

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

**PROPUESTA Y APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS PARA LA
MEJORA DE LA CALIDAD EN EL PROCESO PRODUCTIVO EN
UNA PLANTA MANUFACTURERA DE PULPA Y PAPEL TISÚ**

Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial, que presenta el bachiller:

Tommy Alejandro Yep Leung

ASESOR: Fernando E. Ormachea Freyre

Lima, abril de 2011

Índice de Anexos

ANEXO 1	1
Plantilla de estimación de contaminación de hoja	2
ANEXO 2	3
Equipo de medición de calibre	4
Equipo de medición de brillo, a, b, L	5
Equipo de medición de resistencia	6
Equipo de medición de firmeza	7
ANEXO 3	8
DAP – Inspección de bobinas	9
DAP – Inspección de línea Conversión	12
DAP – Inspección de laboratorio Conversión	17
ANEXO 4	22
Datos elegidos de Línea 1 para simulación de gráficas de control	23
Datos elegidos de Línea 2 para simulación de gráficas de control	24
ANEXO 5	25
Datos simulados para el cálculo de gráficos de control por variable línea 1. Punto b	26
Datos simulados para el cálculo de gráficos de control por variable línea 1. CDH27	28
Datos simulados para el cálculo de gráficos de control por variable línea 2. Punto b	28
Datos simulados para el cálculo de gráficos de control por variable línea 2. Brillo	29
ANEXO 6	30
Resultado re-inspección de atributos para la elaboración de carta de control C por sistema de deméritos.	31
ANEXO 7	32
Datos elegidos de F1 para formulación de cartas de control por atributos	33

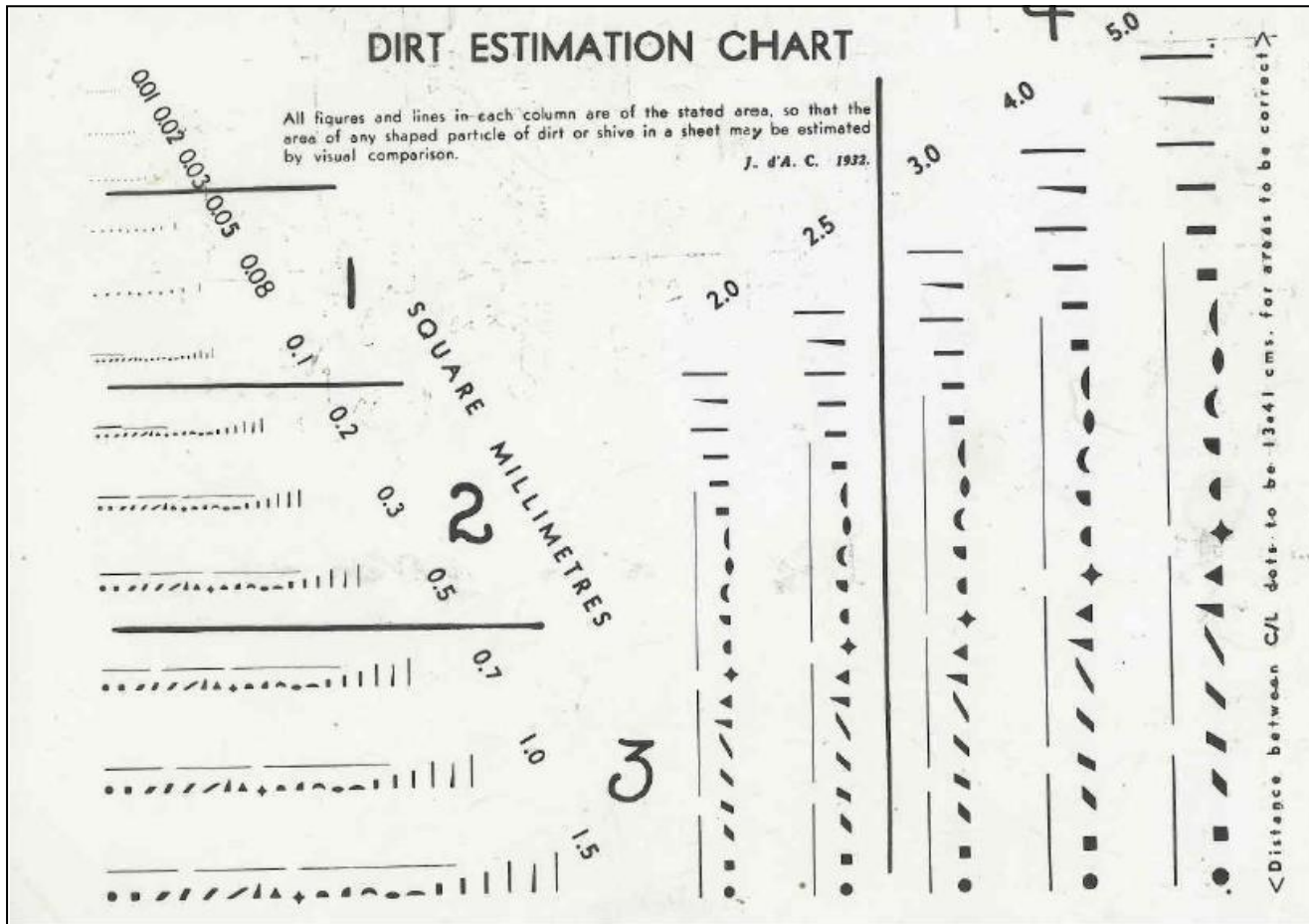
ANEXO 8.....	34
Datos de las pruebas para los análisis de reproducibilidad y repetibilidad.	35
ANEXO 9.....	36
Tamaños de muestra (MIL STD 150E, Tabla I).....	37
Tabla maestra para inspección normal (MIL STD 150E, Tabla II-A) – Inspección simple	38
Tabla maestra para inspección Rigurosa (MIL STD 150E, Tabla II-B) – Inspección simple	39
Tabla maestra para inspección Reducida (MIL STD 150E, Tabla II-C) – Inspección simple	40
Tabla maestra para inspección Normal (MIL STD 150E, Tabla III-A) – Inspección doble	41
Tabla maestra para inspección Rigurosa (MIL STD 150E, Tabla III-B) – Inspección doble	42
Tabla maestra para inspección Reducida (MIL STD 150E, Tabla III-C) – Inspección doble.....	43
ANEXO 10.....	44
Análisis de Capacidad de Proceso para PM1 actual.....	45
Análisis de Capacidad de Proceso para PM2 actual.....	46
Análisis de Capacidad de Proceso para PM1 mejorada	47
Análisis de Capacidad de Proceso para PM2 mejorada	48
ANEXO 11.....	49
Datos elegidos de Línea 1 – Manufactura para evaluación de gráficas de control	50
ANEXO 12.....	51
Explicación de cálculo de la Calidad Media de Salida en rollos actual.....	52
ANEXO 13.....	53
Factores para el cálculo de cartas de control.....	54
ANEXO 14.....	55

Números límite para inspección reducida.....	56
ANEXO 15.....	57
Ejemplo de cálculo de los índices T_i y C_i	58
ANEXO 16.....	59
Atributos del producto – rollo duro	60
Atributos del producto – rollo de papel higiénico/toalla	62
ANEXO 17.....	69
Patio de químicos, salas químicas y sala de adhesivos	70
Sala de calderas.....	70
Planta de tratamiento de aguas residuales industriales (PTARI).....	72
ANEXO 18.....	75
Diagramas de Pareto de No conformidades en Línea 2	76
Pruebas de normalidad – Línea 2.....	77
Cartas de control de variables – Línea 2	78
ANEXO 19.....	80
Plan de calidad – Aseguramiento de la calidad Manufactura	81
Plan de calidad – Aseguramiento de la calidad Conversión	85
ANEXO 20.....	90
Costos de implementación relevantes.....	91
Ahorro por implementación	92
Balance económico	93



ANEXO 1

Plantilla de estimación de contaminación de hoja

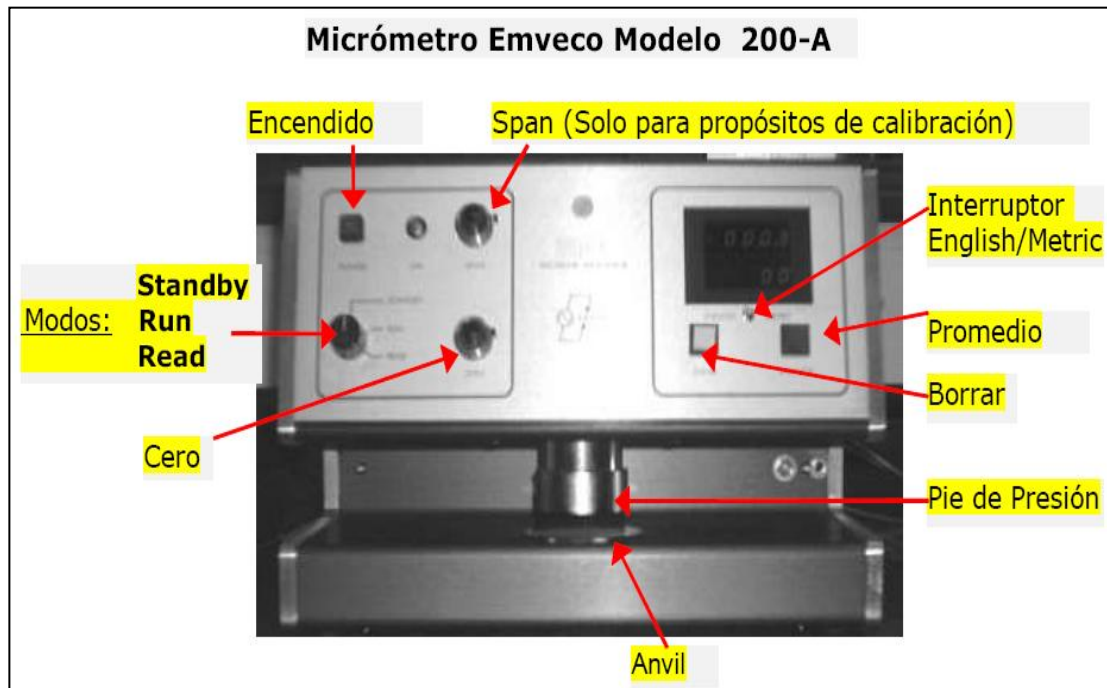


Fuente: La Empresa

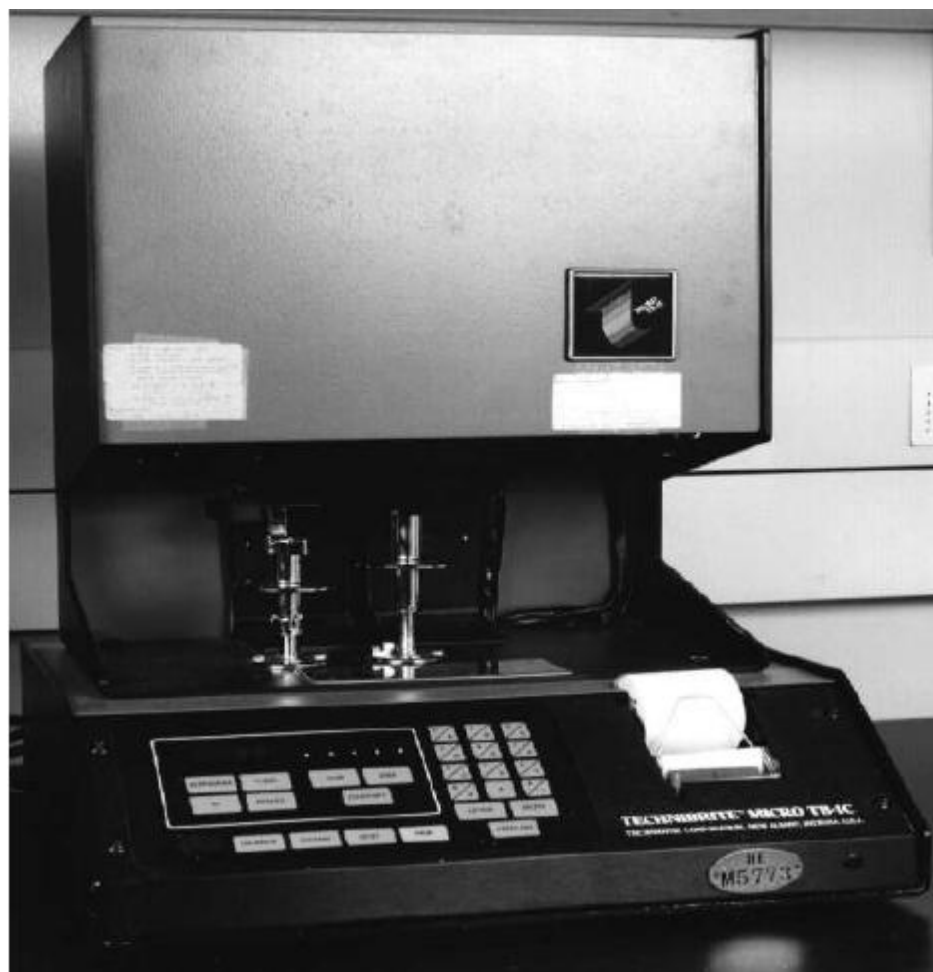


ANEXO 2

Equipo de medición de calibre



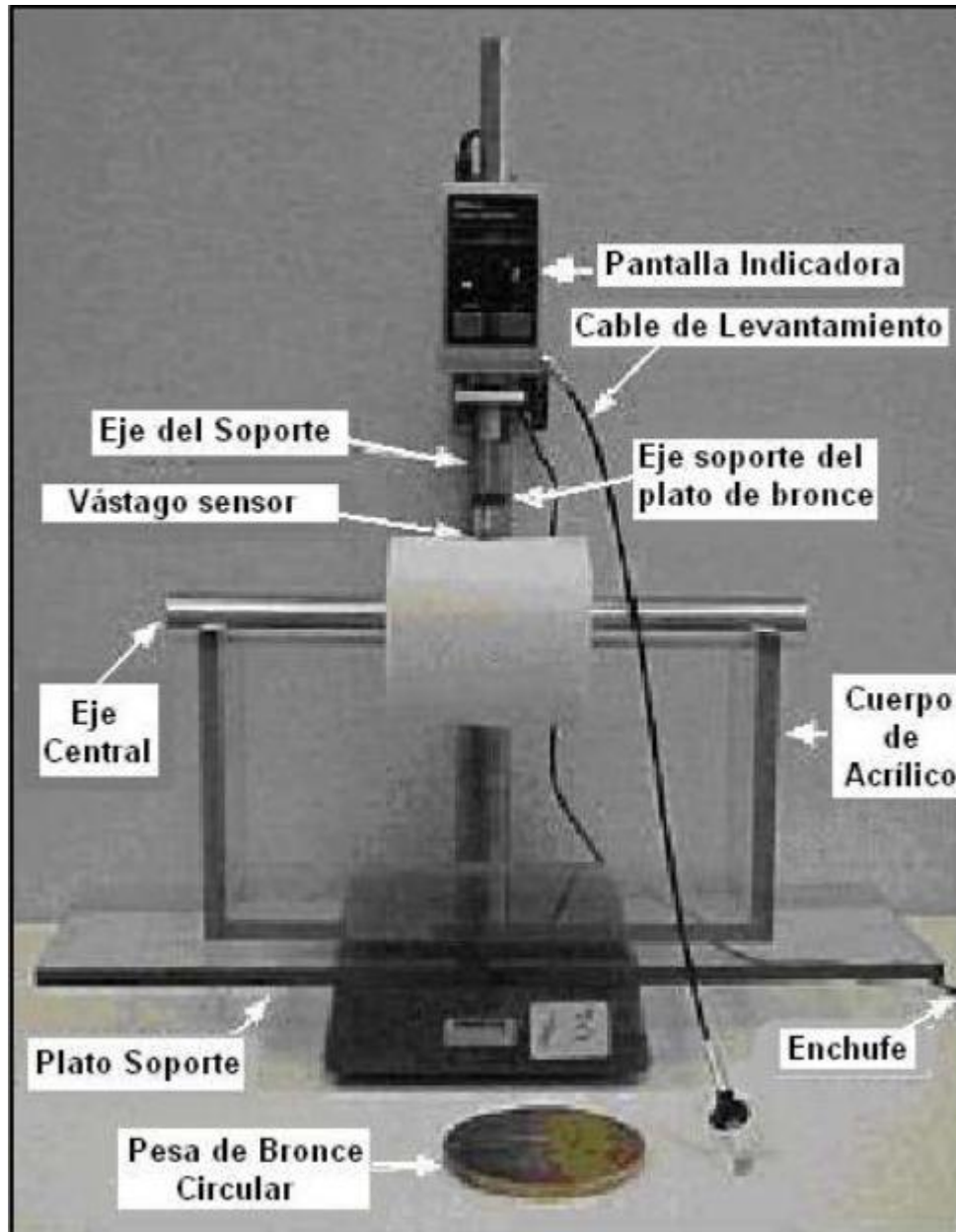
Equipo de medición de brillo, a, b, L



Equipo de medición de resistencia



Equipo de medición de firmeza





ANEXO 3

DAP – Inspección de bobinas

Condiciones asumidas: Todas las líneas operativas. Se asume producción de 16 bobinas por línea en promedio, 32 en total en el turno. El inspector sólo llega a inspeccionar 16 de estas 32 (8 Línea 1, 8 Línea 2)

Anexo 3. DAP Inspector bobinas

DESCRIPCIÓN	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ubicación	Duración	Observaciones	Por bobina	Por turno
Revisión de correo y datos anteriores de Diario	x					Lab	900	15 min en todo el turno		900
Registro de especificaciones en plantilla	x					Lab	120	Por 2 bobinas		240
Hacia Línea 2		x					10		10	
Inspección atributos			x			Línea 2	120	Por bobina inspeccionada		960
Recojo de muestra	x					Línea 2	3		3	
Hacia Laboratorio		x					10			320
Preparación de muestras (resistencias, peso base, calibre, brillo, contra muestra)	x					Lab	196		196	
Inspección brillo			x			Lab	20	Sólo posicionamiento y apunte de datos, la medición en sí es paralelo a otras actividades	20	
Peso base			x			Lab	48	Sólo posicionamiento y apunte de datos, la medición en sí es paralelo a otras actividades	48	
Resistencia CD y MD			x			Lab	70	Por 4 probetas por bobina (dos para cada resistencia)	70	
Hacia cabina de mando		x					14		14	
Notificación operador de datos	x					Cabina de mando	43		43	
Hacia registro de bobinas		x					7		7	
Registro de datos de máquina para la bobina	x					Línea 2	20		20	
Hacia Laboratorio		x					10		10	
Prueba de CDH			x				31	Incluye preparación de medidor de resistencia	31	
Ingreso de datos a Diario	x					Lab	30		30	
Ingreso a OLT	x					Lab	25		25	

Elaboración propia

Anexo 3. DAP Inspector bobinas (continuación)

DESCRIPCIÓN	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ubicación	Duración	Observaciones	Por bobina	Por turno
Registro de bobina en ERP	x					Lab	25		25	
Hacia Línea 1		x					23		23	
Inspección atributos			x			Línea 1	140	Por bobina inspeccionada		1120
Recojo de muestra			x			Línea 1	3		3	
Hacia Laboratorio		x					23		23	
Preparación de muestras (resistencias, peso base, calibre, brillo, contra muestra)	x					Lab	196		196	
Inspección brillo			x			Lab	20	Sólo posicionamiento y apunte de datos, la medición en sí es paralelo a otras actividades	20	
Peso base			x			Lab	48	Sólo posicionamiento y apunte de datos, la medición en sí es paralelo a otras actividades	48	
Resistencia CD y MD			x			Lab	70	Por 4 probetas por bobina (dos para cada resistencia)	70	
Hacia cabina de mando		x					14		14	
Notificación operador de datos	x					Cabina de mando	43		43	
Hacia registro de bobinas		x					7		7	
Registro de datos de máquina para la bobina	x					Línea 1	20		20	
Hacia Laboratorio		x					10		10	
Ingreso de datos a Diario	x					Lab	30		30	
Ingreso a OLT	x					Lab	25		25	
Prueba de CDH			x				31	Incluye preparación de medidor de resistencia	31	
Registro de bobina en ERP	x					Lab	25		25	
Impresión de etiquetas (cada 6 bobinas)	x					Lab	26	Cada 6 bobinas. 6 veces por turno aprox.		156
Hacia Patio de bobinas		x					30			180.00
Pegado de etiquetas (x6)	x					Patio de bobinas	300	Cada 6 bobinas. 6 veces por turno aprox.		1800.00
Contaminación (cada 3 bobinas)			x			Lab	68	Se asume contaminación a 5 bobinas por línea		680.00

Elaboración propia

Anexo 3. DAP Inspector bobinas (continuación)

DESCRIPCIÓN	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ubicación	Duración	Observaciones	Por bobina	Por turno
Hacia Línea 2		x					8	Para prueba de humedad		8.00
Obtención de muestra para prueba de Humedad	x					Línea 2	300			300.00
Hacia Laboratorio		x					8			8.00
Humedad (pesado inicial)			x			Lab	137			137.00
Humedad (disposición en horno)	x					Lab	12			12.00
Humedad (pesado acondicionado)			x			Lab	137			137.00
Ingreso de humedad a PC	x					Lab	70			70.00
Notificación por correo a Supervisores de Humedad	x					Lab	90			90.00
Hacia Línea 1		x					36	Para prueba de humedad		36.00
Obtención de muestra para prueba de Humedad	x					Línea 2	300			300.00
Hacia Laboratorio		x					8			8.00
Humedad (pesado inicial)			x			Lab	137			137.00
Humedad (disposición en horno)	x					Lab	12			12.00
Humedad (pesado acondicionado)			x			Lab	137			137.00
Ingreso de humedad a PC	x					Lab	70			70.00
Notificación por correo a Supervisores de Humedad	x					Lab	90			90.00
Tiempos adicionales				x						4144
									1140	12052

Elaboración propia

Tiempos adicionales incluye:

- Revisiones fuera de rutina (10% de las bobinas) – 563.2 seg/turno
- Verificación de datos (1 minuto) – 60 seg/turno
- Llamadas – 480 seg/turno
- Discusión de resultados con supervisor (10 min aprox.) – 600
- Consultas de operadores por turno (10% de probabilidad aprox.) – 192 seg/turno
- Re-inspección de bobinas (10% de probabilidad) sólo peso base, brillo, resistencias – 700.8 seg/turno
- Espera por disponibilidad de computadora (ERP, diario, OLT) (60% de las veces, aprox. 20 seg por espera) – 48 seg/turno
- Registro de indicadores en pizarra – 600 seg/turno
- Reunión de cambio de turno – 900 seg/turno

DAP – Inspección de línea Conversión

Condiciones asumidas: Todas las líneas operativas. Reunión Lean Manufacturing y registros de PPM en gaveta de F1 y S65.

