medias al nivel de 0.05 de significancia.

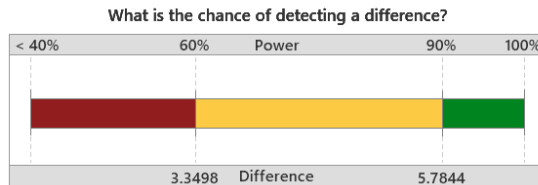
Gráfica de comparación: Los intervalos (en rojo), que no se superponen para identificar medias que difieren entre sí.





- La muestra es suficiente para detectar diferencias entre las medias.
- Debido a que todos los tamaños de muestra son al menos 15, la

normalidad no es un problema. La prueba es precisa con datos anormales cuando los tamaños de muestra son lo suficientemente grandes.



Based on your samples and α level (0.05), you have at least a 90% chance of detecting a difference of 5.7844, and at most a 60% chance of detecting a difference of 3.3498.

What difference can you detect with your sample sizes?

Difference	Power
3.3498	44.3 - 60.0%
4.0339	60.0 - 76.9%
4.5002	70.0 - 85.8%
5.0430	80.0 - 93.0%
5.7844	90.0 - 98.2%

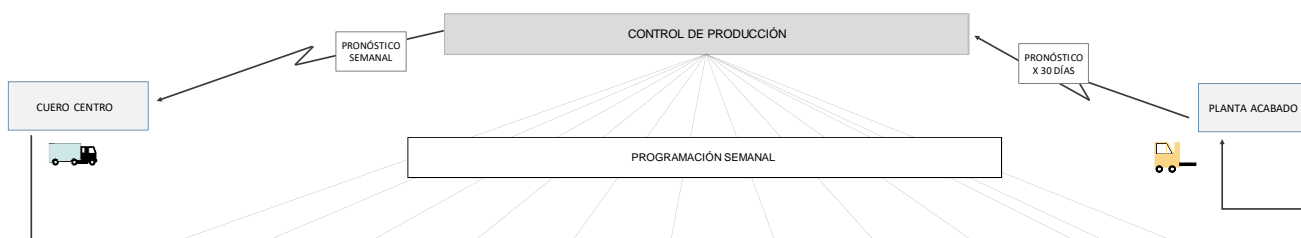
Power is a function of the sample sizes and the standard deviations. To detect differences smaller than 5.0430, consider increasing the sample sizes.

Espesor	Sample Size	Statistics		
		Mean	Standard Deviation	Individual 95% CI for Mean
Espesor 1.0	16	16.875	2.7906	(15.388, 18.362)
Espesor 1.1	16	20.706	4.2612	(18.436, 22.977)
Espesor 1.2	16	31.573	4.4719	(29.190, 33.956)

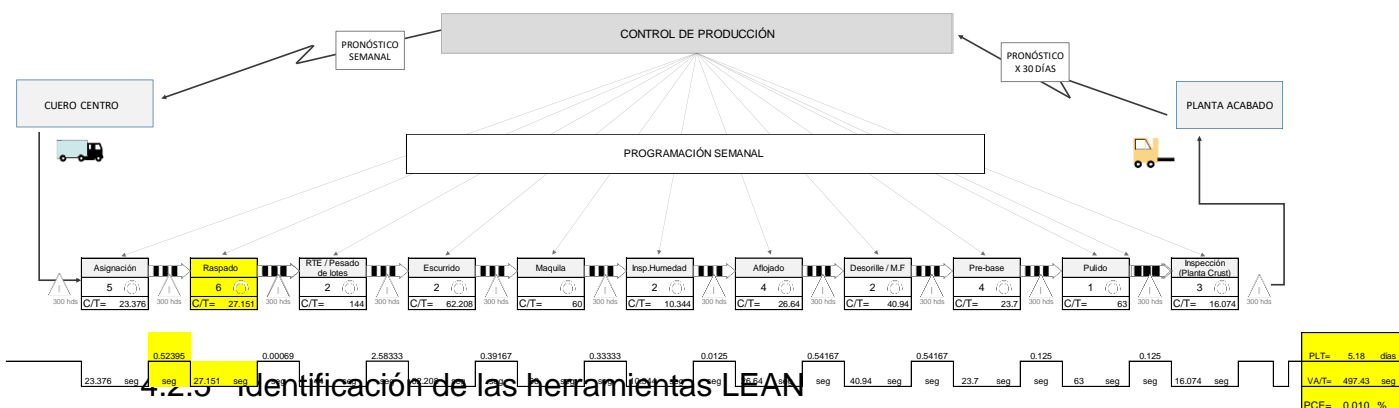
- El Asistente de Minitab usa el método de Welch, que no asume ni requiere que las muestras tengan varianzas iguales. La investigación muestra que la prueba funciona bien con variaciones desiguales, incluso cuando los tamaños de las muestras no son iguales.

4.2.5 Realización del VSM (Value Stream Mapping) para el proceso.

El Mapeo de la Cadena de Valor implica la construcción de una representación visual del camino para un producto o servicio *desde el principio hasta el final* (mapa de estado actual) incluyendo cada proceso en los flujos de materiales y de información.



Como siguiente paso para mejorar el proceso, se construye un mapa de “estadofuturo” de cómo debería fluir el valor. El mapa de estado futuro es la herramienta más importante del Mapeo de la Cadena de Valor.



