Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería industrial

Propuesta De Mejora Para Reducir Tiempos Durante El Cambio De Formato En La Línea Productiva SFT De Nexans Chile.

Por

Giselle Jassmin Pavez Milla
Pedro Fernando Valdés Montserrat

Trabajo de Título para optar al Grado de
Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y título de
Ingeniero Civil Industrial

Prof. Guía

Boris Caríkëo Aguilera

Mayo, 2017

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi madre, Sonia Montserrat y a mi padre, Pedro Valdés por todo el apoyo incondicional, el sacrificio, su cariño y confianza que depositaron en mí. A mi hermana, Sonia Valdés por todos sus consejos y cariño brindado en este proceso. A Giselle Pavez por su apoyo, su compresión, su cariño incondicional y por ser una gran compañera tanto de estudio como de vida, y finalmente a todos los profesores por todo el apoyo brindado para lograr este objetivo. Gracias totales.

Pedro Fernando Valdés Montserrat

Agradezco a mi madre, Susana Milla por todo el esfuerzo y sacrificio a lo largo de los años y por todo el cariño, apoyo y confianza. A mi hija valentina por ser la motivación más hermosa que pude tener, a Pedro por todo su apoyo en los momentos difíciles, su cariño incondicional, paciencia y comprensión, a mis profesores que me brindaron herramientas para hacer esto posible, y a muchas personas que me brindaron su apoyo cuando más lo necesite, a todos ellos, mil gracias.

Giselle Jassmin Pavez Milla

Índice

Glosario 6
Lista de abreviaturas o siglas 9
Lista de figuras 11
Lista de tablas 13
Lista de anexos 14
Resumen ejecutivo 15
Introducción 16
Capítulo 1 La empresa 17
1.1 Antecedentes generales de la empresa 17
1.1.1 Descripción general de la empresa 17
1.1.2 Localización 17
1.1.3 Misión y visión 19
1.1.4 Valores de la organización 19
1.1.5 Organigrama de Nexans S.A 20
1.1.6 Ventas de Nexans Chile S.A. 21
1.1.7 Posicionamiento de Nexans en el mercado nacional 22
1.2 Proceso general de fabricación 24
1.2.1 Layout Máquinas Línea productiva SFT 25
1.3 Proceso productivo de línea SFT 29
1.3.1 Cable Supernya 29
1.3.2 Cable Freetox H07Z1-K 30
1.3.3 Cable Thhn 30
1.3.4 Diagrama de familia de máquinas del proceso SFT 31
1.4 Sistema de control 32
1.4.1 Políticas de preparación de maquinaria 33
1.4.2 Tiempos promedios de preparación según proceso durante los meses de marzo, abril y mayo del año 2016 33
Capítulo 2 Definición del problema 36
Capítulo 3 Objetivos 38
3.1 Objetivo general 38
3.1.2 Objetivos específicos 38
3.2 Alcances 38
3.3 Resultados esperados 39

Capítulo 4 Metodología 40
Capítulo 5 Marco teórico 43
5.1 Manufactura esbelta 43
5.1.1 Mantenimiento total productivo (TPM) 44
5.1.2 SMED 45
5.2 Control estadístico de la calidad 47
5.2.1 Diagrama de Pareto 48
5.2.2 Diagrama de Ishikawa 48
5.2.3 Hoja de control 48
5.2.4 Diagrama de flujo 48
5.3 Estandarización de procedimientos 49
5.3.1 SWI (Instrucciones de trabajo estandarizado) 49
5.3.2 OPL 50
6 Análisis Situación Actual de Máquina 51
6.1 Descripción máquina PS-200/8 51
6.1.1 Pictograma de riesgos en la máquina 60
6.2 Indicador clave de rendimiento (KPI) 61
6.2.1 OEE 61
6.2.2 Indicador de cumplimiento 62
6.2.3 Indicador de desempeño 63
6.2.4 Indicador de tiempo muerto real producto de los cambios de formatos 63
6.2.5 Indicador de tiempo muerto teórico producto de los cambios de formatos 63
6.2.6 Diferencia de tiempo muerto producto de los cambios de formatos 64
6.3 Análisis de consumo 64
6.4 Ingresos no percibidos 65
6.5 Análisis causa efecto 66
Capítulo 7 Desarrollo de la propuesta 68
7.1 Aplicación de SMED 68
7.1.1 Identificar actividades de preparación 68
7.1.2 Clasificar actividades de preparación 69
7.1.3 Medición de actividades según tipo de cambio de formatos 70
7.1.4 Análisis de mediciones 81
7.1.5 Reducción de actividades de desperdicio 83