Anexo 3. DAP Inspector línea

DESCRIPCIÓN	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ubicación	Duración	Observaciones	Por corrida	Por turno
Hacia Emp. 3 – F2		x					5		5	
Inspección de planchas			x			Emp. 3 – F2	16		16	
Hacia Emp. 2 – F2		x					8		8	
Inspección de paquetes			x			Emp. 2 – F2	18		18	
Inspección de planchas (incluye inspección de paleta)			x			Emp. 2 – F2	21		21	
Hacia Emp. 1 – F2		x					3		3	
Inspección de paquetes			x			Emp. 1 – F2	21		21	
Inspección de planchas (incluye inspección de paleta)			x			Emp. 1 – F2	12		12	
Aviso de problema de sellado a embolsador	x					Emp. 1 – F2	15	Problemas similares: 2 veces		30
Hacia operador F2		x					6	Problemas similares: 4 veces		24
Aviso de problema registro de empaque	x					F1	47	Problemas similares: 4 veces		188
Hacia Emp. 4 – F2		x					7		7	
Inspección de paquetes			x			Emp. 4 – F2	26		26	
Inspección de planchas (incluye inspección de paleta)			x			Emp. 4 – F1	26	Problema de sellado. Problemas similares: aprox. 2 veces	20	200
Hacia Emp. 1 – F1		x					29		29	
Inspección de paquetes			x			Emp. 1 – F1	22		22	
Inspección de planchas (incluye inspección de paleta)			x			Emp. 1 – F1	18		12	
Hacia Emp. 2 – F1		x					7		7	
Inspección de paquetes			x			Emp. 2 – F1	22		22	
Inspección de planchas (incluye inspección de paleta)			x			Emp. 2 – F1	18		12	
Hacia Emp. 3 – F1		x					7		7	
Inspección de paquetes			x			Emp. 3 – F1	22		22	
Inspección de planchas (incluye inspección de paleta)			x			Emp. 3 – F1	18		12	
Hacia Emp. 1 – S65		x					17		17	

Elaboración propia

Anexo 3. DAP Inspector línea (continuación)

DESCRIPCIÓN	○	→	□	D	▽	Ubicación	Duración	Observaciones	Por corrida	Por turno
Inspección de paquetes y planchas			x			Emp. 1 y Emp. 3 – S65	62		62	
Hacia Emp. 3 – S76		x					24		24	
Inspección de paquetes y planchas			x			Emp. 3 – S76	45		45	
Hacia Emp. 2 – Máq. 4		x					10		10	
Inspección de planchas			x			Emp. 2 – S76	20		20	
Inspección de paquetes				x		Emp. 2 – S76	30	Ligero problema de registro de empaque. Problemas similares: aprox. En 6 corridas		558
Notificación a operador	x					S76	14	Por 6 corridas		84
Hacia Emp. 1 – S76		x					17		17	
Inspección de paquetes			x			Emp. 1 – S76	25		25	
Inspección de planchas			x			Emp. 1 – S76	15		15	
Hacia bobinadora S76		x					21		21	
Inspección de log			x			S76	102		102	
Disposición de log					x	S76	15		15	
Hacia cortadora S76		x					48	Incluye traslado entre carriles	48	
Inspección de rollos			x			S76	25		25	
Traslado a S65			x				26	Cada 2 horas -> Por turno: 4 veces en promedio (LEAN)	104	104.00
Registro de PPM	x					S65	8	Cada 2 horas -> Por turno: 4 veces en promedio (LEAN)	32	32.00
Hacia bobinadora S65		x					36		36	
Inspección de log			x			S65	100		100	
Disposición de log					x	S65	20		20	
Hacia cortadora S65		x					15	Incluye traslado entre carriles	15	
Inspección de rollos			x			S65	25		25	
Traslado a gaveta F1		x					30		30	
Registro de PPM	x					F1	12	LEAN		48.00
Hacia bobinadora F1		x					10			
Inspección de log			x			F1	103		103	

Elaboración propia

Anexo 3. DAP Inspector línea (continuación)

DESCRIPCIÓN	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ubicación	Duración	Observaciones	Por corrida	Por turno
Disposición de log	x					F1	20		20	
Hacia cortadora F1		x					5		5	
Inspección de rollos			x			F1	15		15	
Hacia bobinadora F2		x					20		20	
Inspección de log			x			F2	110		110	
Disposición de log					x	F2	15		15	
Hacia cortadora F2		x					12		12	
Inspección de rollos			x			F2	15		15	
Hacia laboratorio		x					57		57	
Reporte de situación a supervisor	x					Lab	108		108	
Hacia servilletera 2		x					37		37	
Inspección de servilletas			x			Servilletera 2	20		20	
Inspección paquetes			x			Servilletera 2	30		30	
Hacia servilletera 1		x					10		10	
Inspección de servilletas			x			Servilletera 1	20		20	
Inspección de paquetes			x			Servilletera 1	25		25	
Hacia RP		x					35		35	
Inspección de paquetes			x			RP	47		47	
Hacia P813		x					12		12	
Inspección de rollos y planchas			x			P813	110		110	
Hacia P750		x					28		28	
Inspección de paquetes			x			P750	34		34	
Hacia DB		x					20		20	
Inspección de rollos y paquetes			x			DB	30		30	
Hacia CR		x					17		17	
Inspección de rollos y paquetes			x			CR	26		26	
Hacia laboratorio		x					34		34	
Reporte de situación a supervisor	x					Lab	45		45	
Deja muestras y notificación a inspector de lab.	x					Lab	15		15	
Hacia Emp. 3 – F2		x					5			5
Registro de Insumos	x					Emp. 3 – F2	40			40
Hacia Emp. 2 – F2		x					8			8
Registro de Insumos	x					Emp. 2 – F2	40			40
Hacia Emp. 1 – F2		x					3			3

Elaboración propia

Anexo 3. DAP Inspector línea (continuación)

DESCRIPCIÓN	○	→	□	D	▽	Ubicación	Duración	Observaciones	Por corrida	Por turno
Registro de Insumos	x					Emp. 1 – F2	40			40
Hacia Emp. 4 – F2		x					7			7
Registro de Insumos	x					Emp. 4 – F2	40			40
Hacia Emp. 1 – F1		x					29			29
Registro de Insumos	x					Emp. 1 – F1	40			40
Hacia Emp. 2 – F1		x					7			7
Registro de Insumos	x					Emp. 2 – F1	40			40
Hacia Emp. 3 – F1		x					7			7
Registro de Insumos	x					Emp. 3 – F1	40			40
Hacia Emp. 1 – S65		x					17			17
Registro de Insumos	x					Emp. 1 – S65	40			40
Hacia Emp. 3 – S76		x					24			24
Registro de Insumos	x					Emp. 3 – S76	40			40
Hacia Emp. 2 – S76		x					10			10
Registro de Insumos	x					Emp. 2 – S76	40			40
Hacia Emp. 1 – S76		x					17			17
Registro de Insumos	x					Emp. 1 – S76	40			40
Hacia Laboratorio		x					16			34
Hacia servilletera 2		x					37			37
Registro de Insumos	x					Servilletera 2	40			40
Hacia servilletera 1		x					10			10
Registro de Insumos	x					Servilletera 1	40			40
Hacia RP		x					35			35
Registro de Insumos	x					RP	40			40
Hacia P813		x					12			12
Registro de Insumos	x					P813	40			40
Hacia P750		x					28			28
Registro de Insumos	x					P750	40			40
Hacia DB		x					20			20
Registro de Insumos	x					DB	40			40
Hacia CR		x					17			17
Registro de Insumos	x					CR	40			40
Hacia laboratorio		x					34			34

Elaboración propia

Anexo 3. DAP Inspector línea (continuación)

DESCRIPCIÓN	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ubicación	Duración	Observaciones	Por corrida	Por turno
Ingreso atributos a software y en cuaderno	x					Lab	3000	Una vez por turno		3000
<u>Tiempos adicionales</u>				x						9595
									2164	14944

Elaboración propia

Tiempos adicionales incluyen

- Notificaciones de situación a operadores e inspector (1 min 30 seg aprox por cada línea por dos veces) – 900 seg/turno
- Re-inspección de rollos, paquetes, planchas y paletas (aprox. 1 vez por línea) – 240 seg/turno
- Notificación de problemas a supervisor – 180 seg/turno
- Esperas por atoro de máquina (aprox. 2 veces por línea por turno – 1min 8 seg) – 231 seg/turno
- Reunión cambio de turno – 300 seg/turno
- Reunión Lean Manufacturing (10 min por máquina (2) por tres veces en el turno) – 3600 seg/turno
- Otros tiempos (recurrencia de fallas, demoras, reuniones de Centerlining, necesidades fisiológicas, revisión de bandeja de entrada electrónica, etc.) – 3600 seg/turno

DAP – Inspección de laboratorio Conversión

Condiciones asumidas: Todas las líneas operativas. Muestreo de resistencia.

Productos analizados: servilleta clásico, toalla doblada (Máq. Toalla), servilleta diseño (Serv.1), rollo higiénico Institucional, servilleta Institucional, hig. 1 (F1), hig. 2 (S65), hig. 3 (F2), hig. 4 (S76), hig. 5 (P813).

Anexo 3. DAP Inspector laboratorio

DESCRIPCIÓN	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ubicación	Duración	Observaciones	Por corrida	Por turno
Registro de servilleta diseño	x					Lab-mesa	136	Por 11 líneas = 1496 seg		1496
Diámetro toalla natural				x		Lab-mesa	24	Recepción de muestras Institucional. Inicio de corrida	24	
Ancho de hoja toalla natural			x			Lab-mesa	14		14	
Peso base toalla natural			x			Lab-mesa	43		43	
Preparación de muestra resistencias toalla natural	x					Lab-mesa	40	Tres veces por turno = 120		120
Peso neto servilleta			x			Lab-mesa	15		15	
Peso base servilleta				x		Lab-mesa	48	Espera debido a variaciones de peso base servilleta diseño: 8 seg	48	
L y A de hoja servilleta			x			Lab-mesa	10		10	
Cuenta de hojas serv			x			Lab-mesa	37		37	
Preparación de muestra resistencias servilleta	x					Lab-mesa	43		43	
Peso neto: Toalla doblada			x			Lab-mesa	17		17	
Cuenta de hojas toalla doblada				x		Lab-mesa	53	5 seg para la multiplicación por factor 10.764	53	
Peso base toalla doblada			x			Lab-mesa	18		18	
Dimensiones hoja toalla doblada			x			Lab-mesa	14		14	
Disposición de toalla doblada en empaque			x			Lab-mesa	17		17	
Preparación de muestra resistencias toalla doblada	x					Lab-mesa	37	Tres veces por turno = 111		111
Peso neto servilleta diseño			x			Lab-mesa	18		18	
Cuenta hojas servilleta diseño			x			Lab-mesa	46		46	
Peso base servilleta diseño			x			Lab-mesa	26		26	
Largo y ancho de hoja servilleta diseño			x			Lab-mesa	22		22	
Preparación de muestra resistencias servilleta diseño	x					Lab-mesa	41			123

Elaboración propia

Anexo 3. DAP Inspector laboratorio (continuación)

DESCRIPCIÓN	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ubicación	Duración	Observaciones	Por corrida	Por turno
Diámetro rollo hig. Institucional			x			Lab-mesa	23		23	
Preparación de muestras rollo hig. Institucional	x					Lab-mesa	12		12	
Peso base hig. Institucional			x			Lab-mesa	34		34	
Ancho hig. Institucional			x			Lab-mesa	10		10	
Preparación de muestra resistencias higiénico Institucional	x					Lab-mesa	34			102
Peso neto servilleta Institucional			x			Lab-mesa	24		24	
Cuenta servilleta Institucional			x			Lab-mesa	79		79	
Peso base servilleta Institucional			x			Lab-mesa	47		47	
Largo y ancho de servilleta Institucional			x			Lab-mesa	18		18	
Preparación de muestra resistencias servilleta Institucional	x					Lab-mesa	45			135
Disposición de muestras					x	Lab-mesa	10		10	
Discusión de problema Máq. Toalla				x		Lab	87			87
Traslado a Máq. Toalla		x					38	Problema puntual de número de hojas (error humano)		38
Cuenta de hojas 1			x			Máq. Toalla	50			50
Cuenta de hojas 2				x		Máq. Toalla	47	Con estas dos muestras, se infiere que el error de conteo no es una falla atribuible al proceso.		47
Disposición de muestras	x					Máq. Toalla	20			20
Regreso a Laboratorio, hacia medidor de firmeza		x					52			52
Diámetro de rollo 1			x			Lab-med. Firmeza	10	Inspector de línea entrega muestras de higiénicos	10	
Firmeza de rollo 1				x		Lab-med. Firmeza	123	Incluye preparación de de máquina (32 seg)	123	
Diámetro de rollo 2			x			Lab-med. Firmeza	10		10	
Firmeza rollo 2			x			Lab-med. Firmeza	137	Preparación de 27 seg	137	
Diámetro rollo 3			x			Lab-med. Firmeza	8		8	
Firmeza rollo 3			x			Lab-med. Firmeza	120	Preparación de 37 seg	120	
Diámetro rollo 4			x			Lab-med. Firmeza	9		9	

Elaboración propia

Anexo 3. DAP Inspector laboratorio (continuación)

DESCRIPCIÓN	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ubicación	Duración	Observaciones	Por corrida	Por turno
Firmeza rollo 4			x			Lab-med. Firmeza	100		100	
Diámetro rollo 5			x			Lab-med. Firmeza	9		9	
Firmeza rollo 5			x			Lab-med. Firmeza	94		94	
Hacia etiquetas		x					20	1 vez diaria (prorratio) por dos bandejas		6.67
Recojo de etiquetas y almacenamiento	x					Conversión	60	1 vez diaria (prorratio)		20
A mesa de inspección con muestras		x				Lab-mesa	13	1 vez diaria (prorratio)	13	
Cuenta hojas rollo 1			x			Lab-mesa	92	Una vez por turno. Para el resto, se copia la misma cantidad de hojas.		92
Peso neto rollo 1			x			Lab-mesa	12		12	
Peso base rollo 1			x			Lab-mesa	34	Incluye 10 seg al multiplicar por 10.764	34	
Largo y ancho de hoja rollo 1			x			Lab-mesa	18		18	
Preparación de muestra resistencias rollo 1	x					Lab-mesa	40			120
Cuenta hojas rollo 2			x			Lab-mesa	92	Una vez por turno. Para el resto, se copia la misma cantidad de hojas.		92
Peso neto rollo 2			x			Lab-mesa	12		12	
Peso base rollo 2			x			Lab-mesa	34	Incluye 10 seg al multiplicar por 10.764	34	
Preparación de muestra resistencias rollo 2	x					Lab-mesa	40			120
Largo y ancho de hoja rollo 2			x			Lab-mesa	18		18	
Registro de datos 2	x					Lab-mesa	30		30	
Cuenta hojas rollo 3			x			Lab-mesa	92	Una vez por turno. Para el resto, se copia la misma cantidad de hojas.		92
Peso neto rollo 3			x			Lab-mesa	12		12	
Peso base rollo 3			x			Lab-mesa	34	Incluye 10 seg al multiplicar por 10.764	34	
Largo y ancho de hoja rollo 3			x			Lab-mesa	18		18	

Elaboración propia

Anexo 3. DAP Inspector laboratorio (continuación)

DESCRIPCIÓN	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ubicación	Duración	Observaciones	Por corrida	Por turno
Preparación de muestra resistencias rollo 3	x						Lab-mesa	42			126
Cuenta hojas rollo 4				x			Lab-mesa	92	Dos veces por turno en promedio. Para el resto, se copia la misma cantidad de hojas.		184
Peso neto rollo 4			x				Lab-mesa	12		12	
Peso base rollo 4			x				Lab-mesa	34	Incluye 10 seg al multiplicar por 10.764	34	
Largo y ancho de hoja rollo 4			x				Lab-mesa	18		18	
Preparación de muestra resistencias rollo 4	x						Lab-mesa	35			105
Cuenta hojas rollo 5				x			Lab-mesa	92	Se realiza la cuenta de hojas por cada muestra (P813).	92	
Peso neto rollo 5			x				Lab-mesa	12		12	
Peso base rollo 5			x				Lab-mesa	34	Incluye 10 seg al multiplicar por 10.764	34	
Largo y ancho de hoja rollo 5			x				Lab-mesa	18		18	
Preparación de muestra resistencias rollo 5	x						Lab-mesa	28			84
Suavidad de hoja 1				x			Lab-mesa	50	Una vez por turno. Incluye lavado de manos (20 seg)		50
Suavidad de hoja 2				x			Lab-mesa	30	Una vez por turno.		30
Suavidad de hoja 3				x			Lab-mesa	30	Una vez por turno.		30
Suavidad de hoja 4				x			Lab-mesa	30	Una vez por turno.		30
Disposición de muestras						x	Lab-mesa	8		8	
Traslado a Manufactura		x						200	Una vez por turno		200
Espera promedio					x		Lab-mesa	70	Por uso de inspector de manufactura	70	
Colocar muestras en horno para CDH	x						Lab-mesa	2	2 x 33 muestras =66 seg		66
Preparación para prueba MD y CD en seco	x						Lab-mesa	40	Tres veces (para higiénicos, toallas y servilletas) = 120 seg		120

Elaboración propia

Anexo 3. DAP Inspector laboratorio (continuación)

DESCRIPCIÓN	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ubicación	Duración	Observaciones	Por corrida	Por turno
Prueba resistencia			x			Lab-mesa	17	En total 66 veces (MD y CD por cada muestra) para las 33 muestras (3 por corrida por máquina) = 1122 seg		1122
Obtención de muestras de horno	x					Lab-mesa	2	En total son 33 muestras de CDH (tres por línea) = 66 seg		66
Preparación para prueba CDH	x					Lab-mesa	40	Tres veces (para higiénicos, toallas y servilletas) = 120 seg		120
Prueba resistencia			x			Lab-mesa	24	En total 33 veces CDH por cada muestra) para las 33 muestras (3 por máquina) = 792 seg		792
Disposición de muestras			x			Lab-mesa	10	Una vez por turno		10
Regreso a Laboratorio de Conversión		x					180	Una vez por turno		180
Ingreso de variables a software	x					Lab-computadora	3600	Una vez por turno		3600
<u>Tiempos adicionales</u>				x			3095	Una vez por turno		5975
									1875	15814

Elaboración propia

Tiempos adicionales incluye:

- Interrupciones (comentarios de operadores, almaceneros, trabajadores de calidad, llamadas, etc.) – 1295 seg/turno
- Notificación de la situación del proceso a operadores (1 min por corrida) – 480 seg/turno
- Problemas en línea, revisión de paletas en conversión, etc. – 1800 seg/turno
- Ingreso de vales al sistema – 600
- Otros tiempos (incluye necesidades fisiológicas, recurrencia de eventos extraños promedio, reunión de Centerlining, etc.) – 1800 seg/turno



ANEXO 4

Datos elegidos de Línea 1 para simulación de gráficas de control

Fecha	Turno	Hora	b	CDH
1/4/10	1er (12H)	8:14:00	-0.6	75
1/4/10	1er (12H)	8:46:00	-1.1	70
1/4/10	1er (12H)	9:18:00	-1.2	81
1/4/10	1er (12H)	9:50:00	-1.8	75
1/4/10	1er (12H)	10:32:00	-1.4	70
1/4/10	1er (12H)	11:00:00	-0.5	72
1/4/10	1er (12H)	11:33:00	-0.6	80
1/4/10	1er (12H)	12:05:00	-1	77
1/4/10	1er (12H)	12:39:00	-1.2	75
1/4/10	1er (12H)	13:14:00	-1.2	80
1/4/10	1er (12H)	13:49:00	-0.8	77
1/4/10	1er (12H)	14:20:00	-1.1	79
1/4/10	1er (12H)	14:54:00	-2	80
1/4/10	1er (12H)	15:34:00	-0.9	77
1/4/10	1er (12H)	16:09:00	-0.9	85
1/4/10	1er (12H)	16:44:00	-1.5	80
1/4/10	1er (12H)	17:18:00	-2.1	83
1/4/10	1er (12H)	17:54:00	-0.6	80
1/4/10	1er (12H)	18:28:00	0.4	84
1/4/10	2do (12H)	19:00:00	0.2	90
1/4/10	2do (12H)	19:33:00	-0.1	90
1/4/10	2do (12H)	20:00:00	-1.2	81
1/4/10	2do (12H)	20:35:00	-1.7	86

Fuente: Diario de Manufactura para PM 1. Abril 2010.