4.2.3 Identificación de las herramientas LEAN

- 5´s – **Implementadas en el área**
- PokaYoke – **No se cuentan con pokayokes en el proceso de rasgado**
- Análisis de filas- **No se cuentan con pokayokes en el proceso de rasgado**
- Kanban - **No se cuentan con pokayokes en el proceso de rasgado**
- Kaizen - **No se cuentan con pokayokes en el proceso de rasgado**

4.3 Evaluación

4.3.1 Generación de posibles soluciones. - El objetivo de esta fase es con la información desarrollada del proceso, evaluar cuáles son las posibles soluciones para lograr la mejora del proceso.

a) Desarrollar la Matriz de Soluciones (Pugh).

		CONCEPTO				Grado de relevancia
		Concepto 1	Concepto 2	Concepto 3	Concepto 4	
CRITERIOS	TENSIÓN	=	-1	0	1	40
	ELONGACIÓN	=	-1	0	1	30
	DESGARRE	=	-1	-1	1	20
	CROCKING	=	0	0	0	20
Total		0	-3	-1	3	
Ponderado		0	-90	-20	60	

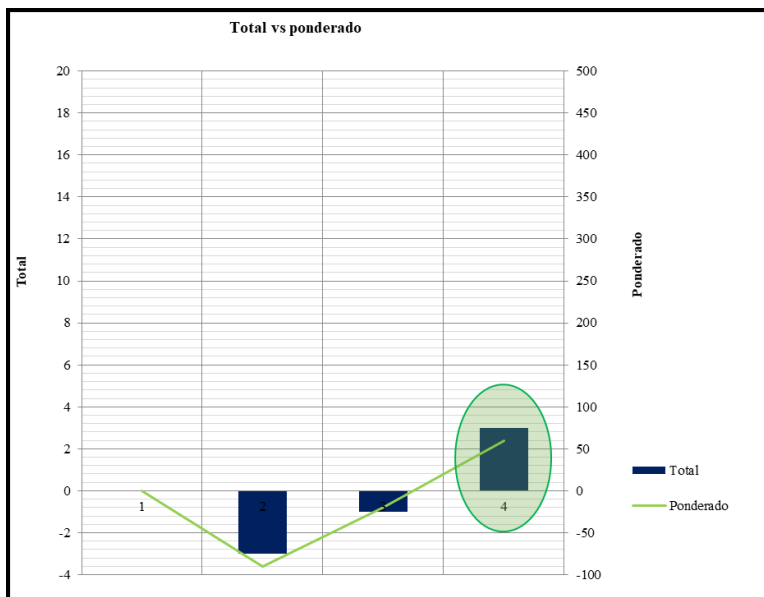
CRITERIO 2: CUERO EN CRUST CON ESPESOR DE RASPADO 0.9-1.0

CRITERIO 3: CUERO EN CRUST CON ESPESOR DE RASPADO 1.0-1.1

CRITERIO 4 CUERO EN CRUST CON ESPESOR DE RASPADO 1.1 - 1.2

		CONCEPTO				Grado de relevancia
		Concepto 1	Concepto 2	Concepto 3	Concepto 4	
CRITERIOS	TENSIÓN	=	-1	0	1	40
	ELONGACIÓN	=	-1	0	1	30
	DESCARRE	=	-1	-1	1	20
	CROCKING	=	0	0	0	20
	Total		0	-3	-1	3
	Ponderado	0	-90	-20	60	

CRITERIO 2: CUERO EN CRUST CON ESPESOR DE RASPADO 0.9-1.0
 CRITERIO 3: CUERO EN CRUST CON ESPESOR DE RASPADO 1.0-1.1
 CRITERIO 4 CUERO EN CRUST CON ESPESOR DE RASPADO 1.1 - 1.2



b) Revisar el mapa de proceso actual y redefinir el ideal.

Part/Process Number	Process Name/Operation Description	Operation diagram code
T007.1	Formación de lotes y asignación	○
T010	Raspado	○
T020	Inspección Raspado	□
T022	Pesado de lotes	○
T025	Pesado de material químico	○
T030	Recurtido, Teñido y Engrase	○
T045	Maquila	○
T060	Aflojar preacabado	○
T080	Pulido	○
T190	Desorillo y Marcado de Fierros	○
T200	Base	○
T270	Reposo Intermedio	□
T110	Inspección (Planta Crust)	□
T330	Medición	○

ACTUAL

T010-RASPADO/ SHAVING			MÁQUINA DE RASPADO#
CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICACIONES	METODO	ACTUAL
ESPESOR DE RASPADO (l)	1.0 – 1.1 mm	DISPOSITIVO DE LA MÁQUINA REGISTRO: GL-U-IR-001	
VELOCIDAD	11-15m/ min (SIN CUERO)	DISPOSITIVO DE LA MÁQUINA	
TROQUELADO	0	AV.CDP:PIEL.T010.18	



IDEAL

T010-RASPADO/ SHAVING			MÁQUINA DE RASPADO#
CARACTERISTICAS	ESPECIFICACIONES	METODO	ACTUAL
ESPESOR DE RASPADO (l)	1.1 - 1.2mm	DISPOSITIVO DE LA MÁQUINA REGISTRO: GL-U-IR-001	
VELOCIDAD	11-15m/ min (SIN CUERO)	DISPOSITIVO DE LA MÁQUINA	
TROQUELADO	0	AV.CDP.PIEL.T010.18	

- c) Evaluación de soluciones. - En esta fase de deberá desarrollar un análisis para evaluar cuál es la mejor solución al problema en donde se podrá hacer uso de herramientas como simulación, regresión lineal, DOE, análisis gráfico, etc. Esta configuración final se deberá de evaluar bajo la visión del cliente a fin de revisar si cumple con sus requerimientos.
- d) Con base a la definición del modelo $Y=X_1+X_2+X_3\dots X_n$ y al mapa de proceso ideal, estimar la configuración óptima de Y en base a los nuevos rangos de $X_1, \dots X_n$ (simulación).