7.1.6 Conversión de actividades y propuestas de mejoras 84
7.1.7 Resumen de propuestas de mejoras 88
7.1.7 Reducción de tiempo 88
7.2 Estandarización de trabajo 89
7.2.1 Nuevo procedimiento para los cambios de formato 89
7.2.2 Swi de mejoras 95
7.2.3 Opl de nueva herramienta 98
Capítulo 8 Validación de propuesta 99
8.1 Tiempo reducido 99
8.2 Evaluación económica del proyecto 103
Capítulo 9 Conclusión 107
10 Bibliografías 108
11 Anexos 109

Glosario

- Mantenimiento preventivo: Actividad de chequeo que se realiza con programación cuyo fin de evitar desperfectos en alguna máquina que impida la producción normal.

- Mantenimiento correctivo: Reparación de una máquina cuando el desperfecto ya ha ocurrido.

- SMED: Cambio rápido en un minuto. Permite reducir los tiempos de preparación de una máquina.

- Termoplástico: Plástico que a temperaturas altas se vuelve flexible y deformable.

- Halógenos: Elementos radioactivos que da inestabilidad a los cables.

- Cables libre de halógenos: Cables resistentes al fuego y libres de emisión de gases tóxicos.

- Falta de operador: Actividad que se notifica cuando la máquina teniendo un programa de producción no puede funcionar porque el operador no se encuentra en ella ya sea por almuerzo, licencia, reunión, etc.)

- Máquinas cableadoras o bunchers: Máquina que agrupa varios conductores ya sea aislados o desnudos para formar el núcleo del cable comercial.

- Máquinas de trefilado: Estas máquinas se encargan del estiramiento del alambrón para conseguir un alambre de radio menor al original.

- Máquinas de extrusión: Máquinas que se encargan de recubrir el cable con un aislante.

- OEE: Índice que permite calcular la eficiencia global de las máquinas.

- Preparación: actividades previas al funcionamiento de la máquina.

- Tiempo programado: Es el tiempo dispuesto en un periodo determinado para trabajar en 3 turnos en un toral de 24 horas.

- Zona de Scrap: Zona donde se acumula el material defectuoso y material de despunte de distintos procesos.

- Conductor eléctrico: Material que ofrece poca resistencia al paso de cargas eléctricas.
- Aislamiento eléctrico: Material que impide el paso de cargas eléctricas.
- Revestimiento: Capa de algún material aislante que cubre la superficie de un cable.
- Cobre: Material de buena conducción eléctrica y resistente a la corrosión.
- Policloruro de vinilo (PVC): Polímero utilizado como aislante eléctrico.
- Nylon: Polímero comúnmente utilizado como fibra.
- Falta de alimentación: Actividad que se notifica cuando la máquina teniendo un programa productivo no puede seguir la fabricación debido a que no tiene la alimentación suficiente de la operación anterior. Ejemplo falta de materia prima.
- Paros varios: Detención de la máquina ya sea por cortes de energía, reuniones de inicio de turno, orden, aseo, etc.
- Lead time: Es el tiempo que transcurre desde que se inicia un proceso productivo hasta que termina, incluyendo los tiempos de entrega.
- Liberación de mantención: Se notifica una vez reparada una máquina. El personal de mantenimiento debe liberar la máquina en sistema y avisar al operador y jefe de turno. Si no se realiza esta liberación es imposible cargar una nueva operación al sistema. La nueva actividad se registra inmediatamente después de la liberación.
- Tiempo de preparación: Es el tiempo empleado en actividades previas al funcionamiento de la máquina.
- Problema de materia prima: La materia prima que llega a la máquina no es la apropiada (Material con humedad, con dimensiones distintas a las requeridas, etc).
- Problema de utilizaje: El utilizaje no es el apropiado (Dados con dimensiones distintas a las requeridas)
- Producción: Comienzo de actividades para la elaboración de productos.