Datos elegidos de Línea 2 para simulación de gráficas de control

Fecha	Turno	Hora	Brillo	b
17/4/10	2do	20:50	75.8	-0.3
17/4/10	2do	21:25	75.6	-0.8
17/4/10	2do	21:50	75.6	-1.3
17/4/10	2do	22:20	75.7	-1.0
17/4/10	2do	22:50	76	-1.2
17/4/10	2do	23:08	75.5	-0.6
17/4/10	2do	23:50	76	-1.3
17/4/10	2do	0:17	76.5	-1.0
17/4/10	2do	0:49	77	-1.5
17/4/10	2do	1:20	76.7	-1.5
17/4/10	2do	1:57	77	-1.6
17/4/10	2do	2:35	76.5	-1.0
17/4/10	2do	3:08	76.3	-1.2
17/4/10	2do	3:42	76	-1.7
17/4/10	2do	4:15	76	-1.0
17/4/10	2do	4:40	75.3	-1.5
17/4/10	2do	5:05	76.3	-1.0
17/4/10	2do	5:30	76.5	-1.0
17/4/10	2do	6:03	76.3	-0.6
17/4/10	2do	6:33	75.6	-1.0
18/4/10	1er (12H)	7:05	75.8	-0.9
18/4/10	1er (12H)	7:34	76.3	-1.0
18/4/10	1er (12H)	8:04	76	-0.8
18/4/10	1er (12H)	8:41	75.8	-0.6
18/4/10	1er (12H)	9:08	76	-0.4

Fuente: Diario de Manufactura para PM 2. Abril 2010.



ANEXO 5

Datos simulados para el cálculo de gráficos de control por variable línea 1. Punto b

R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	R ₁₁	R ₁₂	Z standar d	Variable aleatori a
0.593 9	0.229 8	0.674 5	0.529 9	0.250 8	0.187 2	0.958 2	0.305 4	0.991 7	0.013 7	0.168 1	0.157 6	-0.9391	-1.6
0.330 1	0.871 9	0.078 0	0.445 1	0.070 8	0.772 1	0.529 7	0.743 6	0.507 5	0.797 6	0.309 0	0.232 5	-0.3122	-1.2
0.940 6	0.928 5	0.682 9	0.017 1	0.649 6	0.311 6	0.167 5	0.216 2	0.056 8	0.451 5	0.201 1	0.998 6	-0.3781	-1.3
0.926 4	0.275 5	0.954 3	0.552 7	0.500 5	0.923 3	0.604 9	0.489 7	0.423 3	0.104 1	0.808 0	0.779 7	1.3424	-0.1
0.629 9	0.675 3	0.257 7	0.263 0	0.449 0	0.949 0	0.331 7	0.577 6	0.269 4	0.973 3	0.571 4	0.468 8	0.4160	-0.7
0.599 4	0.427 9	0.928 4	0.910 1	0.042 7	0.661 8	0.709 1	0.433 1	0.015 9	0.121 8	0.771 7	0.450 3	0.0721	-0.9
0.971 2	0.004 4	0.892 1	0.658 9	0.735 5	0.476 0	0.715 7	0.039 4	0.455 1	0.760 7	0.233 4	0.411 1	0.3534	-0.8
0.149 5	0.113 8	0.876 6	0.563 2	0.750 9	0.693 2	0.098 8	0.532 6	0.556 8	0.585 0	0.007 9	0.436 1	-0.6356	-1.4
0.889 8	0.353 5	0.746 8	0.321 2	0.712 7	0.903 9	0.284 6	0.825 2	0.577 0	0.805 8	0.085 2	0.565 9	1.0716	-0.3
0.776 8	0.129 7	0.932 2	0.076 8	0.901 4	0.745 8	0.627 2	0.709 9	0.140 0	0.322 8	0.186 5	0.210 9	-0.2401	-1.2
0.527 9	0.396 5	0.835 5	0.927 1	0.099 0	0.356 5	0.701 3	0.549 8	0.325 2	0.638 9	0.775 3	0.541 6	0.6747	-0.5
0.094 3	0.194 4	0.184 6	0.018 9	0.986 2	0.350 7	0.745 5	0.600 4	0.908 4	0.516 1	0.695 8	0.364 0	-0.3406	-1.2
0.709 2	0.434 5	0.220 6	0.426 1	0.021 8	0.205 3	0.230 0	0.391 4	0.217 9	0.269 1	0.685 4	0.104 5	-2.0842	-2.4
0.150 1	0.838 2	0.689 4	0.200 9	0.861 8	0.999 2	0.282 9	0.833 3	0.298 5	0.321 6	0.492 4	0.462 2	0.4304	-0.7
0.242 1	0.960 3	0.887 2	0.908 8	0.576 3	0.337 6	0.065 4	0.464 4	0.901 0	0.525 4	0.677 5	0.972 5	1.5181	0.0
0.543 8	0.933 3	0.949 5	0.743 2	0.433 1	0.335 5	0.866 7	0.162 6	0.252 6	0.834 4	0.361 3	0.596 0	1.0120	-0.3
0.515 9	0.781 5	0.462 2	0.567 4	0.801 8	0.874 4	0.052 4	0.759 9	0.664 3	0.918 4	0.083 3	0.819 7	1.3011	-0.1
0.078 5	0.950 4	0.314 7	0.521 5	0.916 8	0.823 2	0.468 0	0.638 8	0.395 2	0.995 7	0.693 1	0.864 8	1.6606	0.1
0.332 8	0.023 6	0.941 9	0.422 0	0.302 0	0.532 0	0.999 9	0.459 8	0.713 6	0.857 7	0.323 1	0.730 7	0.6393	-0.6
0.924 2	0.660 5	0.593 7	0.656 4	0.548 5	0.457 7	0.241 3	0.262 6	0.481 5	0.196 7	0.843 3	0.243 6	0.1098	-0.9
0.161 5	0.712 9	0.324 9	0.411 1	0.568 6	0.687 5	0.081 7	0.261 8	0.912 7	0.946 9	0.378 5	0.992 9	0.4411	-0.7
0.126 8	0.683 4	0.120 4	0.004 7	0.596 9	0.194 6	0.757 5	0.834 5	0.970 0	0.148 5	0.876 6	0.298 3	-0.3878	-1.3
0.601 4	0.029 1	0.596 7	0.456 7	0.197 7	0.391 1	0.258 9	0.803 8	0.182 8	0.154 0	0.381 6	0.953 6	-0.9926	-1.7
0.221 8	0.910 7	0.825 6	0.243 1	0.921 0	0.992 9	0.339 5	0.657 2	0.398 6	0.806 4	0.778 7	0.608 2	1.7036	0.2
0.350 8	0.514 5	0.287 1	0.269 9	0.419 4	0.665 0	0.906 0	0.662 3	0.143 6	0.799 8	0.999 9	0.704 2	0.7224	-0.5
0.506 3	0.122 4	0.559 0	0.253 6	0.892 0	0.468 9	0.364 8	0.815 1	0.922 2	0.655 5	0.180 6	0.483 0	0.2233	-0.8
0.702 4	0.742 5	0.384 3	0.298 0	0.376 9	0.061 5	0.859 3	0.050 9	0.269 2	0.185 3	0.746 6	0.619 5	-0.7034	-1.5
0.579 4	0.649 1	0.891 8	0.983 2	0.863 4	0.187 8	0.405 5	0.933 1	0.020 9	0.371 7	0.583 1	0.649 1	1.1180	-0.2
0.206 0	0.347 3	0.535 5	0.105 5	0.528 1	0.373 1	0.748 4	0.315 9	0.930 6	0.235 8	0.461 9	0.344 7	-0.8672	-1.6
0.514 3	0.382 7	0.010 7	0.871 7	0.721 3	0.536 7	0.217 7	0.664 1	0.617 6	0.393 6	0.839 6	0.965 1	0.7351	-0.5

Datos simulados para el cálculo de gráficos de control por variable línea 1. CDH

R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	R ₁₁	R ₁₂	Z standar d	Variable aleatori a
0.143 5	0.316 1	0.767 7	0.229 1	0.788 3	0.624 6	0.382 1	0.469 9	0.840 9	0.065 6	0.337 1	0.342 5	-0.6925	75.7
0.376 4	0.451 2	0.861 9	0.020 1	0.865 8	0.886 8	0.519 6	0.910 3	0.721 4	0.275 0	0.739 9	0.988 9	1.6173	88.2
0.137 9	0.510 4	0.196 6	0.799 9	0.986 5	0.413 2	0.195 8	0.372 5	0.024 2	0.938 1	0.332 2	0.591 8	-0.5008	76.7
0.690 5	0.271 0	0.117 8	0.999 2	0.236 2	0.399 5	0.030 4	0.227 2	0.705 8	0.191 8	0.873 7	0.425 5	-0.8312	74.9
0.653 1	0.752 5	0.918 8	0.900 9	0.333 8	0.344 8	0.995 4	0.627 9	0.338 4	0.694 3	0.074 1	0.966 4	1.6004	88.1
0.507 0	0.096 3	0.142 5	0.511 5	0.683 7	0.383 7	0.752 6	0.969 5	0.743 3	0.106 6	0.551 4	0.015 9	-0.5359	76.5
0.490 0	0.321 4	0.935 3	0.784 8	0.584 5	0.499 8	0.970 3	0.785 5	0.620 4	0.933 7	0.068 1	0.000 6	0.9944	84.8
0.960 9	0.331 3	0.237 5	0.701 3	0.956 9	0.274 1	0.957 2	0.853 1	0.060 8	0.845 4	0.025 2	0.672 2	0.8758	84.2
0.855 6	0.488 2	0.511 0	0.551 6	0.529 2	0.908 1	0.174 2	0.521 2	0.462 5	0.809 8	0.997 3	0.756 0	1.5647	87.9
0.954 6	0.380 0	0.063 3	0.163 3	0.188 9	0.429 5	0.826 4	0.264 3	0.592 9	0.430 0	0.472 6	0.416 3	-0.8179	75.0
0.062 7	0.835 0	0.893 9	0.042 7	0.415 6	0.859 5	0.954 9	0.731 3	0.708 6	0.218 6	0.825 3	0.653 0	1.2012	85.9
0.707 1	0.541 9	0.700 8	0.094 5	0.125 6	0.989 2	0.673 5	0.106 8	0.158 5	0.656 0	0.769 0	0.861 0	0.3840	81.5
0.619 1	0.276 4	0.912 0	0.083 4	0.154 2	0.809 7	0.915 1	0.058 4	0.845 4	0.814 8	0.367 5	0.893 9	0.7499	83.5
0.090 0	0.008 3	0.870 7	0.509 1	0.039 5	0.861 4	0.568 0	0.054 1	0.521 4	0.930 3	0.693 6	0.442 3	-0.4113	77.2
0.949 7	0.570 0	0.246 0	0.770 0	0.440 9	0.281 5	0.232 2	0.480 2	0.319 2	0.866 9	0.015 0	0.156 4	-0.6719	75.8
0.992 9	0.836 3	0.571 8	0.666 0	0.560 3	0.796 3	0.820 3	0.071 2	0.744 5	0.517 5	0.285 4	0.804 2	1.6667	88.5
0.924 3	0.281 5	0.223 0	0.074 8	0.465 5	0.344 0	0.432 3	0.987 1	0.605 3	0.963 5	0.203 0	0.657 5	0.1620	80.3
0.704 2	0.560 3	0.686 1	0.316 1	0.144 2	0.012 1	0.679 6	0.450 0	0.341 3	0.884 6	0.922 4	0.827 3	0.5282	82.3
0.883 1	0.701 3	0.529 1	0.827 3	0.259 3	0.564 9	0.031 2	0.512 1	0.732 4	0.960 0	0.358 2	0.620 6	0.9795	84.7
0.224 0	0.778 4	0.699 2	0.913 1	0.459 7	0.113 6	0.186 4	0.930 0	0.283 5	0.317 6	0.424 5	0.502 5	-0.1675	78.5
0.096 9	0.250 4	0.574 5	0.643 8	0.119 3	0.472 4	0.911 3	0.797 1	0.748 9	0.552 3	0.388 5	0.023 1	-0.4214	77.1
0.501 3	0.007 8	0.686 5	0.242 5	0.286 9	0.841 9	0.186 9	0.037 3	0.423 8	0.436 3	0.859 7	0.201 1	-1.2878	72.4
0.643 6	0.509 3	0.322 8	0.536 7	0.159 0	0.979 8	0.862 4	0.025 6	0.343 4	0.760 5	0.253 0	0.597 9	-0.0060	79.4
0.767 2	0.993 7	0.554 1	0.186 6	0.681 0	0.468 1	0.828 4	0.504 5	0.819 9	0.083 1	0.700 0	0.096 6	0.6834	83.1
0.346 1	0.230 2	0.379 5	0.710 6	0.785 2	0.662 4	0.947 9	0.493 7	0.543 7	0.905 7	0.109 1	0.017 1	0.1313	80.1
0.439 6	0.468 9	0.667 5	0.916 8	0.426 1	0.355 2	0.082 9	0.354 9	0.286 0	0.497 4	0.419 5	0.514 2	-0.5711	76.3
0.009 2	0.835 2	0.421 2	0.496 5	0.301 7	0.083 0	0.984 3	0.453 0	0.776 2	0.952 0	0.690 1	0.032 9	0.0352	79.6
0.111 1	0.293 8	0.180 0	0.097 0	0.364 0	0.337 5	0.672 0	0.865 3	0.226 5	0.662 0	0.486 4	0.572 3	-1.1322	73.3
0.280 9	0.493 6	0.627 8	0.893 8	0.157 5	0.366 4	0.802 4	0.018 4	0.243 7	0.315 6	0.767 7	0.869 2	-0.1631	78.5
0.775 4	0.959 2	0.021 8	0.604 3	0.566 4	0.909 7	0.709 1	0.008 1	0.407 7	0.028 9	0.196 5	0.944 9	0.1321	80.1

Datos simulados para el cálculo de gráficos de control por variable línea 2. Punto b

R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	R ₁₁	R ₁₂	Z standar d	Variable aleatori a
0.8607	0.2281	0.2219	0.5719	0.0651	0.8388	0.2261	0.6000	0.9222	0.5171	0.1387	0.9987	0.1892	-1.0
0.8320	0.3691	0.8547	0.9014	0.1092	0.3723	0.8046	0.3324	0.7102	0.4727	0.9944	0.5227	1.2757	-0.6
0.9268	0.3988	0.8968	0.3773	0.4041	0.7350	0.5117	0.2885	0.5128	0.8514	0.9161	0.0466	0.8660	-0.7
0.6593	0.7767	0.1385	0.7869	0.9349	0.7647	0.6658	0.1188	0.2329	0.1033	0.9625	0.9271	1.0713	-0.6
0.2841	0.1966	0.9257	0.7444	0.1323	0.6651	0.0097	0.0660	0.0989	0.2176	0.9203	0.0310	-1.7083	-1.7
0.8893	0.1430	0.3324	0.8274	0.2043	0.0772	0.1770	0.4209	0.2994	0.5042	0.1544	0.1221	-1.8484	-1.7
0.1329	0.9135	0.5368	0.0190	0.8869	0.7708	0.9266	0.2235	0.7900	0.3268	0.5121	0.1475	0.1864	-1.0
0.9935	0.6365	0.5195	0.1606	0.8736	0.2529	0.1059	0.1701	0.9972	0.9955	0.0323	0.6963	0.4338	-0.9
0.5061	0.9486	0.3953	0.3012	0.4446	0.4170	0.4693	0.1148	0.2426	0.3278	0.4440	0.2035	-1.1850	-1.5
0.9426	0.8900	0.3456	0.1067	0.4458	0.5326	0.5643	0.9011	0.6791	0.5605	0.4651	0.8480	1.2816	-0.6
0.6572	0.3210	0.2334	0.4455	0.7669	0.5671	0.1623	0.6009	0.5120	0.7904	0.0284	0.5178	-0.3972	-1.2
0.0544	0.1462	0.9599	0.5245	0.2914	0.0341	0.0456	0.3879	0.8200	0.5089	0.4237	0.4002	-1.4031	-1.5
0.7484	0.8990	0.4099	0.9958	0.5510	0.8932	0.6972	0.8329	0.6501	0.4766	0.2515	0.1466	1.5522	-0.5
0.9831	0.7840	0.5954	0.9288	0.2367	0.2891	0.9730	0.6232	0.4979	0.8222	0.9910	0.3059	2.0304	-0.3
0.9928	0.8019	0.4341	0.5310	0.6514	0.2208	0.7399	0.0927	0.7723	0.9973	0.1990	0.3008	0.7339	-0.8
0.3466	0.4292	0.7613	0.1667	0.3886	0.6326	0.3613	0.5508	0.9791	0.7938	0.2459	0.9114	0.5671	-0.8
0.3094	0.7473	0.5731	0.1066	0.6878	0.7662	0.9967	0.9052	0.0025	0.1876	0.7290	0.8265	0.8377	-0.7
0.9805	0.3116	0.4518	0.6256	0.9815	0.7475	0.4028	0.6381	0.1851	0.9922	0.6588	0.1071	1.0824	-0.6
0.6209	0.2884	0.2556	0.7295	0.5837	0.1561	0.6320	0.9486	0.1343	0.0085	0.0866	0.2322	-1.3236	-1.5
0.7927	0.5402	0.1632	0.1458	0.8046	0.5600	0.5339	0.5334	0.9329	0.3402	0.7359	0.2223	0.3050	-0.9
0.3310	0.9939	0.1690	0.1721	0.8241	0.2262	0.8225	0.2957	0.8919	0.5184	0.2316	0.7316	0.2080	-1.0
0.0225	0.9622	0.0583	0.1625	0.6278	0.0685	0.0884	0.6505	0.8099	0.3458	0.0230	0.9612	-1.2195	-1.5
0.6089	0.4624	0.5036	0.8393	0.8746	0.7252	0.7354	0.1747	0.0823	0.6203	0.8621	0.8337	1.3224	-0.5
0.8714	0.0674	0.8879	0.9734	0.4493	0.5299	0.3599	0.5067	0.4694	0.4433	0.6956	0.8226	1.0768	-0.6
0.8212	0.6018	0.5178	0.3317	0.1556	0.5393	0.6568	0.6793	0.4363	0.0085	0.1035	0.8976	-0.2505	-1.1
0.7229	0.8373	0.8215	0.0641	0.4014	0.8364	0.1177	0.6071	0.9902	0.1827	0.6072	0.7819	0.9704	-0.7
0.7003	0.3044	0.5276	0.2509	0.5633	0.0254	0.9008	0.9264	0.2150	0.4154	0.8707	0.5344	0.2346	-0.9
0.8308	0.9515	0.3348	0.5601	0.1397	0.0913	0.0965	0.3071	0.0853	0.5396	0.2494	0.6238	-1.1900	-1.5
0.5957	0.1032	0.2949	0.5797	0.4124	0.3967	0.3616	0.8985	0.8429	0.2858	0.3725	0.3928	-0.4633	-1.2
0.8973	0.1355	0.5293	0.9031	0.6100	0.8675	0.9566	0.9187	0.1887	0.1667	0.8195	0.1602	1.1530	-0.6