Definitive Screening Design

Design Summary

Factors: 2 Replicates: 2
Base runs: 13 Total runs: 26
Base blocks: 1 Total blocks: 1

Center points: 2

Design Table (randomized)

Run	Blk	A	B
1	1	-	+
2	1	+	+
3	1	0	+
4	1	0	0
5	1	+	-
6	1	+	+
7	1	-	0
8	1	+	-
9	1	-	+
10	1	0	+
11	1	0	-
12	1	-	0
13	1	0	0
14	1	+	0
15	1	+	+
16	1	-	+
17	1	+	-
18	1	-	-
19	1	+	0
20	1	0	-
21	1	-	-
22	1	-	-
23	1	+	-
24	1	-	+
25	1	+	+
26	1	-	-

Screening design model: Desgarre versus Espesor Raspado, Velocidad

Coded Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	23.987	0.551	43.54	0.000	
Espesor Raspado	7.998	0.628	12.73	0.000	1.00
Velocidad	-0.239	0.628	-0.38	0.707	1.00

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
2.80914	87.59%	86.51%	84.20%

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	2	1280.50	640.25	81.13	0.000
Linear	2	1280.50	640.25	81.13	0.000
Espesor Raspado	1	1279.36	1279.36	162.12	0.000
Velocidad	1	1.14	1.14	0.14	0.707
Error	23	181.50	7.89		
Lack-of-Fit	6	81.68	13.61	2.32	0.081
Pure Error	17	99.81	5.87		
Total	25	1462.00			

Regression Equation in Uncoded Units

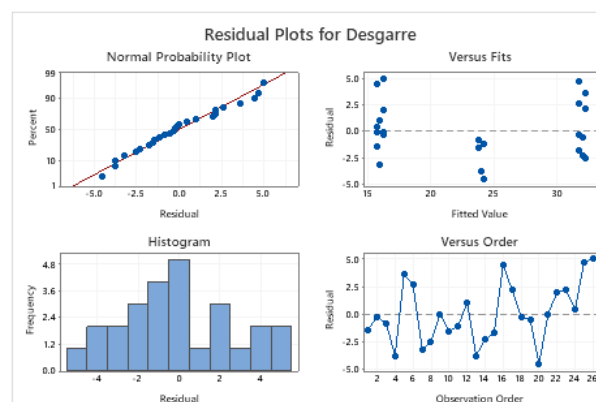
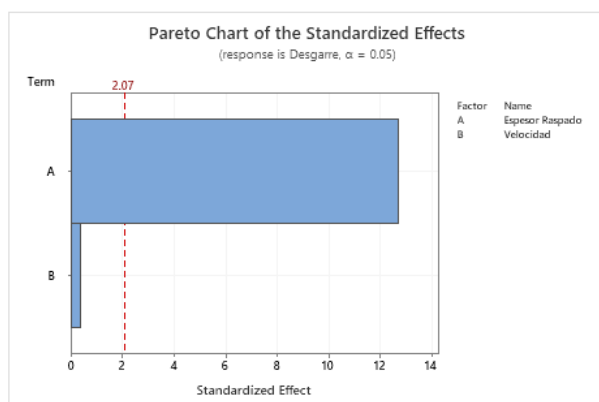
Desgarre = -62.44 + 79.98 Espesor Raspado - 0.120 Velocidad

Alias Structure

Factor	Name
A	Espesor Raspado
B	Velocidad

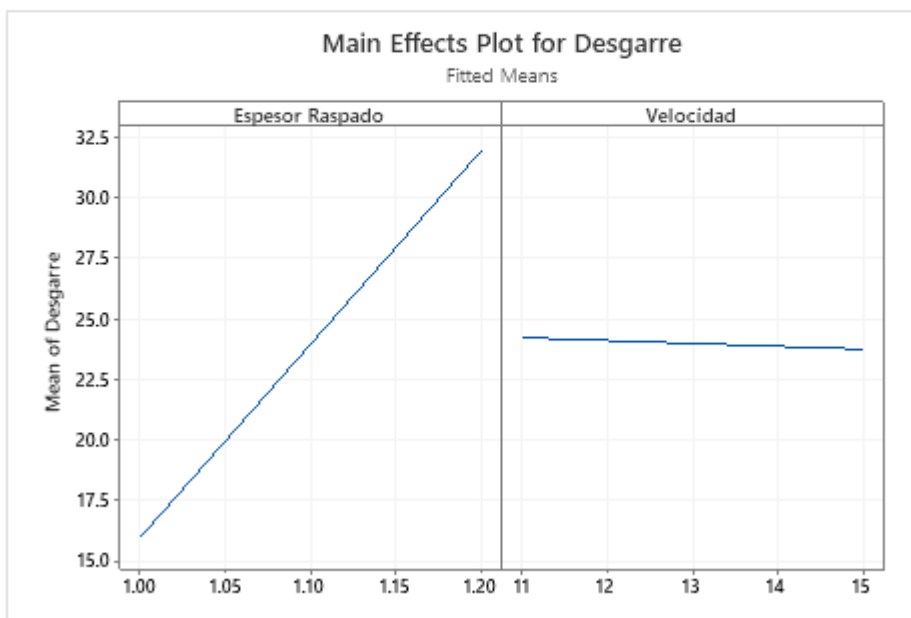
Aliases

I + 0.77 AA + 0.77 BB
 A
 B



Factorial Plots for Desgarre

* NOTE * There are no valid interactions to plot.