- Reproceso: Repetición de un proceso debido a defectos en el producto.

- Término de producción: Es la detención de la máquina por uno o más turnos debido a que no está programada para la producción.

- Línea SFT: Línea productiva de los cables Supernya, Freetox y Thhn.

Lista de abreviaturas o siglas

- SHD: Cable portátil de uso en la minería.
- SHD-GC: Cable portátil de uso en la minería, con tierra, pantalla y control de fallas.
- W: Cable portátil de uso en la minería de bajo voltaje.
- G: Cable portátil de uso en minería con cable a tierra.
- GC: Cable portátil con cable a tierra y cable de control de fallas.
- THW: Cable de poder monofilar para 75°C de PVC.
- THHN: Cable de poder monofilar para 90°C de PVC y Nylon.
- SPT-1: Cordón paralelo de PVC de servicio liviano.
- SVT: Cordón redondo de PVC de servicio liviano.
- ST: Cordón redondo de PVC de servicio pesado.
- SJE: Cordón redondo de goma termoplástica de servicio liviano.
- SE: Cordón redondo de goma termoplástica de servicio liviano.
- NYA: Conductor de PVC de tendido fijo, 70°C temperatura de servicio.
- NSYA: Conductor de PVC de tendido fijo, ambiente húmedo, 70°C temperatura de servicio.
- NSSHOU: Cordón flexible de goma de servicio pesado.
- LOC: Cable flexible de locomotora.
- ITCC: Cable telefónico para interiores.
- TPS: Conductor paralelo múltiple de uso domiciliario de PVC.

- LEAD: Cable flexible de media tensión para conexionado de transformadores.
- MULTIFLEX: Cable de potencia y control de instalaciones fijas.
- FREETOX: Cable libre de halógenos y resistente al fuego.
- FREETOX-FLEX: Cable flexible, libre de halógenos y resistente al fuego.
- SWI: Instrucciones de trabajo estandarizado.
- IMP: Índice máximo de preparación.
- OPL: Lección de un solo punto.

Lista de figuras

Ilustración 1 Ubicación de Nexans Chile. 17
Ilustración 2 Organigrama de empresa. 20
Ilustración 3 Ventas 2010-2015 Nexans. 21
Ilustración 4 Precio del cobre 2010-2016. 21
Ilustración 5 Posicionamiento de mercado nacional 2015. 22
Ilustración 6 Histórico de Posicionamiento de mercado nacional 2015. 23
Ilustración 7 Diagrama de proceso general de fabricación de cable. 24
Ilustración 8 Layout de Máquina de Trefilado. 25
Ilustración 9 Layout de Máquina de Cableado. 26
Ilustración 10 Layout de máquina de extrusión. 27
Ilustración 11 Máquina de Corte y enrollo. 28
Ilustración 12 Layout máquina corte y enrollo. 28
Ilustración 13 Diagrama de flujo de cable Supernya. 29
Ilustración 14 Diagrama de flujo de cable Freetox H07Z1-K. 30
Ilustración 15 Diagrama de flujo de cable Thhn. 30
Ilustración 16 Diagrama de proceso productivo SFT. 31
Ilustración 17 Base de datos de tiempo ocioso de máquinas. 32
Ilustración 18 Tiempo promedio de preparación máquinas de trefilado. 33
Ilustración 19 Tiempo promedio de preparación máquinas de cableado. 34
Ilustración 20 Tiempo promedio de preparación máquinas de extrusión. 34
Ilustración 21 Tiempo promedio de preparación máquinas de corte. 35
Ilustración 22 Gráfica de tiempos de preparación de máquinas vs IMP. 35
Ilustración 23 Grafica del problema. 36
Ilustración 24 Clasificación máquinas de línea sft. 37
Ilustración 25 Diagrama de metodología de trabajo. 40
Ilustración 26 Máquina de corte y enrollo. 51
Ilustración 27 Devanador doble. 52
Ilustración 28 Capstan. 52
Ilustración 29 Cuenta metros. 52
Ilustración 30 Spark tester. 53
Ilustración 31 Revolver. 53
Ilustración 32 Guía hilo. 53
Ilustración 33 Cabezal. 54
Ilustración 34 Plato. 54
Ilustración 35 Núcleos. 54
Ilustración 36 Paletas. 54
Ilustración 37 Flejadora. 55
Ilustración 38 Garras. 55
Ilustración 39 Garras para rollos de 50 y 100 metros. 55
Ilustración 40 Colocación manual de alarmas. 56
Ilustración 41 Chipeadora. 56
Ilustración 42 Rollo con alarma. 56