Datos simulados para el cálculo de gráficos de control por variable línea 2. Brillo

R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	R ₁₁	R ₁₂	Z standar d	Variable aleatori a
0.722 2	0.883 0	0.001 1	0.838 8	0.703 8	0.044 8	0.880 0	0.154 6	0.668 6	0.256 1	0.235 2	0.528 2	-0.0836	76.0
0.744 8	0.866 3	0.245 5	0.354 5	0.437 5	0.715 8	0.267 8	0.008 8	0.501 8	0.796 5	0.667 0	0.257 9	-0.1357	76.0
0.564 3	0.783 1	0.894 7	0.527 8	0.901 7	0.557 5	0.762 0	0.460 0	0.874 4	0.568 5	0.136 3	0.822 0	1.8525	76.9
0.282 6	0.607 6	0.865 2	0.786 6	0.434 4	0.113 6	0.113 2	0.884 7	0.565 9	0.483 2	0.429 2	0.927 0	0.4932	76.3
0.190 6	0.590 2	0.070 1	0.059 3	0.039 2	0.954 1	0.283 0	0.892 5	0.738 3	0.741 9	0.743 7	0.666 5	-0.0305	76.1
0.998 1	0.529 8	0.565 6	0.320 5	0.711 3	0.616 2	0.003 1	0.218 8	0.129 3	0.877 6	0.520 2	0.761 1	0.2516	76.2
0.835 8	0.992 6	0.883 6	0.132 9	0.685 3	0.152 0	0.034 8	0.751 8	0.385 7	0.830 7	0.547 2	0.466 1	0.6986	76.4
0.382 9	0.134 7	0.388 2	0.211 1	0.077 2	0.057 1	0.293 5	0.738 0	0.552 8	0.367 1	0.093 9	0.956 3	-1.7473	75.3
0.402 9	0.097 4	0.495 8	0.561 4	0.128 0	0.539 7	0.812 9	0.475 7	0.252 5	0.078 6	0.033 9	0.378 8	-1.7424	75.3
0.962 7	0.703 3	0.495 9	0.919 3	0.674 2	0.447 8	0.387 6	0.432 1	0.162 8	0.501 6	0.123 8	0.859 6	0.6707	76.4
0.457 7	0.076 5	0.644 4	0.622 6	0.221 0	0.968 0	0.381 5	0.392 7	0.812 7	0.271 6	0.896 4	0.196 1	-0.0587	76.1
0.990 5	0.660 3	0.152 1	0.377 3	0.151 0	0.581 3	0.835 3	0.021 0	0.928 3	0.202 4	0.979 7	0.223 1	0.1022	76.1
0.264 1	0.434 3	0.248 0	0.001 9	0.671 6	0.540 7	0.369 0	0.874 4	0.098 7	0.180 7	0.944 8	0.053 8	-1.3186	75.5
0.671 9	0.550 0	0.484 7	0.478 6	0.424 3	0.587 7	0.766 3	0.320 1	0.102 1	0.214 8	0.091 4	0.631 3	-0.6770	75.8
0.856 9	0.844 5	0.851 0	0.157 0	0.436 8	0.073 0	0.486 6	0.847 4	0.209 7	0.465 3	0.132 9	0.928 6	0.2898	76.2
0.466 6	0.675 5	0.661 7	0.632 3	0.484 8	0.172 0	0.605 4	0.562 0	0.036 9	0.311 8	0.597 4	0.301 5	-0.4922	75.9
0.336 3	0.820 5	0.760 4	0.610 1	0.331 3	0.579 0	0.705 2	0.317 2	0.173 9	0.009 6	0.408 7	0.992 8	0.0452	76.1
0.266 0	0.327 3	0.229 6	0.453 0	0.061 8	0.610 5	0.955 7	0.097 8	0.727 7	0.273 3	0.677 1	0.798 9	-0.5212	75.8
0.043 9	0.529 8	0.841 0	0.562 6	0.931 1	0.196 4	0.858 9	0.098 3	0.669 6	0.803 7	0.415 8	0.644 8	0.5959	76.3
0.836 5	0.281 3	0.909 5	0.242 5	0.998 8	0.668 4	0.582 0	0.677 3	0.340 6	0.853 9	0.959 5	0.876 2	2.2265	77.1
0.153 3	0.387 5	0.320 2	0.506 5	0.527 7	0.361 4	0.911 2	0.046 3	0.912 7	0.494 2	0.326 4	0.201 5	-0.8510	75.7
0.158 7	0.313 0	0.368 2	0.243 5	0.516 8	0.666 7	0.090 6	0.295 4	0.267 3	0.422 1	0.044 7	0.955 4	-1.6575	75.3
0.852 2	0.022 7	0.808 6	0.173 4	0.823 0	0.763 2	0.812 0	0.106 6	0.302 0	0.139 0	0.482 7	0.008 7	-0.7059	75.8
0.843 5	0.721 8	0.697 6	0.612 9	0.482 6	0.022 3	0.295 6	0.912 7	0.922 8	0.765 9	0.904 1	0.340 9	1.5228	76.8
0.657 3	0.170 7	0.337 4	0.419 4	0.798 5	0.217 3	0.867 2	0.153 5	0.507 1	0.753 6	0.207 3	0.663 6	-0.2471	76.0
0.246 8	0.155 8	0.394 7	0.365 0	0.236 9	0.784 9	0.994 2	0.277 6	0.908 1	0.372 7	0.559 9	0.016 9	-0.6866	75.8
0.073 5	0.930 6	0.877 0	0.072 4	0.392 6	0.002 8	0.981 1	0.748 5	0.611 6	0.156 5	0.605 7	0.582 3	0.0347	76.1
0.522 1	0.010 0	0.704 2	0.731 4	0.281 3	0.457 3	0.839 0	0.764 6	0.802 3	0.424 8	0.719 2	0.620 3	0.8764	76.5
0.939 2	0.186 0	0.520 9	0.532 6	0.138 8	0.491 7	0.943 5	0.619 1	0.433 3	0.824 0	0.742 9	0.157 4	0.5295	76.3
0.533 3	0.965 1	0.155 7	0.098 9	0.077 4	0.762 4	0.299 0	0.709 9	0.143 3	0.475 2	0.462 3	0.566 3	-0.7511	75.7



ANEXO 6

Resultado re-inspección de atributos para la elaboración de carta de control C por sistema de deméritos.

Nro bobina	Defectos observados	Valoración
102	Ligera mala formación	1
103	Ligera mala formación Ligera arruga	2
104	Ligera mala formación	1
105	Ligera mala formación	1
106	Ligera mala formación	1
107	Ligera mala formación	1
108	Ligera mala formación Arruga no plegada en amarillo	11
109	Ligera mala formación Ligero crepado	2
110	Ligera mala formación	1
111	Ligera mala formación	1
112	Ligera mala formación Material extraño ligeramente menor a 10 mm ²	2
113	Ligera mala formación	1
114	Ligera mala formación	1
115	Ligera mala formación	1
116	Ligera mala formación	1
117	Ligera mala formación	1
118	Ligera mala formación	1

Elaboración propia

Revisado por: DZ

Calidad de producto: 16g. Econ

Línea: 1

Fecha: 20 de octubre de 2010



ANEXO 7

Datos elegidos de F1 para formulación de cartas de control por atributos

Hora	Insp	n cortadora	n empaquetadora	rollos def	paq def
7:30	CC	5	5	2	1
8:30	CC	5	5	2	1
9:30	CC	5	5	0	0
10:30	CC	5	5	0	0
11:30	CC	5	5	0	0
12:30	CC	5	5	0	0
13:30	CC	5	5	0	0
14:30	CC	5	5	0	0
15:30	AM	5	5	2	2
16:30	AM	5	5	1	0
17:30	AM	5	5	0	0
18:30	AM	5	5	0	0
19:30	AM	5	5	0	0
20:30	AM	5	5	0	0
21:30	AM	5	5	0	0
22:30	AM	5	5	0	0
23:30	MV	5	5	1	2
0:30	MV	5	5	1	2
1:30	MV	5	5	0	0
2:30	MV	5	5	0	0
3:30	MV	5	5	0	0
4:30	MV	5	5	0	0
5:30	MV	5	5	0	0
6:30	MV	5	5	0	0

Elaboración propia

Calidad de producto: PLUS 30MT CL

Línea: F1

Fecha: 22-Jun-2010

Fuente: La Empresa.



ANEXO 8

Datos de las pruebas para los análisis de reproducibilidad y repetibilidad.

Inspector	Med 1	Med 2
DZ	-1.3	-1.3
	-0.7	-1.1
	-0.2	-0.6
	-0.1	0
	-0.9	-0.9
	-0.5	-0.5
	-1.8	-2.3
	-2.8	-2.8
	-2.3	-2.5
CF	-1.3	-1.2
	-1	-1
	-0.3	-0.5
	0	0.1
	-0.4	-1.4
	-0.4	-0.8
	-2.1	-1.5
	-3.2	-2.7
-2.2	-2.5	

Variable evaluada: b

Equipos utilizados: Medidor de brillo

Producto evaluado: OP 55155993

Línea: Línea 1

Fecha: 23 de agosto del 2010



ANEXO 9

Tamaños de muestra (MIL STD 150E, Tabla I)

Tamaño de lote	Niveles de Inspección Especial				Nivel de Inspección General		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 a 8	A	A	A	A	A	A	B
9 a 15	A	A	A	A	A	B	C
16 a 25	A	A	B	B	B	C	D
26 a 50	A	B	B	C	C	D	E
51 a 90	B	B	C	C	C	E	F
91 a 150	B	B	C	D	D	F	G
151 a 280	B	C	D	E	E	G	H
281 a 500	B	C	D	E	F	H	J
501 a 1 200	C	C	E	F	G	J	K
1 201 a 3 200	C	D	E	G	H	K	L
3 201 a 10 000	C	D	F	G	J	L	M
10 001 a 35 000	C	D	F	H	K	M	N
35 001 a 150 000	D	E	G	J	L	N	P
150 001 a 500 000	D	E	G	J	M	P	Q
500 001 a más	D	E	H	K	N	Q	R

Anexo 2. MIL STD 150E, Tabla I.

Fuente: Montgomery, Douglas C. INTRODUCTION TO STATISTICAL QUALITY CONTROL.
4th Edition. Cap. 14, pág. 708.

Elaboración propia

Tabla maestra para inspección Reducida (MIL STD 150E, Tabla III-C) – Inspección doble

Código	Muestra	Tamaño de muestra	Tamaño de muestra acumulado	0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000	
				Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac
A																		*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
B																		*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C																		*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
D	Primero	2	2															0 2	0 3	0 4	0 4	1 5	2 7	3 8	5 10	7 12	11 17			
	Segundo	2	4															0 2	0 4	1 5	3 6	4 7	6 9	8 12	12 16	18 22	26 30			
E	Primero	3	3															0 2	0 3	0 4	0 4	1 5	2 7	3 8	5 10	7 12	11 17			
	Segundo	3	6															0 2	0 4	1 5	3 6	4 7	6 9	8 12	12 16	18 22	26 30			
F	Primero	5	5															0 2	0 3	0 4	0 4	1 5	2 7	3 8	5 10					
	Segundo	5	10															0 2	0 4	1 5	3 6	4 7	6 9	8 12	12 16					
G	Primero	8	8															0 2	0 3	0 4	0 4	1 5	2 7	3 8	5 10					
	Segundo	8	16															0 2	0 4	1 5	3 6	4 7	6 9	8 12	12 16					
H	Primero	13	13															0 2	0 3	0 4	0 4	1 5	2 7	3 8	5 10					
	Segundo	13	26															0 2	0 4	1 5	3 6	4 7	6 9	8 12	12 16					
J	Primero	20	20															0 2	0 3	0 4	0 4	1 5	2 7	3 8	5 10					
	Segundo	20	40															0 2	0 4	1 5	3 6	4 7	6 9	8 12	12 16					
K	Primero	32	32															0 2	0 3	0 4	0 4	1 5	2 7	3 8	5 10					
	Segundo	32	64															0 2	0 4	1 5	3 6	4 7	6 9	8 12	12 16					
L	Primero	50	50															0 2	0 3	0 4	0 4	1 5	2 7	3 8	5 10					
	Segundo	50	100															0 2	0 4	1 5	3 6	4 7	6 9	8 12	12 16					
M	Primero	80	80															0 2	0 3	0 4	0 4	1 5	2 7	3 8	5 10					
	Segundo	80	160															0 2	0 4	1 5	3 6	4 7	6 9	8 12	12 16					
N	Primero	125	125															0 2	0 3	0 4	0 4	1 5	2 7	3 8	5 10					
	Segundo	125	250															0 2	0 4	1 5	3 6	4 7	6 9	8 12	12 16					
P	Primero	200	200															0 2	0 3	0 4	0 4	1 5	2 7	3 8	5 10					
	Segundo	200	400															0 2	0 4	1 5	3 6	4 7	6 9	8 12	12 16					
Q	Primero	315	315															0 2	0 3	0 4	0 4	1 5	2 7	3 8	5 10					
	Segundo	315	630															0 2	0 4	1 5	3 6	4 7	6 9	8 12	12 16					
R	Primero	500	500															0 2	0 3	0 4	0 4	1 5	2 7	3 8	5 10					
	Segundo	500	1000															0 2	0 4	1 5	3 6	4 7	6 9	8 12	12 16					

Elaboración propia

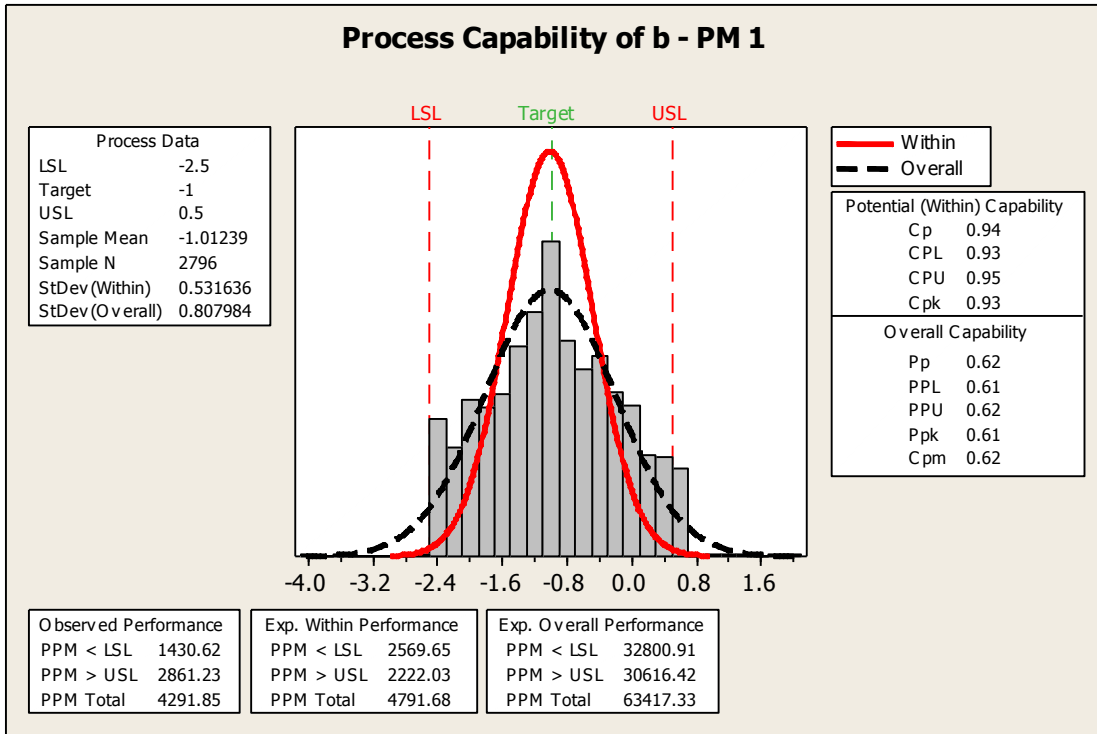
- ↓ Usar el primer plan de muestreo debajo de flecha
- ↑ Usar el primer plan de muestreo encima de flecha
- Ac: Cantidad aceptable
- Re: Cantidad de rechazo

Fuente: MIL-STD-105E

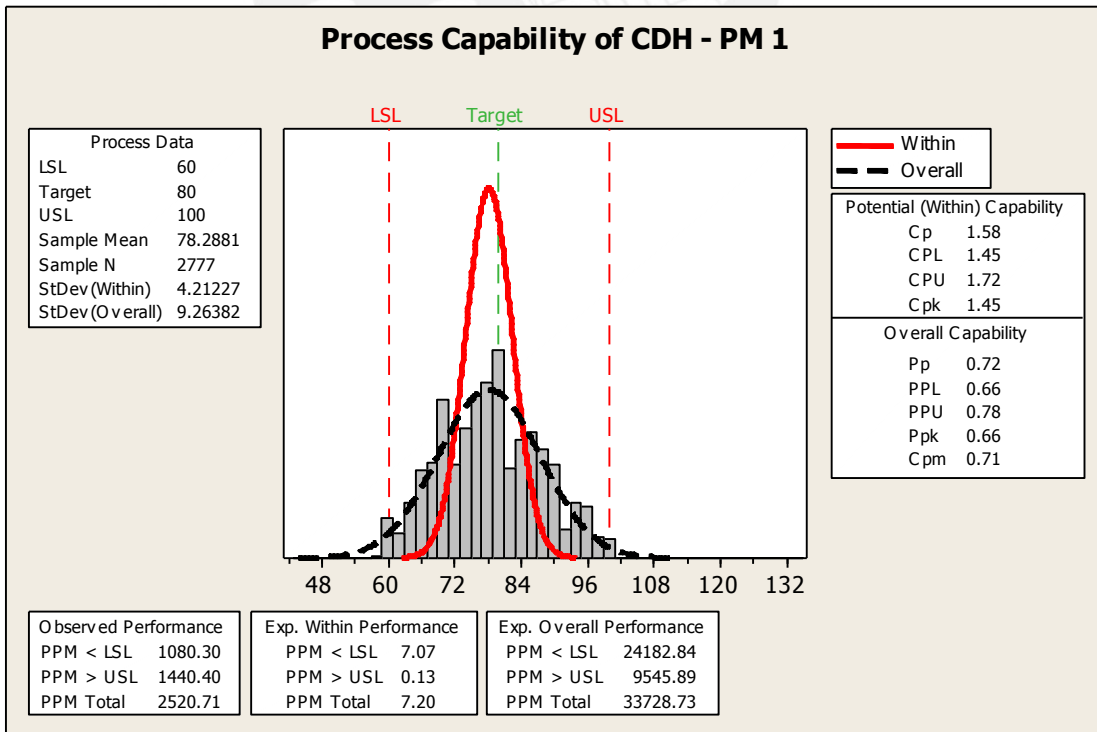


ANEXO 10

Análisis de Capacidad de Proceso para PM1 actual

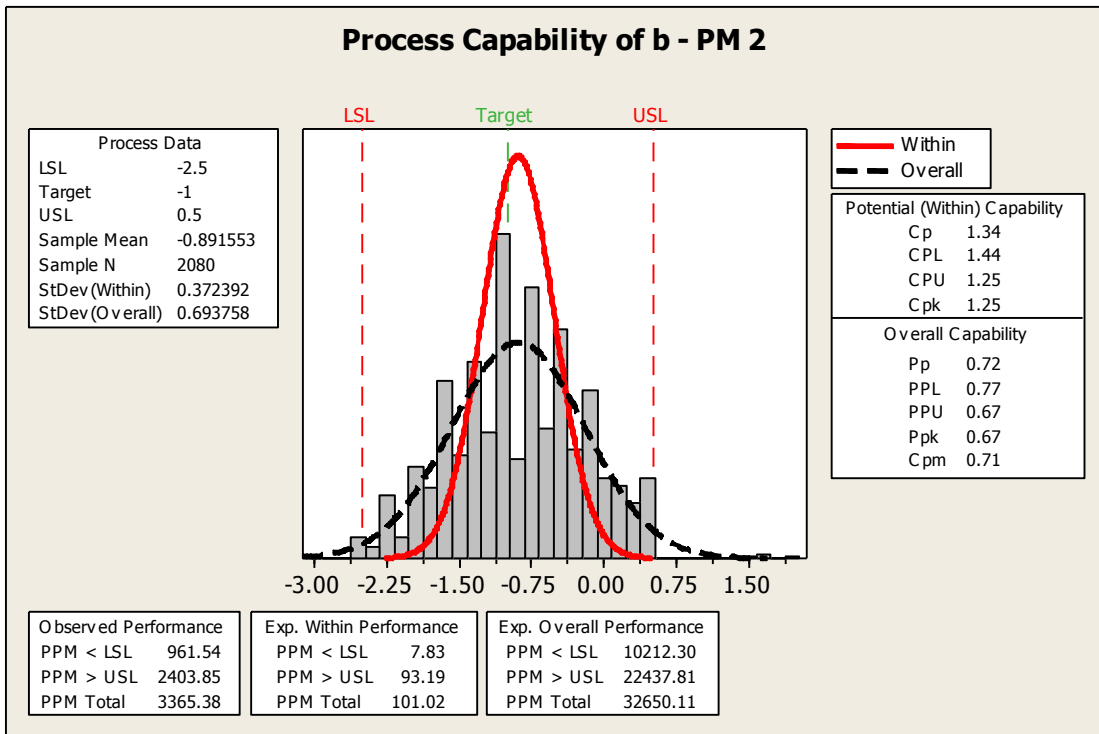


Análisis de Capacidad de proceso de la línea 1 Manufactura – pto. b. actual.
Elaboración propia