Response Optimization: Desgarre

Parameters

Response Goal	Lower Target	Upper Target	Weight	Importance
Desgarre Maximum	17	36.44	1	1

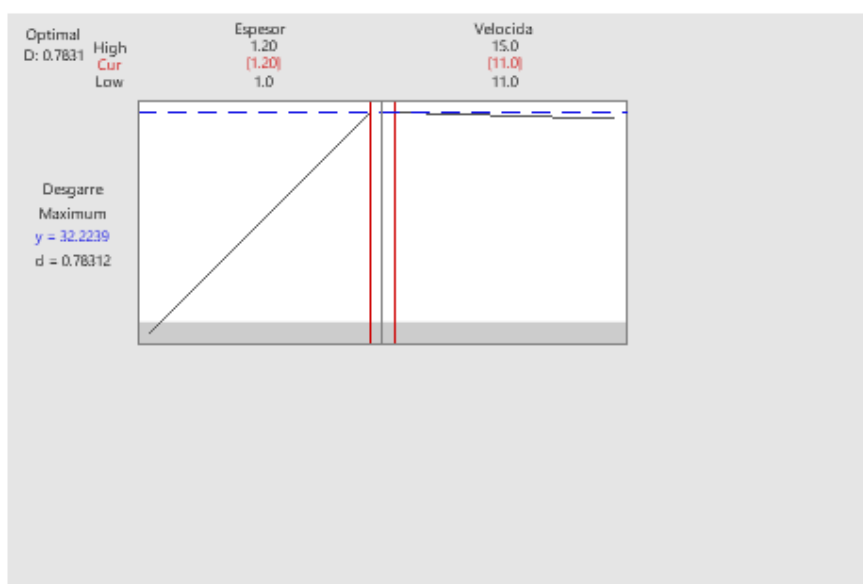
Solution

Solution	Espeor Raspado	Velocidad	Desgarre Fit	Composite Desirability
1	1.2	11	32.2239	0.783124

Multiple Response Prediction

Variable	Setting
Espeor Raspado	1.2
Velocidad	11

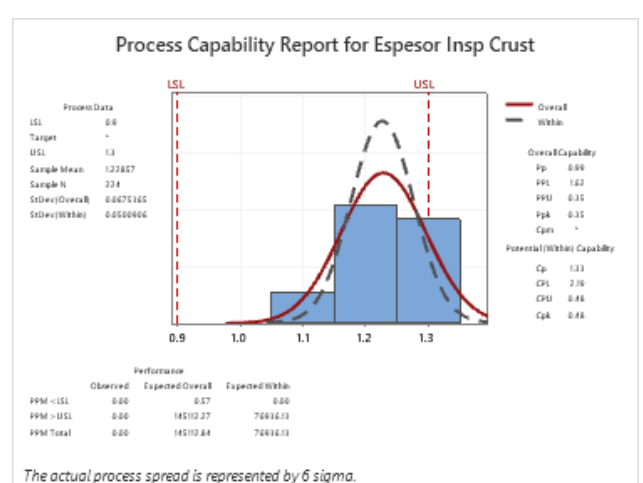
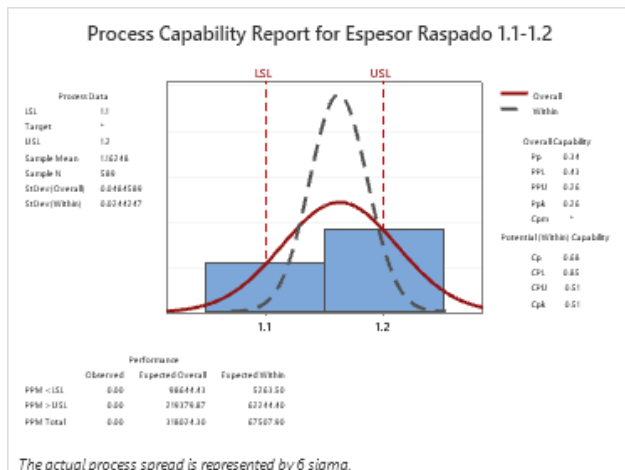
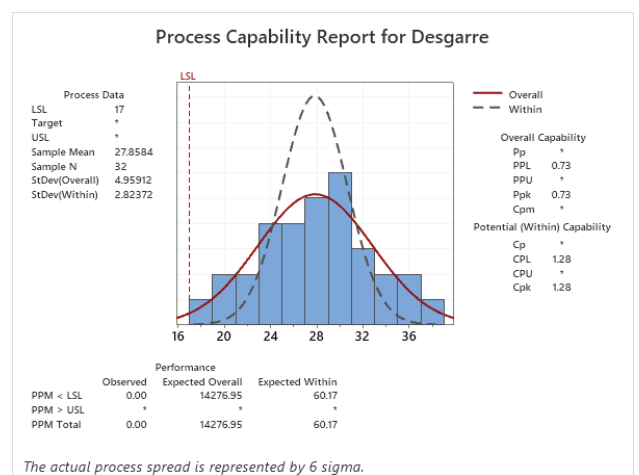
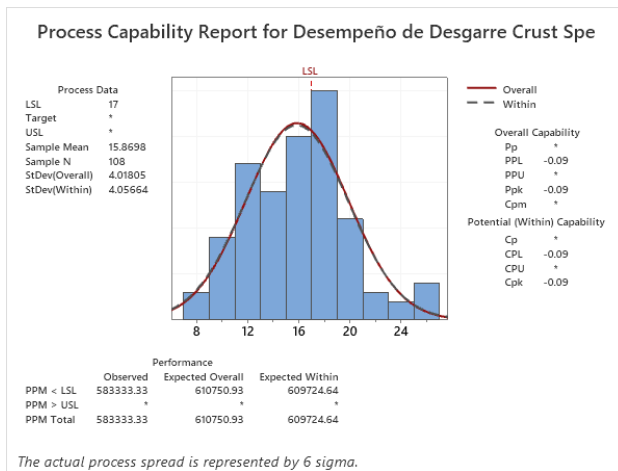
Response	Fit	SE Fit	95% CI	95% PI
Desgarre	32.22	1.05	(30.06, 34.39)	(26.02, 38.42)



Conclusión DOE; Velocidad no tiene interacción con el desempeño en

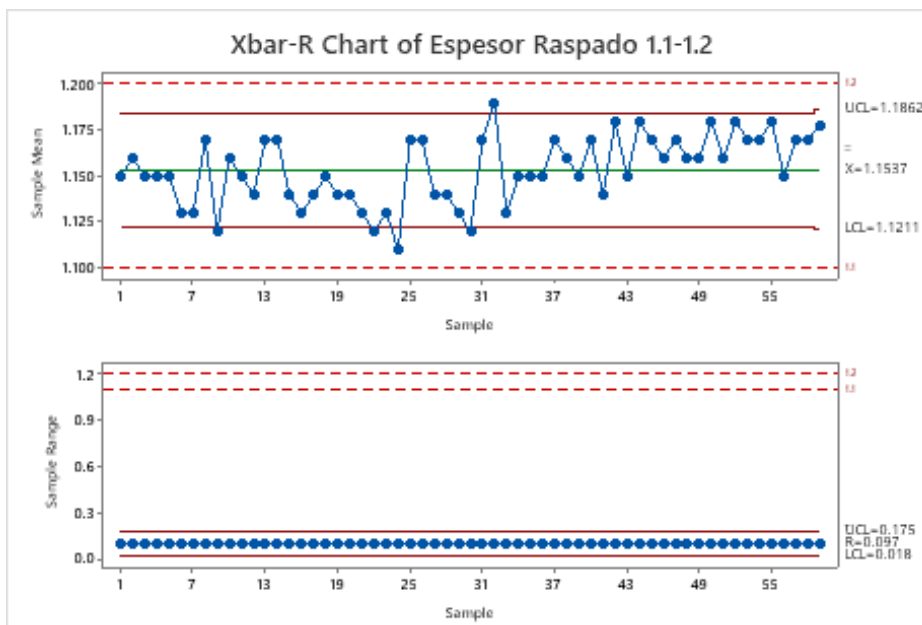
desgarre, sin en cambio, se observa una maximización con espesores de 1.2 mm.

4.3.2 Documentar la validación de la condición óptima (Y's) basado en los requerimientos del cliente definidos en el QFD.

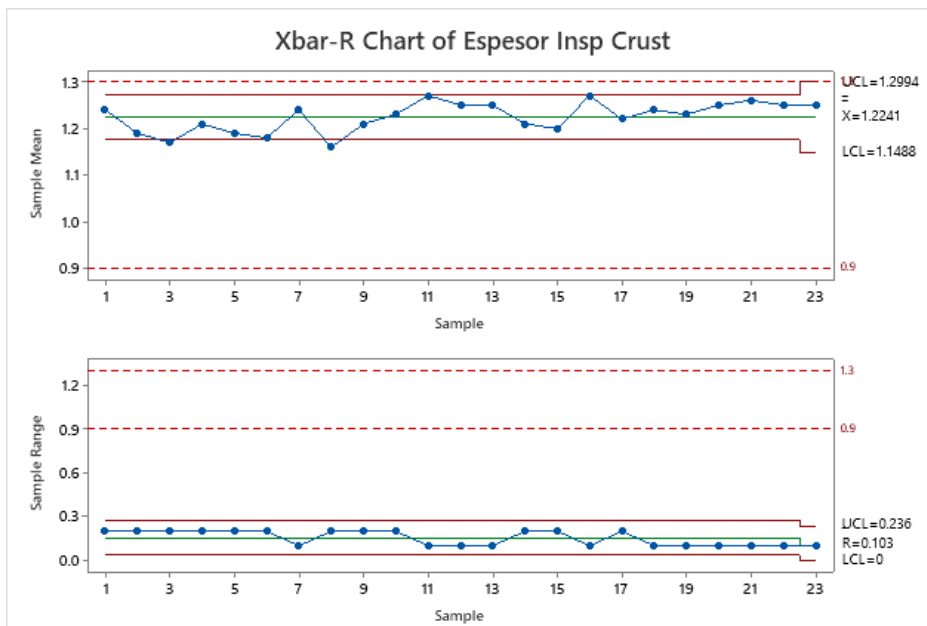


4.3.3 Gráficos de Control

A continuación, se observa el gráfico de control de la variable de espesor de raspado, el cual nos ayuda a estar monitoreando para saber en qué momento implementar actividades para evitar una posible salida de control. Esta variable es importante como predictora ya que no puede salirse de los límites de especificación (inferior – 1.1 o superior – 1.2). La tendencia actual es por encima de la media, es decir, los valores tienden al límite superior. El que esté por encima del límite superior impactaría en el espesor final del producto siendo no conforme con los requerimientos del cliente. Por lo que este gráfico de control para esta variable (x) es necesario ser monitoreado.