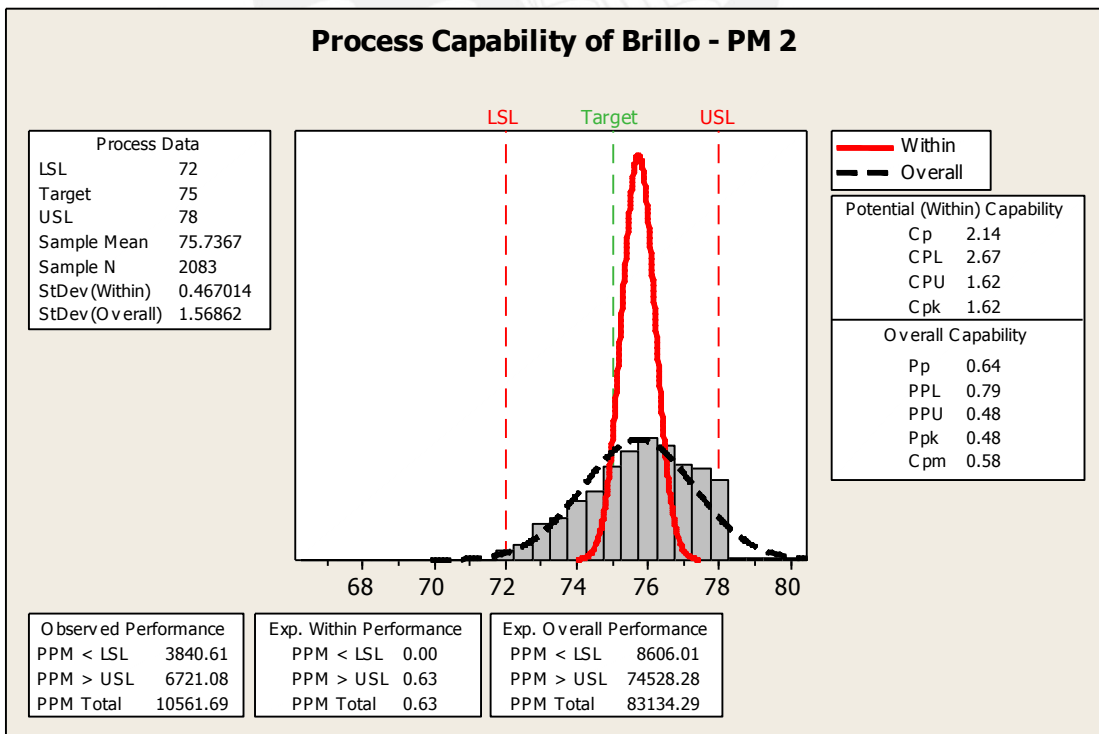


Análisis de Capacidad de proceso de la línea 1 Manufactura – resistencia CDH actual
Elaboración propia

Análisis de Capacidad de Proceso para PM2 actual

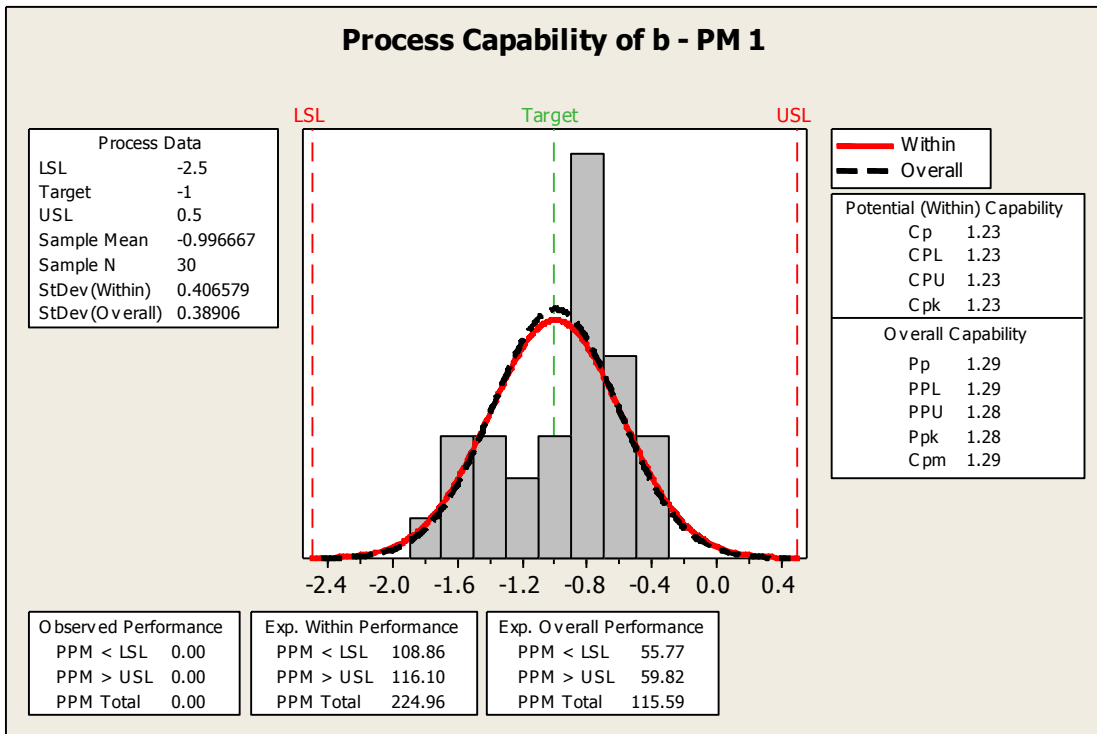


Análisis de Capacidad de proceso de la línea 1 Manufactura – pto. b. actual
Elaboración propia

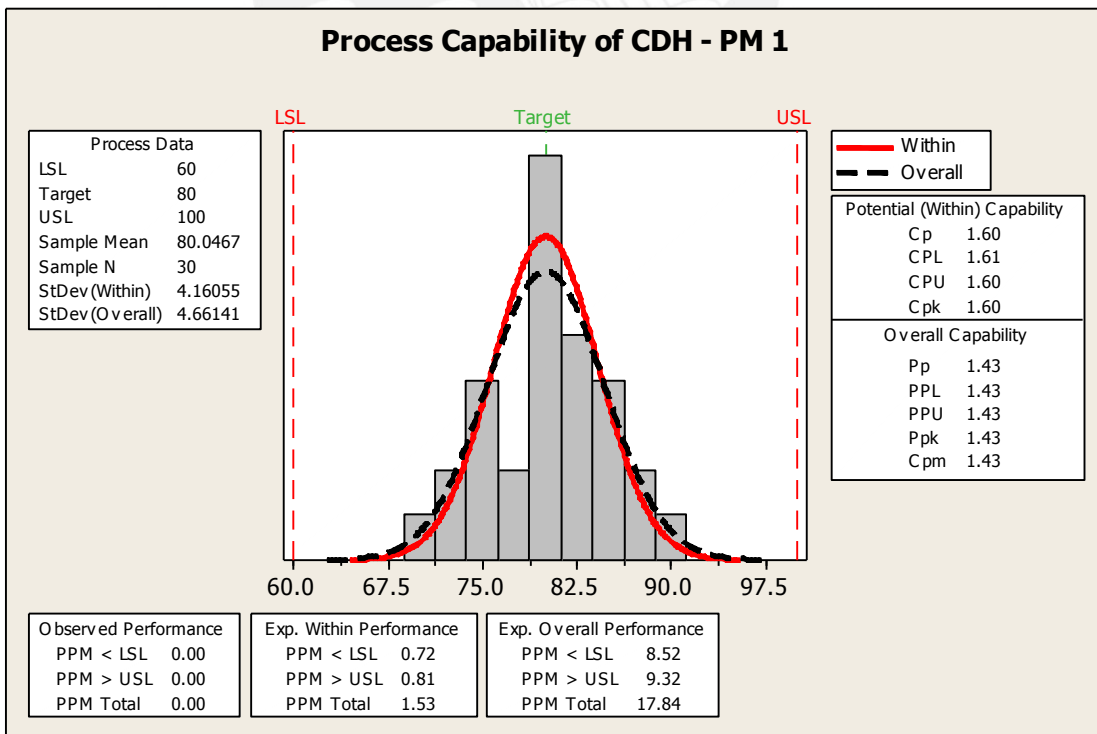


Análisis de Capacidad de proceso de la línea 1 Manufactura – Brillo actual
Elaboración propia

Análisis de Capacidad de Proceso para PM1 mejorada

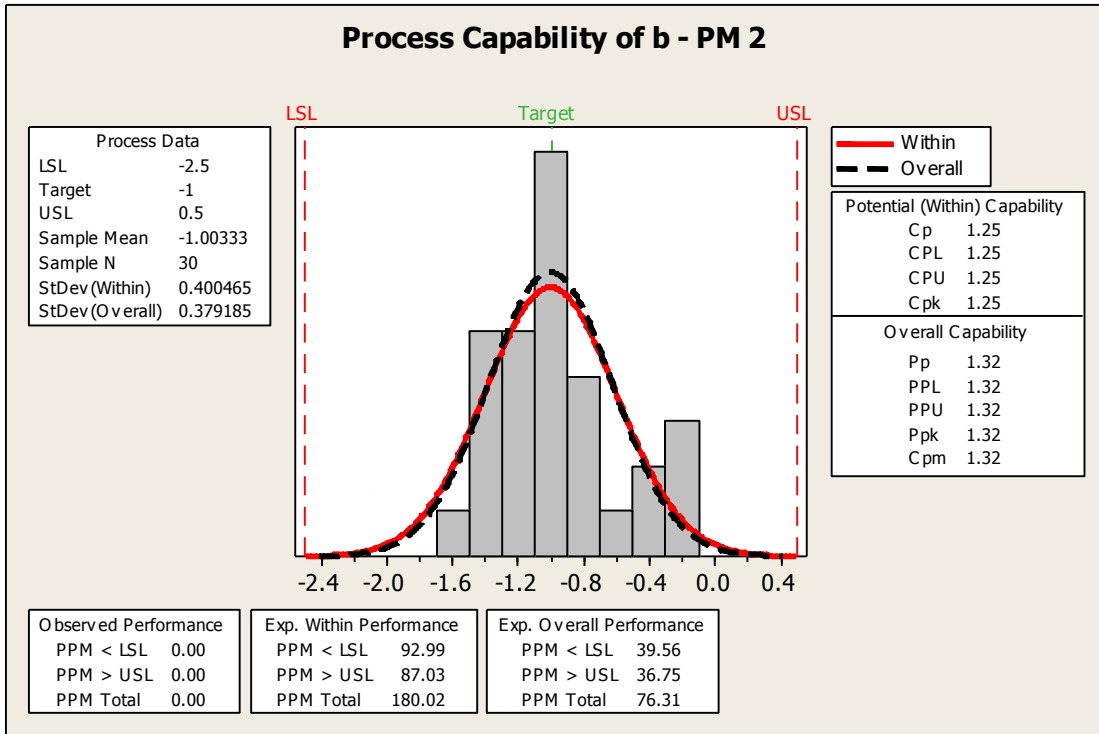


Análisis de Capacidad de proceso de la línea 1 Manufactura – pto. b. propuesta
Elaboración propia

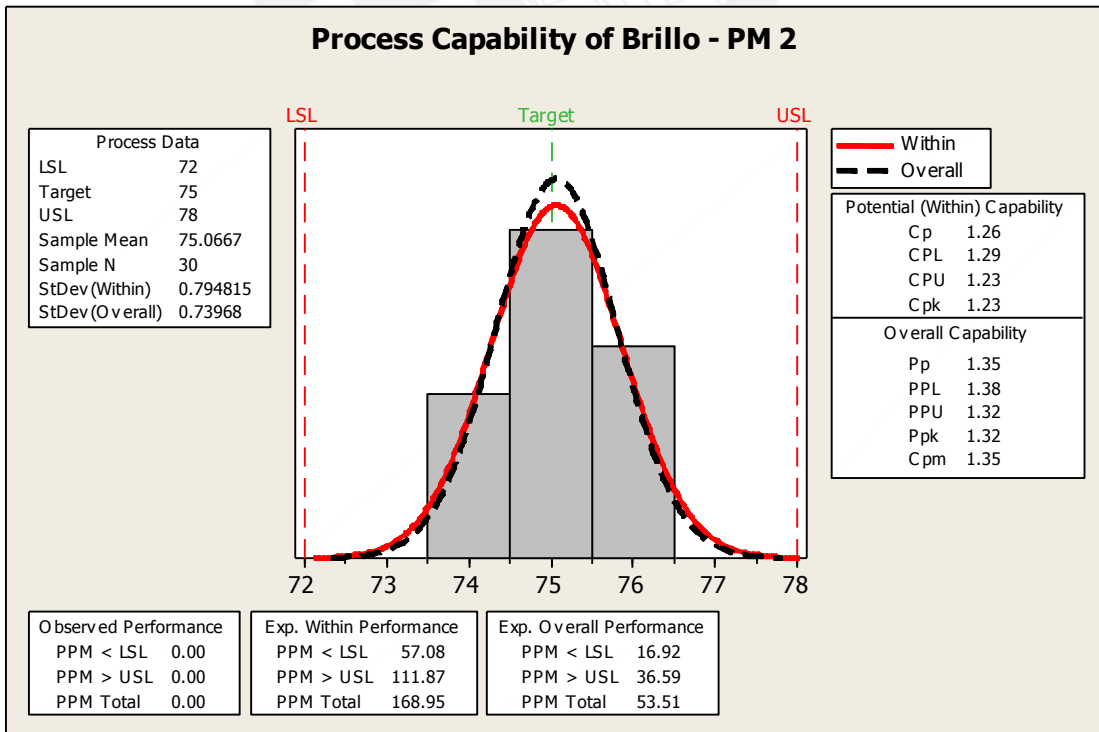


Análisis de Capacidad de proceso de la línea 1 Manufactura – resistencia CDH propuesta
Elaboración propia

Análisis de Capacidad de Proceso para PM2 mejorada



Análisis de Capacidad de proceso de la línea 2 Manufactura – pto. b.
Elaboración propia



Análisis de Capacidad de proceso de la línea 2 Manufactura – Brillo.
Elaboración propia



ANEXO 11

Datos elegidos de Línea 1 – Manufactura para evaluación de gráficas de control

Fecha	Turno	Hora	b	CDH
1/4/10	1er (12H)	8:14:00	-0.6	75
1/4/10	1er (12H)	8:46:00	-1.1	70
1/4/10	1er (12H)	9:18:00	-1.2	81
1/4/10	1er (12H)	9:50:00	-1.8	75
1/4/10	1er (12H)	10:32:00	-1.4	70
1/4/10	1er (12H)	11:00:00	-0.5	72
1/4/10	1er (12H)	11:33:00	-0.6	80
1/4/10	1er (12H)	12:05:00	-1	77
1/4/10	1er (12H)	12:39:00	-1.2	75
1/4/10	1er (12H)	13:14:00	-1.2	80
1/4/10	1er (12H)	13:49:00	-0.8	77
1/4/10	1er (12H)	14:20:00	-1.1	79
1/4/10	1er (12H)	14:54:00	-2	80
1/4/10	1er (12H)	15:34:00	-0.9	77
1/4/10	1er (12H)	16:09:00	-0.9	85
1/4/10	1er (12H)	16:44:00	-1.5	80
1/4/10	1er (12H)	17:18:00	-2.1	83
1/4/10	1er (12H)	17:54:00	-0.6	80
1/4/10	1er (12H)	18:28:00	0.4	84
1/4/10	2do (12H)	19:00:00	0.2	90
1/4/10	2do (12H)	19:33:00	-0.1	90
1/4/10	2do (12H)	20:00:00	-1.2	81
1/4/10	2do (12H)	20:35:00	-1.7	86

Fuente: Diario de Manufactura para PM 1. Abril 2010.



ANEXO 12

Explicación de cálculo de la Calidad Media de Salida en rollos actual

Ejemplo para el caso de $p=0.90$

Se tiene una muestra de 5 unidades ($n=5$), con lo cual, la probabilidad de aceptación viene dada por la siguiente probabilidad: $Pa1 = P(c \leq 3/n = 5, p = 0.90)$, donde se sigue una distribución Binomial para su cálculo.

$$Pa1 = 8.1\%$$

En una paleta se tienen 5320 rollos aproximadamente, para cada corrida se producen 6 paletas, por lo que, a lo más, en el caso de rechazar todas las paletas, se deberán haber inspeccionado las 6.

Cantidad de rollos aceptados en paleta 1 sin reinspección = $p \times n \times Pa1 \times (5320 - n \times p)$, de los cuales se tiene el $p=0.90$ de defectuosos, entonces:

Cantidad de rollos aceptados en paleta 1 sin reinspección = 433, de los cuales 390 son defectuosos. La probabilidad de reinspección es de $(1 - Pa1) = 92\%$

La probabilidad de aceptación en la reinspección es igual a la probabilidad de rechazar a la primera y aceptar a la reinspección (que sigue el mismo plan de aceptación y misma cantidad de muestras). Entonces la cantidad aceptada en la reinspección es $(1 - Pa1) \times Pa1 \times (5320 - n \times p)$ que da como resultado 398 unidades. Esta cantidad, multiplicada por el p da como resultado 358 unidades que representa la cantidad de unidades defectuosas aceptadas en promedio. Asimismo existe una cantidad repuesta debido a la detección de no conformidades durante la inspección, en esta primera etapa de la inspección se da de la siguiente manera:

$$(1 - Pa1) \times (1 - Pa1) \times 5320 + Pa1 \times p \times 5 + Pa1 \times (1 - Pa1) \times p \times 5$$

Esto quiere decir, que la cantidad repuesta de unidades promedio es la suma de:

- La probabilidad de rechazar en la primera inspección y en la reinspección (ambos con misma probabilidad).
- La probabilidad de aceptar a la primera inspección.
- La probabilidad de aceptar a la primera inspección y rechazar durante la reinspección.

Análogamente se sigue el mismo procedimiento para el resto de corridas, con la modificación en la probabilidad de aceptación debido a que cambia, en este caso, a un muestreo de 3 rollos, de los cuales ninguno debe estar defectuoso para aceptarla.



ANEXO 13

Factores para el cálculo de cartas de control

n	d_2	d_3	c_4	c_5	A	A_2	A_3	B_3	B_4	B_5	B_6	D_3	D_4
2	1.13	0.85	0.8	0.6	2.12	1.88	2.66	0	3.27	0	2.61	0	3.27
3	1.69	0.89	0.89	0.46	1.73	1.02	1.95	0	2.57	0	2.28	0	2.58
4	2.06	0.88	0.92	0.39	1.5	0.73	1.63	0	2.27	0	2.09	0	2.28
5	2.33	0.86	0.94	0.34	1.34	0.58	1.43	0	2.09	0	1.96	0	2.11
6	2.53	0.85	0.95	0.3	1.23	0.48	1.29	0.03	1.97	0.03	1.87	0	2
7	2.7	0.83	0.96	0.28	1.13	0.42	1.18	0.12	1.88	0.11	1.81	0.08	1.92
8	2.85	0.82	0.97	0.26	1.06	0.37	1.1	0.19	1.82	0.18	1.75	0.14	1.86
9	2.97	0.81	0.97	0.25	1	0.34	1.03	0.24	1.76	0.23	1.71	0.18	1.82
10	3.08	0.8	0.97	0.23	0.95	0.31	0.98	0.28	1.72	0.28	1.67	0.22	1.78

Fuente: Juran, Joseph. JURAN'S QUALITY HANDBOOK. 5th Edition. McGraw-Hill. Cap. 45, pág. 45.6

Elaboración propia.



ANEXO 14

Números límite para inspección reducida

Cantidad de unidades de muestra de los últimos 10 lotes	Nivel de Calidad Aceptable (AQL)																									
	0.01	0.015	0.025	0.04	0.065	0.1	0.15	0.25	0.4	0.65	1	1.5	2.5	4	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000
20-29	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	2	4	8	14	22	40	68	115	181
30-49	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	1	3	7	13	22	36	63	105	178	277
50-79	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	2	3	7	14	25	40	63	110	181	301	
80-129	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	2	4	7	14	24	42	68	105	181	297		
130-199	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	2	4	7	13	25	42	72	115	177	301	490		
200-319	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	2	4	8	14	22	40	68	115	181	277	471			
320-499	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	1	4	8	14	24	39	68	113	189						
500-799	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	2	3	7	14	25	40	63	110	181							
800-1249	*	*	*	*	*	*	*	0	0	2	4	7	14	24	42	68	105	181								
1250-1999	*	*	*	*	*	0	0	2	4	7	13	24	40	69												
2000-3149	*	*	*	*	0	0	2	4	8	14	22	40	68	115												
3150-4999	*	*	*	*	0	0	1	4	8	14	24	38	67	111	186											
5000-7999	*	*	*	0	0	2	3	7	14	25	40	63	110	181												
8000-12499	*	*	0	0	2	4	7	14	24	42	68	105	181													
12500-19999	*	0	0	2	4	7	13	24	40	69	110	169														
20000-31499	0	0	2	4	8	14	22	40	68	115	181															
31500-49999	0	1	4	8	14	24	38	57	111	186																
50000 a más	2	3	7	14	25	40	63	110	181	301																

Fuente: MIL STD 105E (tabla VIII)

Elaboración propia.



ANEXO 15

Ejemplo de cálculo de los índices Ti y Ci

Se tienen los siguientes datos para la línea 1 en Manufactura:

Fecha	a	b	L	MD	CD	CDH
1/3/10	1.1	0.6	89.1	1832	960	196
1/3/10	0.3	1.4	89.5	2067	1085	190
1/3/10	1.0	1.0	89.4	2309	1284	215
1/3/10	0.9	0.9	89.3	2087	1126	251
1/3/10	0.6	1.3	89.4	2300	1275	250
1/3/10	0.4	1.4	89.8	1932	1099	269
1/3/10	0.2	1.3	89.9	2064	1192	216
1/3/10	0.9	2.0	89.6	2151	1072	230
1/3/10	0.4	1.3	89.9	2130	1048	256
1/3/10	0.7	1.4	90.1	1932	1095	265

Elaboración propia

Se tienen los siguientes límites de especificación

	LEI	T	LES
a	-0.5	1	2.5
b	-2.5	-1	0.5
L	88	91	94
MD	800	1150	1450
CD	350	500	650
CDH	60	80	100

Elaboración propia

Para el Ti y Ci, se calcula utilizando la fórmula presentada en el inciso 3.3. Los resultados se encuentran en la siguiente tabla:

	a	b	L	MD	CD	CDH
media	0.70	1.40	90.10	1932.00	1095.00	265.00
s	0.32	0.37	0.32	154.26	100.77	28.47
Ti	0.20	1.60	0.30	2.41	3.97	9.25
Ci	63%	74%	32%	142%	202%	427%

Elaboración propia

Entonces, hasta el momento de la producción, para sólo las variables evaluadas (a, b, L, MD, CD y CDH), se tiene que el Ti y Ci general del proceso es de:

$$Ti = 2.95$$

$$Ci = 157\%$$

La Empresa ha señalado que el Ti aceptable debe ser menor o igual a 0.15, mientras que el Ci debe ser menor o igual a 100%, por lo que en ambos índices no se cumple con lo recomendado.



ANEXO 16

Atributos del producto – rollo duro

- Formación de hoja: Patrón visual que forman las fibras conforme la suspensión de la pulpa transformada en hoja
 - o Verde: Uniforme
 - o Amarillo: Se visualizan franjas de diferente densidad que el resto de la hoja.
 - o Rojo: Se visualizan franjas de diferente densidad claramente.
- Crepado/Satinado: Se forman franjas corrugadas a lo largo de la hoja debido a desgaste de cuchilla durante el crepado.
 - o Verde: Sin marcas corrugadas.
 - o Amarillo: Marcas corrugadas ligeramente notoria en franjas.
 - o Rojo: Marcas corrugadas con ondas muy definidas.
- Agujeros dispersos: Se forman agujeros dispersos en toda la hoja. Se evalúa sobre un área de 20 x 25 cm
 - o Verde: Sin agujeros
 - o Amarillo: 50 orificios $< 5 \text{ mm}^2$ o de acuerdo a estándar límite establecido
 - o Rojo: más de 51 orificios $> 2.5 \text{ mm}^2$ o cualquier orificio $> 5.0 \text{ mm}^2$ o peor que estándar límite establecido
- Agujeros longitudinales: Se forma una franja de agujeros.
 - o Verde: Sin agujeros
 - o Amarillo: 1-3 orificios $> 25 \text{ mm}^2$ pero $\leq 50 \text{ mm}^2$.
 - o Rojo: 4 o más orificios $> 25 \text{ mm}^2$ o cualquier orificio $> 50 \text{ mm}^2$
- Empalmes de bobina: Existencia de uniones dentro de la bobina.
 - o Verde: Sin empalmes
 - o Amarillo: 1 o 2 empalmes
 - o Rojo: más de 2 empalmes
- Bobinado: Cuando se presenta que el bobinado no es completamente recto (telescopiado, tuco descentrado). Se verifica desplazamiento de rollo y holgura de bobinado.
 - o Verde: Sin defectos
 - o Amarillo: Bobinado no recto, sin hojas entrelazadas
 - o Rojo: Bobinado no recto, con hojas entrelazadas

- Grumos: Son pastillas blancas debido a mayor densidad de pasta concentrada en estos puntos. Se evalúa sobre un área de 20 x 25 cm.
 - o Verde: Sin grumos
 - o Amarillo: 50 grumos $< 5.0 \text{ mm}^2$
 - o Rojo: Sección con más de 51 grumos $>2.5 \text{ mm}^2$ o cualquier grumo $>5.0 \text{ mm}^2$.
- Material extraño: Son materiales ajenos a la pasta, tales como astillas, cabellos, manchas de suciedad, puntos de tinta, tierra, etc. Se evalúa sobre un área de 20 x 25 cm.
 - o Verde: 0-2 defectos $<10\text{mm}^2$; sin defectos $>10\text{mm}^2$.
 - o Amarillo: 3-5 defectos $\leq 10\text{mm}^2$ o 1 defecto $>10\text{mm}^2$
 - o Rojo: Resto de casos o al encontrarse material repulsivo u objetable
- Arrugas plegadas: Traslape de hoja presionado difícilmente reformable. Se evalúa sobre un área de 20 x 25 cm.
 - o Verde: Sin arrugas
 - o Amarillo: Cualquier arruga $>1\text{mm}$ pero $<5\text{mm}$ de ancho.
 - o Rojo: Cualquier Arruga $>5\text{mm}$ de ancho.
- Arrugas no plegadas: Ondulación irregular de la superficie del rollo. Se evalúa sobre un área de 20 x 25 cm.
 - o Verde: Sin arrugas
 - o Amarillo: Cualquier arruga $>1\text{mm}$ pero $<5\text{mm}$ de ancho.
 - o Rojo: Cualquier Arruga $>5\text{mm}$ de ancho.
- Contaminación: Presencia de puntos de pintas, gomas, entre otros materiales de contaminación de pasta que se observa en un área de 20 x 25 cm. Esta área es elegida de acuerdo a la zona de la hoja donde se observa la mayor cantidad de contaminación. Se sigue una plantilla para la medición de estos puntos. (ver anexo 1)
 - o Verde: Sin Contaminación hasta 50% del valor máximo especificado
 - o Amarillo: Desde 50% del máximo especificado hasta el valor máximo de especificación.
 - o Rojo: Superior al Valor máximo especificado

Atributos del producto – rollo de papel higiénico/toalla

Embobinadora (log de higiénicos)

- Cola/Pestaña de rollo: Se trata de la sobresaliente desde la franja engomada hacia el inicio de la primera hoja en un log. Puede realizarse sobre un conjunto de rollos (simulando cada segmento del log¹) cortados en caso el log no se tenga el log.
 - o Verde: pestaña de 15 a 40 mm.
 - o Amarillo: pestaña de 5 a 50 mm que esté fuera del rango Verde.
 - o Rojo: pestaña fuera del rango amarillo.
- Gofrado: Se compara la hoja gofrada con patrones estándar. Este criterio aún se encuentra muy subjetivo puesto que su medición es por comparación.
 - o Verde: comparación con estándar verde.
 - o Amarillo: comparación con estándar amarillo.
 - o Rojo: comparación con estándar rojo.
- Material extraño en la hoja: Se analiza la presencia de algún material inusual (grasa, aceite, polvo, cabello, insectos, etc.)
 - o Verde: Ninguno
 - o Amarillo: N.A.
 - o Rojo: Cualquier material objetable.
- Olor: Se detecta cualquier olor inusual.
 - o Verde: Ninguno
 - o Amarillo: N.A.
 - o Rojo: Cualquier olor inusual.
- Apariencia de hoja: Inspección de agujeros, cortes, arrugas, marcas, pliegues, etc.
 - o Verde: Ninguna
 - o Amarillo: Cortes de 1-10mm u orificios de 1-50mm². Arrugas menos a 3mm de ancho.
 - o Rojo: Fuera del rango de amarillo.

¹ De la embobinadora se obtienen logs de los cuales, tomando como referencia la dirección máquina (MD) se obtienen 24 segmentos (rollos). Cuando no se tenga el log disponible, se pueden juntar rollos que han provenido del segmento correspondiente y juntarse para la inspección correspondiente.

- Perforaciones de hoja: Se inspecciona la calidad del pre-corte. Se desenrolla el log y se van desprendiendo en cada pre-corte de hoja para visualizar la uniformidad de éste.
 - o Verde: Dientes completos y uniformes del precorte.
 - o Amarillo: 3-10mm de dientes faltantes.
 - o Rojo: Más de 10mm de dientes faltantes.
- Separación de hoja: Se identifica si los pliegos con conforman las hojas se encuentran unidas. Para ello, se desprenden los pliegos y se analiza si las hojas realmente se encuentran unidas.
 - o Verde: Hojas unidas
 - o Amarillo: Se separan menos de 1.5 hojas.
 - o Rojo: Se separan más de 1.5 hojas.

Cortadora (5 rollos)

- Apariencia del rollo: Se determina la presencia de cortes, rasgaduras, pliegues, etc. en el rollo (sin desenrollar). Se verifica que los lados del rollo se encuentren planas (defectos en el corte de rollos).
 - o Verde: pestaña de 15 a 40 mm.
 - o Amarillo: pestaña de 5 a 50 mm que esté fuera del rango Verde.
 - o Rojo: pestaña fuera del rango amarillo.
- Material extraño en rollo: Se analiza la presencia de algún material inusual (grasa, aceite, polvo, cabello, insectos, etc.) en el rollo.
 - o Verde: Ninguno
 - o Amarillo: N.A.
 - o Rojo: Cualquier material objetable.
- Separación de hoja: Se identifica si los pliegos con conforman las hojas del rollo se encuentran unidas. Para ello, se desprenden los pliegos y se analiza si las hojas realmente se encuentran unidas.
 - o Verde: Hojas unidas
 - o Amarillo: Se separan menos de 1.5 hojas.
 - o Rojo: Se separan más de 1.5 hojas.
- Calidad del centro: Se verifica que el tuco del rollo esté centrado y completamente redondo (verificación de daños en el *core*).
 - o Verde: Sin defecto.

- Amarillo: Desalineado (hasta 5mm).
- Rojo: Desalineado (más de 5mm), con aplastamiento o maltratado.
- Bobinado del rollo: Se inspecciona que el rollo se encuentre bien bobinado, sin presentar soltura. Este criterio aún se encuentra muy subjetivo.
 - Verde: Ninguno
 - Amarillo: Ligero
 - Rojo: Objetable
- Rasgo al inicio del rollo: Se trata de un pegado defectuoso de hoja que ocasiona que al primer uso de un rollo, la hoja no se desprende completamente del rollo.
 - Verde: Ninguna
 - Amarillo: Rasgadura de 1-50mm (parte engomada).
 - Rojo: Mayor a 50mm de rasgadura (parte engomada).

Empaque primario (5 paquetes)

- Apariencia de empaque primario: Se inspecciona la presencia de agujeros, roturas y papel tisú saliéndose de la misma.
 - Verde: Ninguna.
 - Amarillo: Producto dentro del área de sellado, agujeros/cortes menores a 10mm.
 - Rechazo: Producto fuera del empaque, agujeros/cortes mayores a 10mm.
- Papel suelto en empaque: Se presenta rollo desarmado o suelto dentro del empaque. Este criterio aún se encuentra muy subjetivo.
 - Verde: Ninguna
 - Amarillo: Leve
 - Rojo: Objetable
- Perforación abre-fácil: Aplicable sólo a algunas máquinas. Se analiza el pre-corte del empaque.
 - Verde: Bien definido y posicionado.
 - Amarillo: Definido, levemente fuera de la señal de abre fácil.
 - Rojo: Pre-corte defectuoso.
- Material extraño en empaque: Se analiza la presencia de algún material inusual (grasa, aceite, polvo, cabello, insectos, etc.) en el empaque.

- Verde: Ninguno
- Amarillo: N.A.
- Rojo: Cualquier material objetable.
- Trazabilidad: Se verifica la existencia y legibilidad del código de trazabilidad. Esto es importante para el correcto seguimiento del producto.
 - Verde: Legible
 - Amarillo: N.A.
 - Rojo: Faltante o ilegible
- Código de barras: Se verifica la integridad del código de barras (código EAN).
 - Verde: Legible
 - Amarillo: N.A.
 - Rojo: Faltante o ilegible
- Registro del empaque: Se analiza el centrado del empaque. La marca debe encontrarse centrado, los textos legales completamente legible.
 - Verde: Conforme.
 - Amarillo: N.A.
 - Rojo: Descentrado, textos no legibles.
- Orejas de polietileno: Son sobresalientes de material plástico debido al mal sellado. Malogran la presentación del producto en góndola.
 - Verde: Orejas menor a 16 mm
 - Amarillo: Orejas de 16-25 mm
 - Rojo: Orejas mayores a 25mm
- Amarre de envoltura individual: Para el caso de empaque individual de sulfito, se inspecciona que éste se encuentre totalmente amarrado y que el amarre se encuentre dentro del tuco.
 - Verde: Sobresaliente del amarre menor a 15mm.
 - Amarillo: Sobresaliente del amarre de 15-40mm
 - Rojo: Sobresaliente mayor a 40mm. No amarrado.
- Tensión de ajuste: Se pellizca el empaque y se mide el exceso de polietileno.
 - Verde: Menor a 25mm
 - Amarillo: De 26-40mm
 - Rojo: Mayor a 40mm

- Sellado de empaque: Se verifica que el producto no se encuentre expuesto. Se mide la longitud de la abertura de existir exposición.
 - o Verde: Totalmente sellado.
 - o Amarillo: Menor a 25mm de abertura.
 - o Rojo: Mayor a 25mm de abertura.
- Marca del empaque: Se verifica que el empaque concuerda con el producto contenido y que el texto del empaque sea congruente con la especificación.
 - o Verde: Correcto
 - o Amarillo: N.A.
 - o Rojo: Incorrecto

Empaque secundario (1 plancha)

- Apariencia exterior de plancha: Se inspecciona la existencia de roturas, agujeros, cortes o marcas.
 - o Verde: Ninguno
 - o Amarillo: Cualquiera menor a 40 mm.
 - o Rojo: Cualquiera mayor a 40 mm.
- Apariencia contenido de plancha: Se verifica que los rollos se encuentren en perfectas condiciones, que ningún rollo se encuentre adherido a las paredes del empaque secundario.
 - o Verde: Ninguno
 - o Amarillo: N.A.
 - o Rojo: Cualquiera
- Olor en plancha: Se verifica la presencia de olores inusuales en la plancha.
 - o Verde: Ninguno
 - o Amarillo: Cualquiera
 - o Rojo: Cualquiera objetable
- Código de barras en plancha: Se verifica la integridad del código de barras EAN.
 - o Verde: Perfectamente legible
 - o Amarillo: N.A.
 - o Rojo: Faltante o incompleto.
- Registro del empaque secundario: Sólo aplicable para empaque secundario con impresión. Éstos deben encontrarse centrados en la posición requerida.

- Verde: Conforme.
- Amarillo: N.A.
- Rojo: Descentrado.
- Tensión de ajuste: Se pellizca el empaque y se mide el exceso de polietileno.
 - Verde: Menor a 25mm
 - Amarillo: De 26-40mm
 - Rojo: Mayor a 40mm
- Sellado: Se verifica que los paquetes en la plancha no se encuentren expuestos. Se mide la longitud de la abertura de existir exposición.
 - Verde: Totalmente sellado y fuerte.
 - Amarillo: Cualquier abertura menor a 50mm
 - Rojo: Sellado débil o abertura mayor a 50mm
- Contenido correcto: Se verifica que la plancha contiene el producto especificado.
 - Verde: Correcto
 - Amarillo: N.A.
 - Rojo: Incorrecto

Estiba (1 pallet)

- Apariencia exterior de estiba: Se verifica que la paleta se encuentre bien balanceada, envuelta lateralmente con polietileno desde la base y que la estiba se encuentre en buenas condiciones. La envoltura debe encontrarse en buenas condiciones, sin agujeros o cortes.
 - Verde: Conforme
 - Amarillo: N.A.
 - Rojo: Cualquier defecto
- Apariencia interior de estiba: Se verifica que los cartones protectores se encuentren bien colocados, no haya material extraño dentro del pallet, y que la cantidad de panchas sea la correcta.
 - Verde: Conforme
 - Amarillo: N.A.
 - Rojo: Cualquier defecto

- Identificación de estiba: El rotulado de estibas debe ser legible y el correcto respecto al producto contenido².
 - o Verde: Correcto
 - o Amarillo: N.A.
 - o Rojo: Faltante o ilegible



² Criterio actualmente en desuso debido a que ya no se rotulan pallets.



ANEXO 17

Patio de químicos, salas químicas y sala de adhesivos

En el patio de químicos, la carga a granel de insumos químicos es descargada en tanques desde las cuales se dosifica a la pasta de Manufactura – *Destintado*. Estos químicos no requieren acondicionamiento ni preparación antes de ingresar a la línea. Algunos de estos insumos son:

- Peróxido de Hidrógeno
- Hidróxido de Sodio
- Silicato de sodio
- Bisulfito de sodio
- Resina

En las salas químicas, los insumos químicos son preparados para poder utilizarse en los procesos productivos de Manufactura. Existen tres procesos principales: Recepción de químicos, acondicionamiento de tanques pulmón (sistema de dosificación al sistema productivo y la dosificación en sí). En la Planta de estudio, se tienen dos salas químicas, una para cada línea de producción de Manufactura.

En la sala de adhesivos se preparan las gomas utilizadas en el área de Conversión a partir de insumos como adhesivos (LA2000) y aceite (Vara2000), además de agua. Estas gomas se utilizan durante la preparación del tuco (o *tubete*) y el enrollado del producto. Asimismo, en la sala de adhesivos se preparan tintas para algunos productos especiales (tales como los que tienen gofrado con color o servilletas con alguna impresión en especial), así como la tinta con la que se imprime en los empaques de papel del papel higiénico a color, entre otros.

Sala de calderas

La zona de calderas posee además una sección donde se preparan los químicos utilizados para el tratamiento del agua a utilizar en las calderas:

- Preparación del “Secuestrador de Oxígeno”
- Preparación del Antiincrustante utilizado en la Ósmosis Inversa y Calderas.