El siguiente gráfico de control nos muestra como los datos del espesor finales se comportan conforme el comportamiento del espesor en raspado (gráfico anterior), es importante que el espesor final se encuentre dentro de la especificación del cliente (0.9 – 1.3).



4.4.4 Diseñar plan de implementación. - Por último, se deberá de desarrollar un plan de implementación que garantice el cumplimiento de los objetivos trazados, donde se incluya responsables, metas, actividades, tiempos y alcances.

a) Realizar plan de implementación de los cambios, clarificar si se implementará un plan piloto

Pruebas piloto fueron desarrolladas durante el proyecto.

		Status: D Done R Running P Planned O Delayed
Stage No.	Project Steps	Status
ACTIVITIES		
1		
1.1	Cambio de Especificaciones de Raspado	D
1.2	Actualización de Especificaciones de Proceso - RPP	D
1.3	Actualización de AMEF	D
1.4	Actualización de Plan de Control	D
1.5	Capacitación	D

b) Elaborar, revisar y modificar si es necesario los AMEF's.

AMEF del Proceso (ANTES)

Operation ID	Operation name	Operation Function	Requirement	Potential Failure Modes	Potential Effect(s) of Failure	S	O	D	P	N	Recommendation	Responsible	Due Date	Action Results					
														Actions taken	S	O	D	% Reduction	
T010	Raspado Shaving	Ajustar el espesor de la piel de acuerdo a la especificación Adjust the thickness of the leather according to the specification	Especificación de raspado Shaving especification	1 Espesor bajo 1 Low Thickness	1 Problemas con la costura y ensamble 1 Problems on sewing and assembly 2 Bajo desempeño en pruebas físicas y mecánicas (desgarro, tensión y resistencia a la costura) 2. Low performance on physical-mechanical tests (tear, tensile and stitching resistant) 3 Rechazar una proporción del lote 3. Reject a proportion of the lot	7	I	1 Afilado desuniforme de las cuchillas. 1 Sharp blade non-uniform.	1 Puesta a punto 2 Plan de mantenimiento preventivo y productivo 1 Set up 2. Preventive and productive maintenance	1 Doble inspección de espesor. 2. Gráfico de control 1 Double thickness inspection 2. Thickness Control	6	5	210	N/A NONE					
								2 Rodillos no paralelos 2. Rolls not parallel	1 Puesta a punto 2. Plan de mantenimiento preventivo y productivo 1 Set up 2. Preventive and productive maintenance	1 Doble inspección de espesor. 2. Gráfico de control 1 Double thickness inspection 2. Thickness Control	6	5	210	N/A NONE					
								3 La presión de la bomba se encuentra fuera del rango especificado hacia el 3 The pressure of the machine's pump out of specified range	1 Puesta a punto. 2. Polyokey de velocidad. 3. Plan de mantenimiento 1 Set up 2. Speed Polykey 3. Preventive and productive maintenance	1 Doble inspección de espesor. 2. Gráfico de control de espesor 1 Double thickness inspection 2. Thickness Control Char	6	5	210	N/A NONE					
								4 Desgaste de la regla. 4. Stick wear	1 Puesta a punto 2. Plan de mantenimiento preventivo y productivo 1 Set up 2. Preventive and productive maintenance	1 Doble inspección de espesor. 2. Gráfico de control 1 Double thickness inspection 2. Thickness Control	6	5	210	N/A NONE					
								5 Equipo de medición de espesor desajustado 5. Uncalibrated equipment and / or damaged	1 Puesta a punto 2. Plan de verificación de equipos de medición 1 Set up 2. Verification of measurement equipment	1 Doble inspección de espesor. 2. Gráfico de control 1 Double thickness inspection 2. Thickness Control	6	5	210	N/A NONE					
								6 La velocidad de raspado sin cuero está fuera del rango. 6 The shaving speed without hde is out of specified range.	1 Puesta a punto 2. Polyokey de velocidad 1 Set out 2. Speed polykey	1 FLC de máquina de raspado al inicio de cada partida. 1 FLC of shaving machine at the beginning of each lot.	6	5	210	N/A NONE					

AMEF del Proceso (ACTUALIZADO)

Operation ID	Operation name	Operation Function	Requirement	Potential Failure Modes	Potential Effect(s) of Failure	S	O	D	P	N	Recommendation	Responsible	Due Date	Action Results						
														A	S	O	D	R	P	N
T010	Raspado Shaving	Ajustar el espesor de la piel de acuerdo a la especificación Adjust the thickness of the leather according to the specification	Especificación de raspado Shaving specification	1. Espesor bajo 1. Low Thickness	1. Problemas con la costura y ensamble 1. Problems on sewing and assembly 2. Bajo desempeño en pruebas físicas y mecánicas (desgarro, tensión y resistencia a la costura) 2. Low performance on physical-mechanical tests (tear, tensile and stitching resistant) 3. Rechazar una proporción del lote 3. Reject a proportion of the lot	7	1					1. Doble inspección de espesor. 2. Gráfico de control 1. Double thickness inspection. 2. Thickness Control	1. Julio 2021 2. Validación de cambio - PTR# 1 AGOSTO 2021 3. SEPTIEMBRE 2021 4. SEPTIEMBRE 2021 5. OCTUBRE 2021							

c) Elaborar, revisar y modificar si es necesario los Planes de Control.