Como se puede apreciar en la figura a17.1, Una vez suministrada el agua fresca, ésta pasa por un proceso de **filtrado** mediante filtros multimedia y de UV. El agua posteriormente es tratada mediante un proceso de **ósmosis inversa** por el que se

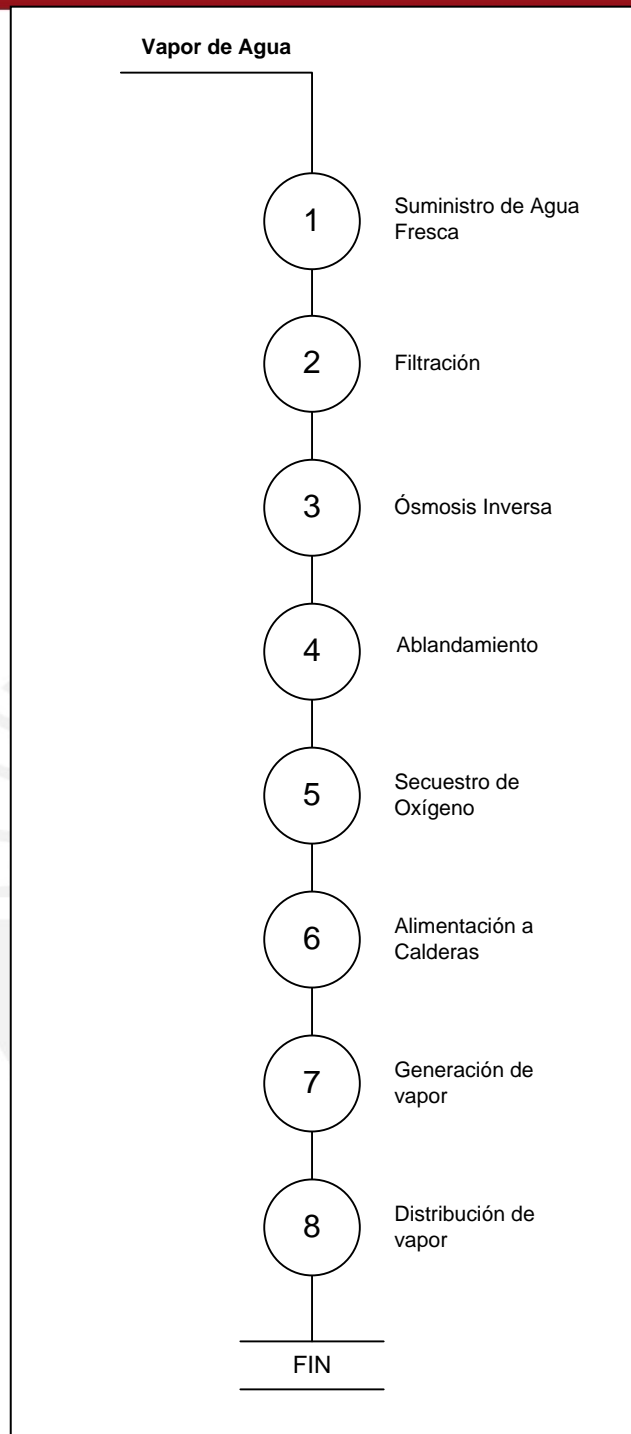


Figura a17.1. Diagrama de Operaciones Calderas.
Elaboración propia.

obtiene agua de gran pureza y bajo nivel de mineralización. Luego, el agua pasa por un proceso de **ablandamiento** mediante la utilización de resinas de intercambio iónico. Durante el ablandamiento, se añaden compuestos antiincrustantes para

evitar que se incrusten sales en el equipo. El agua blanda es **alimentada** al tanque de la caldera mediante una bomba y tubos, agregándole **secuestrador de oxígeno**, con el que se controla el oxígeno del agua para evitar la corrosión de las paredes y los tubos de la caldera. Asimismo, en esta etapa también se agregan químicos antiincrustantes para evitar la incrustación en las paredes y tubos de la caldera. En la Planta de estudio, se tienen tres calderas, dos piro-tubulares y una acuotubular. De ellos, se **genera vapor** a partir de la combustión de gas natural y/o petróleo residual R-500. Éste vapor es dirigido al proceso de secado (*Yankee*) en Manufactura. El vapor residual es recirculado.

Planta de tratamiento de aguas residuales industriales (PTARI)

El tratamiento de *riles* (residuo industrial líquido) se da en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales (PTARI). El agua tratada proviene de los distintos procesos en *destintado*, así como del agua utilizada para transportar la pasta por los procesos de manufactura (formación y secado). La PTARI sólo la constituye procesos de pre-tratamiento y tratamiento primario (físico) únicamente.

Al igual que en la zona de Calderas, la PTARI posee una sección de preparación de químicos, los cuales son utilizados en el proceso de tratamiento del efluente:

- Preparación del Polímero catiónico
- Preparación del Polímero aniónico
- Preparación de Coagulante

En la figura a17.2., se tiene un diagrama con los procesos que suceden en la PTARI. La primera operación es la **Homogenización**, en donde las aguas de efluentes de manufactura (*destintado* y manufactura) son almacenados temporalmente en una tina en donde se homogeniza la mezcla.

Luego, la mezcla es llevada al equipo *Power Drain* (tela drenadora) que se encarga de **separar el agua de los sólidos** mediante una dosificación de químico floculante catiónico. En ella se obtienen dos productos principales: lodos y pre-efluente. Este último pasa por una tina de **clarificación**, en donde se consigue lograr un aspecto

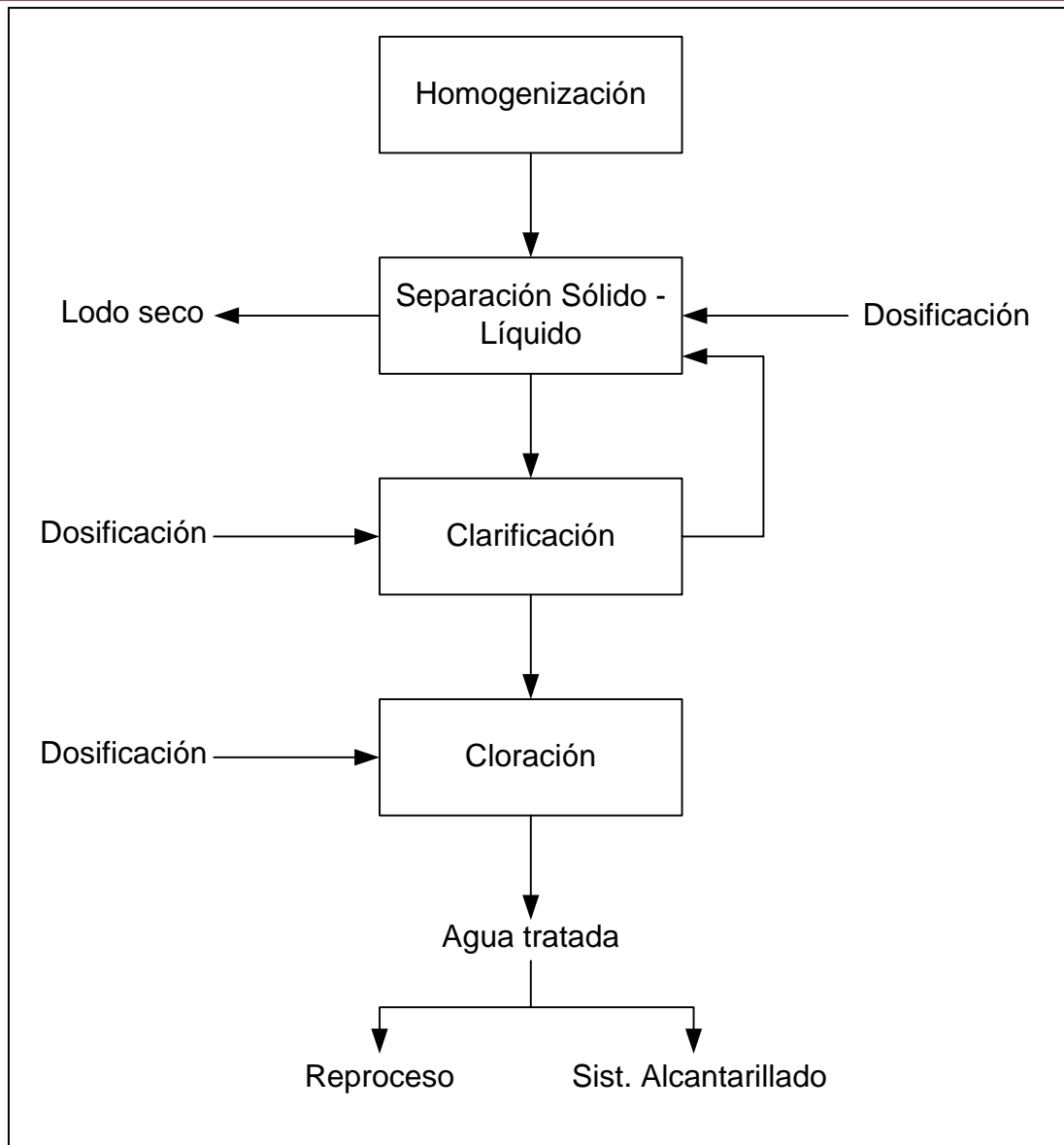


Figura a17.2. Diagrama de procesos de la PTARI.
Elaboración propia.

más limpio eliminando residuos más pequeños mediante un sistema de microburbújas que ocasiona que estos residuos suban del pre-efluente y un sistema de recojo por “cucharas”. Para ello se dosifican coagulantes y floculante aniónico. Finalmente ocurre la **Cloración**, proceso en el cual al pre-efluente se le dosifica Hipoclorito de Sodio (10%). El agua al final de este proceso se encuentra apta para ser recirculado al proceso y/o dispuesto en el sistema de alcantarillado municipal.

A su vez, el lodo proveniente del proceso de separación sólido-líquido es llevada hacia un equipo compactador (*Power Press*), en donde es compactada y dispuesta en contenedores para luego ser transportados a un relleno sanitario.





ANEXO 18

Diagramas de Pareto de No conformidades en Línea 2

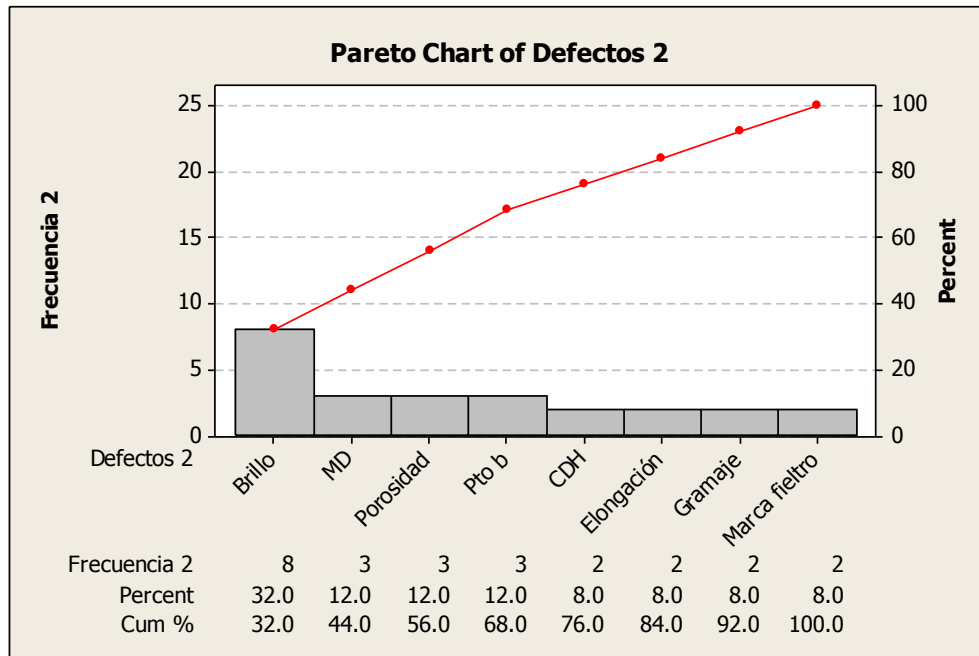


Figura a18.1. Diagrama de Pareto de NC bobina 16g econ. – Línea 2
Elaboración propia

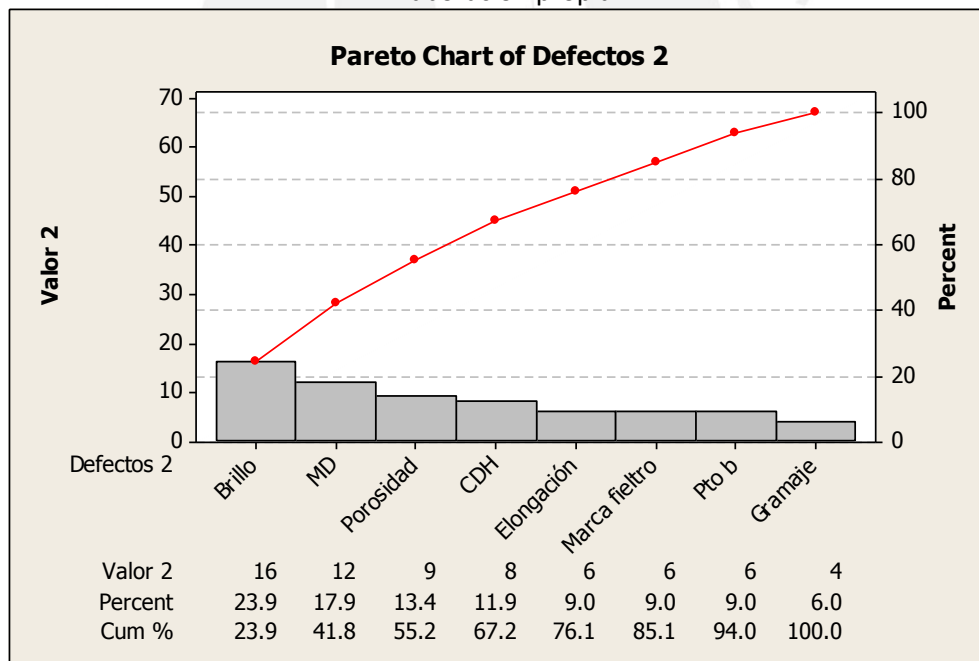


Figura a18.2. Diagrama de Pareto de NC valorado bobina 16g econ. – Línea 2³
Elaboración propia

³ Los datos de la valoración se encuentran en la tabla 4.1.

Pruebas de normalidad – Línea 2⁴

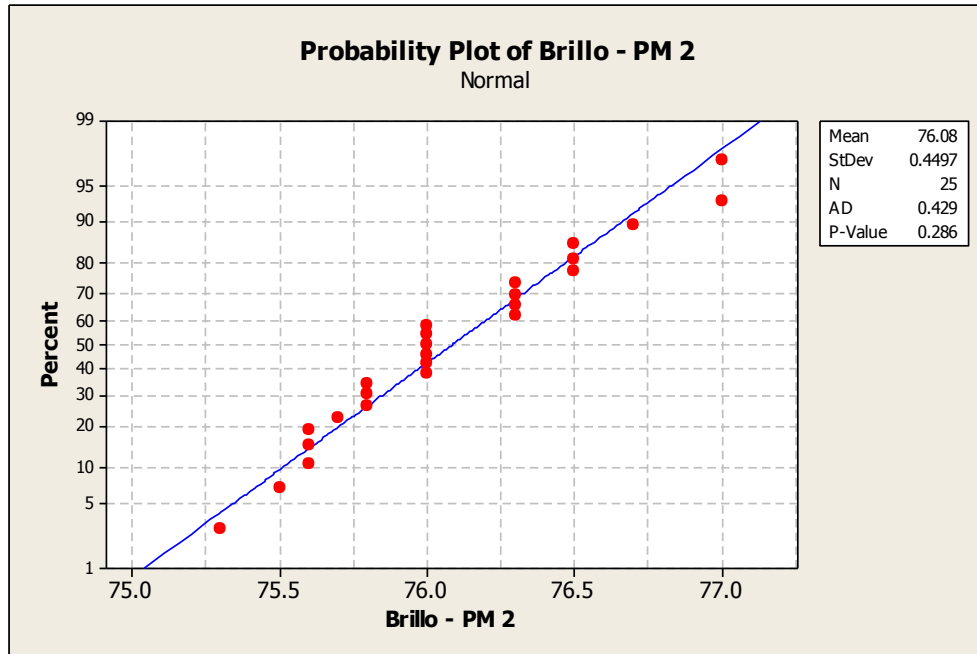


Figura a18.3. Prueba de Normalidad AD Bobina 16g Econ. Brillo – línea 2
Elaboración propia

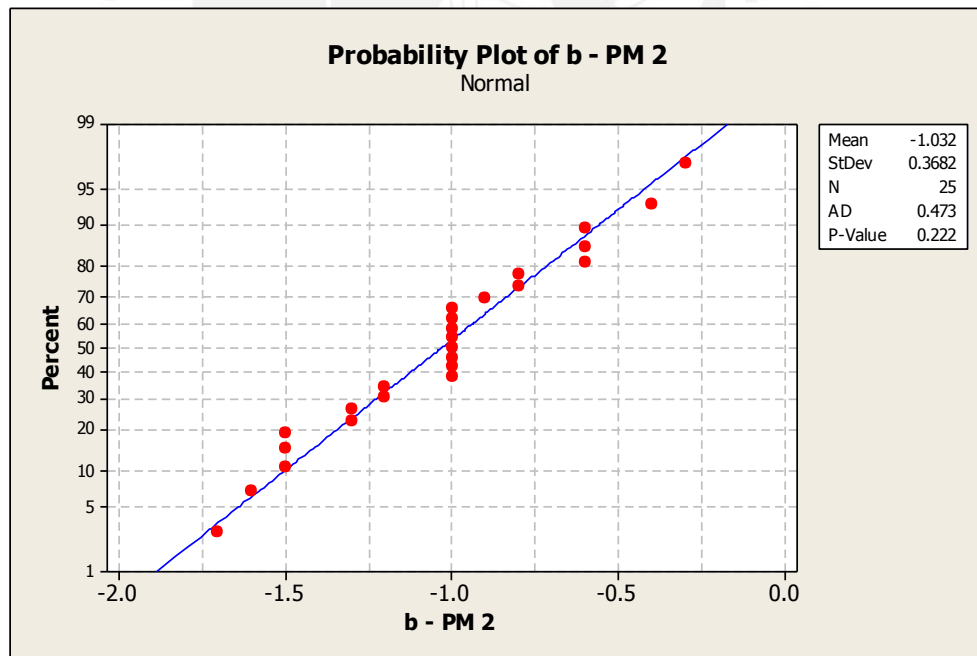


Figura a18.4. Prueba de Normalidad AD Bobina 16g Econ. Punto b – línea 2
Elaboración propia

⁴ Los datos a partir de los cuales se hizo la prueba de normalidad se encuentran en el anexo 4.

Cartas de control de variables – Línea 2⁵

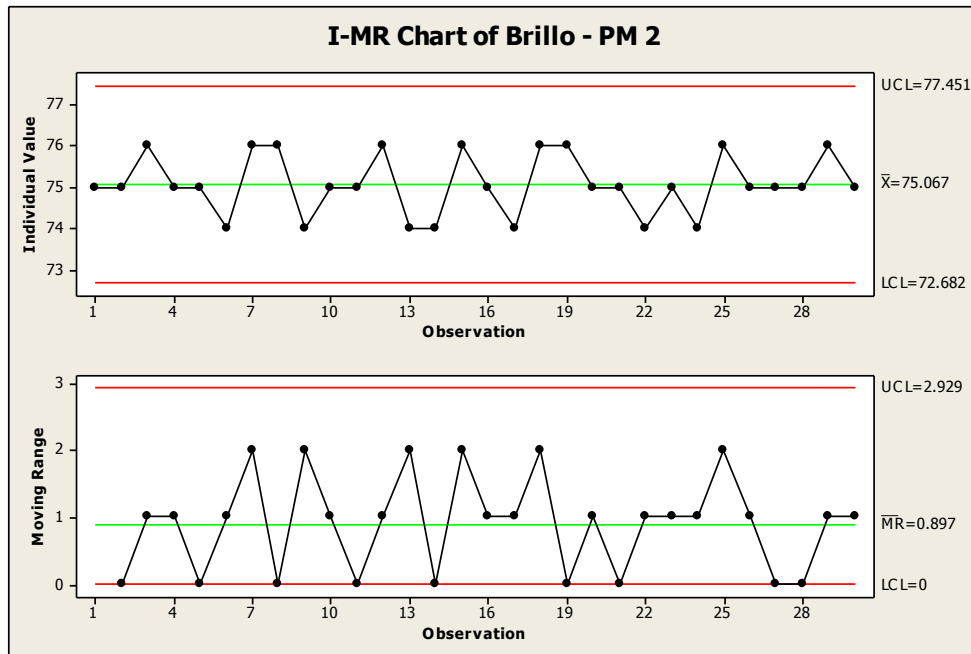


Figura a18.5. Gráficos de control Bobina 16g Econ. Brillo – línea 2
Elaboración propia

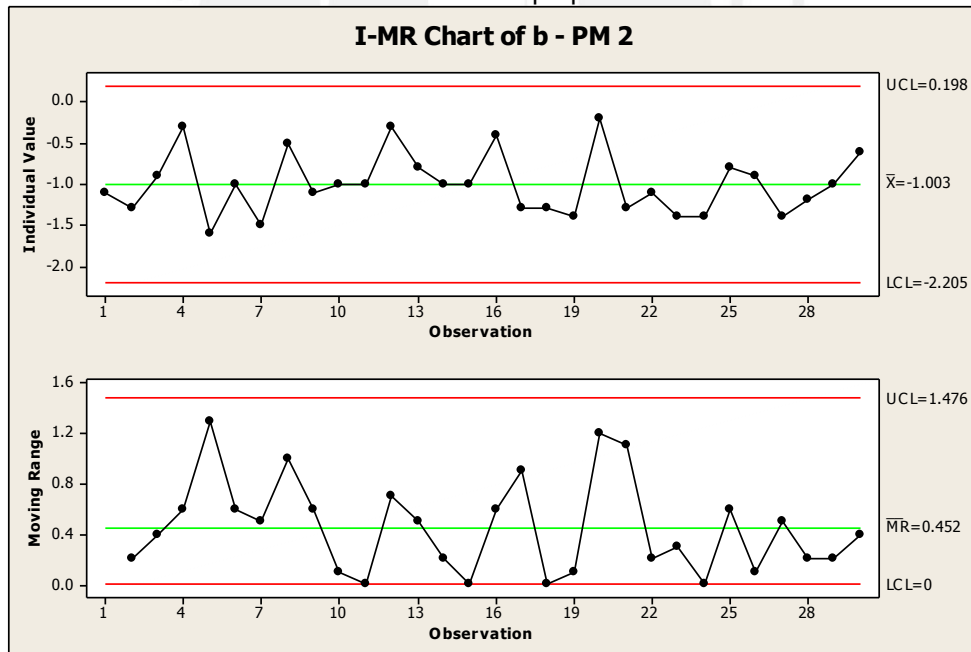


Figura a18.6. Gráficos de control Bobina 16g Econ. Punto b – línea 2
Elaboración propia

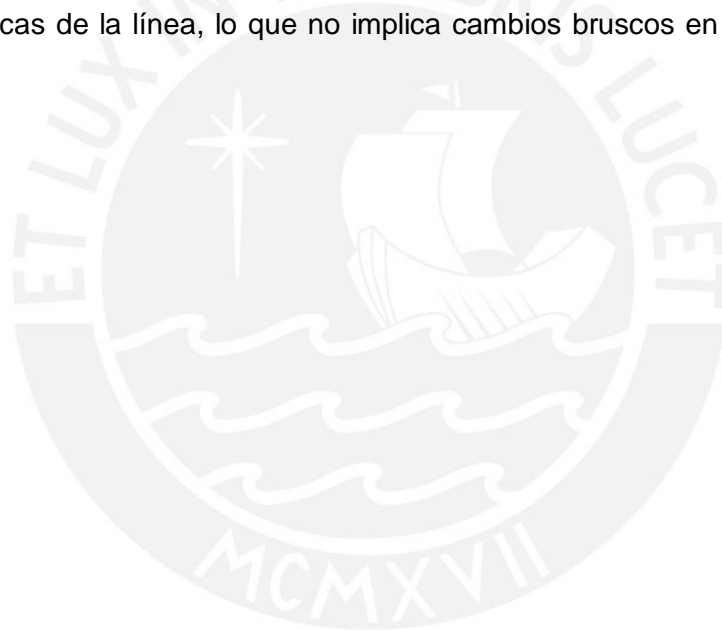
⁵ Los datos a partir de los cuales se calcularon las cartas de control se encuentran en el anexo 5.

Brillo – Línea 2

En la figura a18.5. se muestran los gráficos de control para el brillo a partir de los 25 datos obtenidos para la línea 2. Al igual que la variable de punto b, el brillo depende directamente de la calidad de la pasta (dependiendo de la calidad a producir), así como de la cantidad de matizante ingresado en el área de Destintado.

Punto b – Línea 2

En la figura a18.6. se presentan los gráficos de control para el punto b en la línea 2. Como se puede observar, comparando los datos con los obtenidos en la línea 1 para la misma variable (figura 4.7), la línea 2 posee menor variabilidad. Esto debido a que en la línea 2 no se ingresa pasta de Broke con tubete o cartón, por las características de la línea, lo que no implica cambios bruscos en la dosificación de matizante.





ANEXO 19

Plan de calidad – Aseguramiento de la calidad Manufactura

Etapa	Objetivo	Factores evaluados	Frecuencia	Responsable	Cuándo	Dónde	Cómo	Equipo	Frecuencia de verificación	Frecuencia de calibración	Documentación	Registros
Inspección de producto semielaborado	Verificar la cantidad de producto por área	Peso Base	Cada bobina	Inspector de calidad	Término de bobinado	Laboratorio de calidad manufactura	Según STM – Peso base	Balanza	Mensual	Anual	STM	Registro de inspección de bobinas Registro de bobinas no conformes, Registro de concesión
	Verificar el grosor de la hoja	Calibre	Cada bobina	Inspector de calidad	Término de bobinado	Laboratorio de calidad manufactura	Según STM - Calibre	Medidor de calibre	Mensual	Anual	STM	
	Verificar la tonalidad de la hoja	L, a, b	Cada bobina	Inspector de calidad	Término de bobinado	Laboratorio de calidad manufactura	Según STM - tonalidad	Medidor de brillo	Mensual	Cada 2 años	STM	
	Verificar el brillo de la hoja	Brillo	Cada bobina	Inspector de calidad	Término de bobinado	Laboratorio de calidad manufactura	Según STM - brillo	Medidor de brillo	Mensual	Cada 2 años	STM	
	Verificar la resistencia longitudinal de la hoja	Resistencia MD	Cada bobina	Inspector de calidad	Término de bobinado	Laboratorio de calidad manufactura	Según STM - Resistencia	Medidor de resistencia	Mensual	Anual	STM	

Elaboración propia

Plan de calidad – Aseguramiento de la calidad Manufactura (continuación)

Etapa	Actividad	Factores evaluados	Frecuencia	Responsable	Cuándo	Dónde	Cómo	Equipo	Frecuencia de verificación	Frecuencia de calibración	Documentación	Registros
	Verificar la capacidad elástica de la hoja	% elongación	Cada bobina	Inspector de calidad	Término de bobinado	Laboratorio de calidad manufactura	Según STM - Resistencia	Medidor de resistencia	Mensual	Anual	STM	
	Verificar la resistencia transversal de la hoja	Resistencia CD	Cada bobina	Inspector de calidad	Término de bobinado	Laboratorio de calidad manufactura	Según STM - Resistencia	Medidor de resistencia	Mensual	Anual	STM	
	Verificar la resistencia transversal de la hoja húmeda	Resistencia CD húmedo	Cada dos bobinas	Inspector de calidad	Término de bobinado	Laboratorio de calidad manufactura	Según STM - Resistencia	Medidor de resistencia, horno	Mensual	Anual	STM	
	Verificar el grado de contaminación de la hoja	Contaminación	Cada 3 bobinas/Primeras 3 bobinas de arranque	Inspector de calidad	Término de bobinado	Laboratorio de calidad manufactura	Según STM – Contaminación de hoja base	Plantilla de estimación de contaminación	Mensual	Anual	STM	

Elaboración propia

Plan de calidad – Aseguramiento de la calidad Manufactura (continuación)

Etapa	Objetivo	Factores evaluados	Frecuencia	Responsable	Cuándo	Dónde	Cómo	Equipo	Frecuencia de verificación	Frecuencia de calibración	Documentación	Registros
	Verificar la velocidad de saturación de la hoja	Tiempo de absorción	Cada 10 bobinas	Inspector de calidad	Término de bobinado	Laboratorio de calidad manufactura	Según STM – Velocidad de absorción	Horno	Semestral	Anual	STM	
	Verificar la cantidad de agua presente en la hoja luego de curado	Humedad del papel	Cada 10 bobinas	Inspector de calidad	Término de bobinado	Laboratorio de calidad manufactura	Según STM – Humedad de hoja base	Horno	Semestral	Anual	STM	
	Verificar el peso de la bobina (incluido el peso del tuco)	Peso de bobina	Cada bobina	Inspector de calidad	Término de bobinado	Línea	Se revisa el registro del bobinero o en línea	--	--	--	STM	

Elaboración propia

Plan de calidad – Aseguramiento de la calidad Manufactura (continuación)

Etapa	Objetivo	Factores evaluados	Frecuencia	Responsable	Cuándo	Dónde	Cómo	Equipo	Frecuencia de verificación	Frecuencia de calibración	Documentación	Registros
	Verificar características visuales de la hoja	Atributos (hoja base)	Cada 2 bobinas	Inspector de calidad	Término de bobinado	Línea	Seguir manual OLT - semiela borado	--	--	--	OLT	
	Verificar características visuales de la hoja	Atributos (hoja base)	Cada bobina	Operador	Término de bobinado	Línea	Seguir manual OLT - semiela borado	--	--	--	OLT	
Registro de bobinas	Ingreso de bobinas conformes en el sistema ERP	--	Cada bobina	Inspector de calidad	Término de inspección	Laboratorio de calidad manufactura	Se ingresa código correlativo al sistema ERP	PC	--	--	--	--
Registro de resultados en Hoja de Cálculo	Ingreso de resultados en programa Minitab	--	Cada bobina	Inspector de calidad	Término de inspección	Laboratorio de calidad manufactura	Se ingresan los resultados de cada inspección al programa Minitab	PC	--	--	--	--

Elaboración propia

Plan de calidad – Aseguramiento de la calidad Conversión

Etapa	Actividad	Factores evaluados	Frecuencia	Responsable	Cuándo	Dónde	Cómo	Equipo	Frecuencia de verificación	Frecuencia de calibración	Documentación	Registros
Inspección de log	Verificar características visuales de la hoja	Atributos (hoja)	Cada 80 minutos	Inspector de calidad	Luego del rebobinado	Salida de rebobinadora	Según Manual OLT - higiénicos	--	--	--	Manual OLT	Registro de inspección en línea, Registro de productos no conformes
	Verificar características visuales de la hoja	Atributos (hoja)	La mayor frecuencia a posible	Operador	Luego del rebobinado	Salida de rebobinadora	Según Manual OLT - higiénicos	--	--	--	Manual OLT	
Inspección de rollos	Verificar características visuales del rollo	Atributos (rollo)	Cada 80 minutos	Inspector de calidad	Luego del cortado	Salida de cortadora orbital	Según Manual OLT - higiénicos	--	--	--	Manual OLT	
	Verificar características visuales del rollo	Atributos (rollo)	La mayor frecuencia a posible	Operador	Luego del cortado	Salida de cortadora orbital	Según Manual OLT - higiénicos	--	--	--	Manual OLT	
	Verificar el diámetro de rollos	Diámetro	Cada 80 minutos	Inspector de calidad	Luego del cortado	Salida de cortadora orbital	Según STM – diámetro	Cinta diametral	Mensual	--	STM	
Inspección de paquetes	Verificar características visuales de paquetes	Atributos (emp. primario)	Cada 80 minutos	Inspector de calidad	Luego del empaquetado	Salida de empaquetadora	Según Manual OLT	--	--	--	Manual OLT	

Elaboración propia

Plan de calidad – Aseguramiento de la calidad Conversión (continuación)

Etapa	Actividad	Factores evaluados	Frecuencia	Responsable	Cuándo	Dónde	Cómo	Equipo	Frecuencia de verificación	Frecuencia de calibración	Documentación	Registros
	Verificar características visuales de paquetes	Atributos (emp. primario)	La mayor frecuencia a posible	Operador	Luego del empaquetado	Salida de empaquetadora	Según Manual OLT	--	--	--	Manual OLT	
Inspección de planchas	Verificar características visuales de planchas	Atributos (emp. secundario)	Cada 80 minutos	Inspector de calidad	Luego del embolsado	Salida de selladora	Según Manual OLT	--	--	--	Manual OLT	
	Verificar características visuales de planchas	Atributos (emp. secundario)	La mayor frecuencia a posible	Embolsador	Luego del embolsado	Salida de selladora	Según Manual OLT	--	--	--	Manual OLT	
Inspección de tarimas	Verificar características visuales de paletas terminadas	Atributos (paleta)	Cada 80 minutos	Inspector de calidad	Al terminarse una paleta	Zona de paletizado	Según Manual OLT	--	--	--	Manual OLT	

Elaboración propia

Plan de calidad – Aseguramiento de la calidad Conversión (continuación)

Etapa	Actividad	Factores evaluados	Frecuencia	Responsable	Cuándo	Dónde	Cómo	Equipo	Frecuencia de verificación	Frecuencia de calibración	Documentación	Registros
Inspección de variables de producto terminado	Verificar el peso neto del rollo	Peso neto	Cada 80 minutos	Inspector de calidad	Luego del empaquetado	Laboratorio de calidad conversión	Según STM	Balanza	Mensual	Anual	STM	
	Verificar la cantidad de material entregado por área	Peso base	Cada 80 minutos	Inspector de calidad	Luego del empaquetado	Laboratorio de calidad conversión	Según STM	Balanza	Mensual	Anual	STM	
	Verificar la resistencia longitudinal de la hoja	Resistencia MD	Una vez por turno por producto por línea	Inspector de calidad	Luego del empaquetado	Laboratorio de calidad conversión	Según STM	Medidor de resistencia	Mensual	Anual	STM	
	Verificar la capacidad elástica de la hoja	% elongación	Una vez por turno por producto por línea	Inspector de calidad	Luego del empaquetado	Laboratorio de calidad conversión	Según STM	Medidor de resistencia	Mensual	Anual	STM	

Elaboración propia

Plan de calidad – Aseguramiento de la calidad Conversión (continuación)

Etapa	Actividad	Factores evaluados	Frecuencia	Responsable	Cuándo	Dónde	Cómo	Equipo	Frecuencia de verificación	Frecuencia de calibración	Documentación	Registros
	Verificar la resistencia transversal de la hoja	Resistencia CD	Una vez por turno por producto por línea	Inspector de calidad	Luego del empaquetado	Laboratorio de calidad conversión	Según STM	Medidor de resistencia	Mensual	Anual	STM	
	Verificar la resistencia transversal de la hoja humedecida	Resistencia CDH	Una vez por turno por producto por línea	Inspector de calidad	Luego del empaquetado	Laboratorio de calidad conversión	Según STM	Medidor de resistencia	Mensual	Anual	STM	
	Verificar el ancho de la presentación	Ancho de paquete	Cada 80 minutos	Inspector de calidad	Luego del empaquetado	Laboratorio de calidad conversión	Según STM	Medidor de dimensiones de paquete	Mensual	--	STM	
	Verificar el nivel de firmeza del rollo	Firmeza	Cada 80 minutos	Inspector de calidad	Luego del empaquetado	Laboratorio de calidad conversión	Según STM	Medidor de firmeza	Semanal	Según resultados de verificación	STM	

Elaboración propia

Plan de calidad – Aseguramiento de la calidad Conversión (continuación)

Etapa	Actividad	Factores evaluados	Frecuencia	Responsable	Cuándo	Dónde	Cómo	Equipo	Frecuencia de verificación	Frecuencia de calibración	Documentación	Registros
	Verificar el largo y ancho de hoja	Dimensiones de hoja	Cada 80 minutos	Inspector de calidad	Luego del empaquetado	Laboratorio de calidad conversión	Según STM	Regla	--	--	STM	
	Verificar el número de hojas entregado	Nro. de hojas	Cada 80 minutos	Inspector de calidad	Luego del empaquetado	Laboratorio de calidad conversión	Según STM	--	--	--	STM	
Registro de bobinas	Ingreso de paletas al sistema ERP	--	Cada paleta terminada	Inspector de calidad	Luego de aceptada la paleta	Laboratorio de calidad conversión	Se ingresa código correlativo al sistema ERP	PC	--	--	--	--
Registro de resultados en Hoja de Cálculo	Ingreso de resultados en programa Minitab	--	Cada bobina	Inspector de calidad	Término de inspección	Laboratorio de calidad conversión	Se ingresan los resultados de cada inspección al programa Minitab	PC	--	--	--	--

Elaboración propia



ANEXO 20

Costos de implementación relevantes

Costos					
Tipo	Descripción	Responsable	Cálculo	Inversión inicial	Costo semanal
Capacitaciones	Reforzamiento en STM y OLT	Entrenador certificado	8 horas, S/. 25 por hora	S/. 200.00	-
	Calidad de producto y toma de decisiones	Entrenador certificado	8 horas, S/. 25 por hora	S/. 200.00	-
	Cartas de control	Supervisor entrenado	6 horas, S/. 25 por hora	S/. 150.00	-
	Curso de Ingeniería de la Calidad	Encargado de implementación	diplomado en una escuela de posgrado de prestigio reconocido.	S/. 12,000.00	-
	Capacitación ANOVA	Encargado de implementación	3 horas, S/. 25 por hora	S/. 75.00	-
	Capacitación planes de muestreo	Encargado de implementación	3 horas, S/. 25 por hora	S/. 75.00	-
	Capacitación capacidad de procesos	Encargado de implementación	3 horas, S/. 25 por hora	S/. 75.00	-
	Capacitación en herramientas de calidad	Encargado de implementación	3 horas, S/. 25 por hora	S/. 75.00	-
Diseño	Capacitación en manejo de productos (BPM)	Supervisor entrenado	1 hora, S/. 25 por hora	S/. 25.00	-
	Diagramas de Pareto	Supervisor entrenado	24 horas, S/. 25 por hora	S/. 600.00	-
	Cartas de control de variables Manufactura	Supervisor entrenado	4 horas, 6 variables, S/. 25 x hora, 2 líneas	-	S/. 50.00
	Cartas de control de atributos Manufactura	Supervisor entrenado	6 horas, 2 líneas, 25 x hora	-	S/. 12.50
	Cartas de control de atributos Conversión	Supervisor entrenado	4 líneas de conversión 1 (cada uno toma 6 horas), 7 líneas de conversión 2 (cada uno toma 2 horas), S/. 25 por hora	-	S/. 39.58
	Planes de muestreo por atributos	Supervisor entrenado		-	S/. 150.00
Control	Planes de control y verificación	Equipo multidisciplinario		S/. 60,000.00	-
	Registro de datos en carta de control	Inspector	10 minutos, 8 corridas por turno, 13 líneas (conversión y manufactura), por 3 turnos, por 7 días	-	S/. 2,467.92
	Registro de indicadores	Inspector	10 minutos, 12 corridas, 7 días, 13 líneas	-	S/. 1,233.96
Plan de muestreo	Evaluación de Capacidad de Procesos	Supervisor entrenado	10 minutos, 2 supervisores, 3 veces al día, 6 días a la semana	-	S/. 150.00
	Muestreo doble	Supervisor entrenado	1 vez a la semana, 742 unidades inspeccionadas aprox.	-	S/. 1,030.56
				S/. 73,475.00	S/. 5,134.52

Elaboración propia.

Ahorro por implementación

Ahorro debido a proceso bajo control estadístico

Línea	Variable	Reducción PPM	Ahorro/millón de bobinas	Ahorro por bobina	Ahorro semanal
Línea 1	CDH	33711	S/.101,133,000.00	S/. 101.13	S/. 63,713.75
Línea 2	b	32574	S/.97,722,000.00	S/. 97.72	S/. 61,564.86
Elaboración propia.					S/.125,278.65

Ahorro debido a planes de muestreo

	Cant. inspeccionada semanal	CMS Actual	CMS mejorado	Reducción defectuosos	Costo	Ahorro
Rollos	255360	3.0%	0.926%	5296.1664	S/. 28.72	S/. 152,105.90
Paquetes	103680	3.0%	2.924%	78.60746869	S/. 28.72	S/. 2,257.61
Planchas	10368	3.0%	2.966%	3.545941464	S/. 12.23	S/. 43.37
Elaboración propia.						S/. 154,406.87

Costos incurridos por defectos en rollos, paquetes y planchas

Costo	S/. por rollo/paquete defectuoso	S/. por plancha defectuosa
Utilidad	S/. 1.00	S/. 8.00
Gestión de reclamo	S/. 0.45	S/. 0.30
Mala publicidad	S/. 24.00	-
Reposición	S/. 3.27	S/. 3.93
Total	S/. 28.72	S/. 12.23

Elaboración propia

Balance económico

Inversión inicial (única): **S/. (73,745.00)**

Balance semanal:

Costo semanal: S/. (5,134.52)

Ahorro semanal:

Por proceso en control S/. 125,278.65

Por plan de muestreo S/. 154,406.87

Total semanal S/. 274,551.00

Del balance descrito, se tendría, con una inversión única inicial de **S/. 73,745.00**, se tendría un ahorro que asciende a **S/. 274,551.00**; asumiendo las condiciones y estimaciones descritas en el punto 5.3.