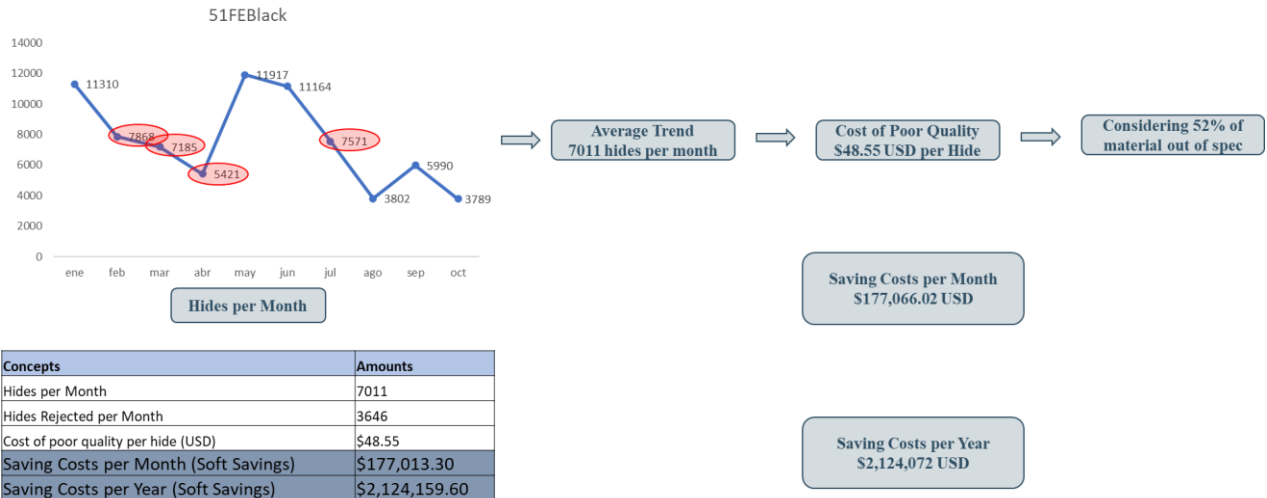
Plan de Control (ANTES)

Part/Process Number	Process Name/Operation Description	Machine, Device, Jig, Tools for Mfg	Characteristics		Special Char. CI AS	Methods				Reaction Plan	Responsible		
			Product	Process		Product/Process Specification/Tolerance	Evaluation/Measurement technique	Sample				Control Method	
								Size	Frequency				
T010	Raspado & Troquelado Shaving & Punch	Máquinas de raspado: LN-RT-SH001 LN-RT-SH002 LN-RT-SH003 LN-RT-SH-005 ANDON de velocidad T010.A01 T010.A02 T010.A03 T010.A04 T010.A05 Shaving machine: LN-RT-SH001 LN-RT-SH002 LN-RT-SH003 LN-RT-SH-005 Speed ANDON T010.A01 T010.A02 T010.A03 T010.A04 T010.A05	Espeor de raspado	N/A	I	Medidor de espeor	10-11mm	<p>1) 4 primeros cueros en puesta a punto (12 lecturas por cuero)</p> <p>2) 1 de cada 5 cueros a partir del 4to cuero (8 lecturas por cuero)</p> <p>1) 4 first hides on set up (12 readings per hide)</p> <p>2) 1 every 5 hides starting on the 4th hide (8 readings per hide)</p>	<p>Cada lote (aprox 100 cueros)</p> <p>Each lot (approx. 100 hides)</p>	<p>Operación estándar: GL-U-PI-001 Operación estándar: HOE.CDP.PIEL.T010.01 Método de prueba: M.P.CDP.PIEL.T010.01 Registro: GL-U-IR-001</p> <p>Standard operation procedure: GL-U-PI-001 HOE.CDP.PIEL.T010.01 Test method: M.P.CDP.PIEL.T010.01 Record: GL-U-IR-001</p>	<p>Espeor alto: Regresar cueros para reprocesar, revisar y registrar en el formato de Registro de Espeor del Inspector: FR.CDP.PIEL.T010.06 (electrónico y/o físico) los últimos (4 INSPECTOR, 4 OPERADOR) cueros raspados y el cuero siguiente. Ajustar las condiciones de Proceso. Realizar nuevamente la puesta punto.</p> <p>Espeor bajo: Realizar nuevamente la puesta punto. Separar cuero, revisar y registrar en el formato de Registro de Espeor del Inspector: FR.CDP.PIEL.T010.06 (electrónico y/o físico) los últimos (4 INSPECTOR, 4 OPERADOR) raspados y el cuero siguiente) Notifique al líder o coordinador para ver si es posible colocar el cuero en otro programa, en su defecto, siga los lineamientos de PNC. (Registro: FR.SGC.PNC.01).</p>	1) Operator	
			Hide Thickness					10-11mm	<p>3) Revisar los primeros 4 cueros de puesta punto (14 lecturas por cuero)</p> <p>4) 1 de cada 5 cueros (14 lecturas por cuero)</p> <p>3) First 4 hides on set up (14 readings per hide)</p> <p>4) 1 every 5 hides (14 readings per hide)</p>	<p>Cada lote (aprox 100 cueros)</p> <p>Each lot (approx. 100 hides)</p>	<p>Operación estándar: HOE.CDP.PIEL.T010.02 Método de prueba: M.P.CDP.PIEL.T010.02 Registro: FR.CDP.PIEL.T010.06</p> <p>Standar operation procedure: HOE.CDP.PIEL.T010.02 Test method: M.P.CDP.PIEL.T010.02 Record: FR.CDP.PIEL.T010.06</p>	<p>High Thickness: Return the hide for rework, review and register in the Thickness Inspector Record: FR.CDP.PIEL.T010.06 (electronic and/or physical) the latest (4 Inspector, 4 operator) hides shaved and the next hide. Adjust Process conditions. Do again the set-up of the machine.</p> <p>Low Thickness: Do again the set-up of the machine. Segregate the hide, review and register on the Thickness Inspector Record: FR.CDP.PIEL.T010.06 (electronic and/or physical) the latest (4 Inspector, 4 operator) hides shaved and the next hide. Notify the leader or coordinator to see if its possible to use the hides on another program, if not, follow non conforming material procedure. (Record: FR.SGC.PNC.01).</p>	2) Inspector

Plan de Control (ACTUALIZADO)

T010	<p>Máquinas de raspado: LN-RT-SH-001 LN-RT-SH-002 LN-RT-SH-003 LN-RT-SH-005</p> <p>ANDON de velocidad T010.A01 T010.A02 T010.A03 T010.A04 T010.A05</p> <p>Raspado & Troquelado Shaving & Punch</p> <p>Shaving machine: LN-RT-SH-001 LN-RT-SH-002 LN-RT-SH-003 LN-RT-SH-005</p> <p>Speed ANDON T010.A01 T010.A02 T010.A03 T010.A04 T010.A05</p>	Espesor de raspado	N/A	I	1,1-12 mm	Medidor de espesor	<p>1) 4 primeros cueros en puesta a punto (12 lecturas por cuero)</p> <p>2) 1 de cada 15 cueros a partir del 4to cuero (8 lecturas por cuero)</p> <p>1) 4 first hides on set up (12 readings per hide)</p> <p>2) 1 every 15 hides starting on the 4th hide (8 readings per hide)</p>	<p>Cada lote (aprox 100 cueros)</p> <p>Each lot (approx. 100 hides)</p>	<p>Operación estándar: GL-U-PI-001 Operación estándar: HOE.CDP.PIEL.T010.01 Método de prueba: MP.CDP.PIEL.T010.01 Registro: GL-U-IR-001 Gráficos de Control</p> <p>Standard operation procedure: GL-U-PI-001 HOE.CDP.PIEL.T010.01 Test method: MP.CDP.PIEL.T010.01 Record: GL-U-IR-001 Control Charts</p>	<p>Espesor alto: Regresar cueros para reprocesar, revisar y registrar en el formato de Registro de Espesor del Inspector: FR.CDP.PIEL.T010.06 (electrónico y/o físico) los últimos (4 INSPECTOR, 4 OPERADOR) cueros raspados y el cuero siguiente. Ajustar las condiciones de Proceso. Realizar nuevamente la puesta a punto.</p> <p>Espesor bajo: Realizar nuevamente la puesta a punto. Separar cuero, revisar y registrar en el formato de Registro de Espesor del Inspector: FR.CDP.PIEL.T010.06 (electrónico y/o físico) los últimos (4 INSPECTOR, 4 OPERADOR) raspados y el cuero siguiente)</p> <p>Notifique al líder o coordinador para ver si es posible colocar el cuero en otro programa, en su defecto, siga los lineamientos de PNC. (Registro: FR.SGC.PNC.01).</p>	1) Operador
					1,1-12 mm						<p>3) Revisar los primeros 4 cueros de puesta a punto (14 lecturas por cuero)</p> <p>4) 1 de cada 5 cueros (14 lecturas por cuero)</p> <p>3) First 4 hides on set up (14 readings per hide)</p> <p>4) 1 every 5 hides (14 readings per hide)</p>

d) Realizar la validación económica y el alcance del proyecto



DEFINICIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN

e) Definir el plan para mantener las ganancias.

1. Asegurar los cambios efectuado en sistema para el correcto control en piso.
2. Monitoreo de rechazos en Laboratorio
3. En caso de algún rechazo de Desgarre en esta construcción generar plan de acción y análisis de solución.

BIBLIOGRAFÍA

- Morera, J. M. (2004). Química Técnica de Curtición. Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica d'Igualada. Universitat Politècnica de Catalunya. Igualada, España.
- Soler J. (2004). Procesos de Curtidos. Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica d'Igualada. Universitat Politècnica de Catalunya. Igualada, España.
- Carlos Muñoz Fonseca, MANUAL DE ESTÁNDARES Y PRUEBAS PARA CALZADO, CONACYT-CIATEC, Segunda Edición, 2016. CIATEC, A.C., LEÓN, GTO.; MÉXICO.
- McLaughlin, G. D., Theis, E. R. (1945). The Chemistry of Leather Manufacture. Reinhold Publishing Corporation. New York, U.S.A.
- Adzet, J. M., Bunyol, X., Font, J., Gili, X., Gili, M., Latasa, G., Portavella, M. (1995). Tecnología del Cuero. Ediciones Cicero. Barcelona, España.
- <http://www.aqeic.org>. (2014). Sarabia, M. La determinación de las resistencias físicas del cuero. Consultado el 17 de Noviembre de 2021.
- Minitab® Statistical Software. 2020. "*Partes de la información que contiene esta publicación o libro se incluyeron con el permiso de Minitab, LLC. Todo ese material sigue siendo propiedad exclusiva de Minitab, LLC., que es el titular de los derechos de autor. All rights reserved.*" Sitio web del enlace: <https://www.minitab.com/es-mx/legal/author-permissions-guidelines/>