Ilustración 43 Sensor para alarma. 56
Ilustración 44 Cortadora de film toma 1. 57
Ilustración 45 Cortadora de film toma 2. 57
Ilustración 46 Medidores de temperatura y Horno. 57
Ilustración 47 Polines. 58
Ilustración 48 Pantalla de impresora y etiquetas. 58
Ilustración 49 Impresora de etiquetas. 58
Ilustración 50 Paletizadora. 58
Ilustración 51 Cajas de rollos. 59
Ilustración 52 Pictograma de riesgos. 60
Ilustración 53 Diagrama de causa y efecto. 66
Ilustración 54 Diagrama de Pareto de cambio 100-50. 70
Ilustración 55 Diagrama de Pareto de cambio 100-25. 72
Ilustración 56 Diagrama de Pareto de cambio 100-10. 74
Ilustración 57 Diagrama de Pareto de cambio 50-25. 76
Ilustración 58 Diagrama de Pareto de cambio 50-10. 78
Ilustración 59 Diagrama de Pareto de cambio 25-10. 80
Ilustración 60 Diagrama de desplazamiento para Reset. 84
Ilustración 61 Diagrama de desplazamiento para insumos. 85
Ilustración 62 Pistola Neumática. 86
Ilustración 63 Red aire comprimido. 86
Ilustración 64 Transpaleta eléctrica. 87
Ilustración 65 Núcleo de 25 metros. 87
Ilustración 66 Gráfico de reducción de tiempo. 88
Ilustración 67 SWI transpaleta. 95
Ilustración 68 SWI de núcleo para rollos de 25 metros. 96
Ilustración 69 SWI de cambio de garras. 97
Ilustración 70 Opl de pistola neumática. 98
Ilustración 71 Gráfico de mejoras de tiempo. 100
Ilustración 72 Gráfico de ganancia de tiempo. 101
Ilustración 73 Gráfico de aumento de producción. 102

Lista de tablas

Tabla 1 Familia de productos de Nexans. 18
Tabla 2 Valores de la compañía 19
Tabla 3 Índices máximos de preparación 2016. 33
Tabla 4 Indicador de cumplimiento. 62
Tabla 5 Indicador de desempeño. 63
Tabla 6 Indicador de tiempo real. 63
Tabla 7 Indicador de tiempo teórico. 63
Tabla 8 Indicador de diferencia de tiempo. 64
Tabla 9 ingresos no percibidos. 65
Tabla 10 Actividades de preparación. 68
Tabla 11 Clasificación de actividades de preparación. 69
Tabla 12 Medición actividades de preparación 100-50. 70
Tabla 13 Medición actividades de preparación 100-25. 71
Tabla 14 Medición actividades de preparación 100-10. 73
Tabla 15 Medición actividades de preparación 50-25. 75
Tabla 16 Medición actividades de preparación 50-10. 77
Tabla 17 Medición actividades de preparación 25-10. 79
Tabla 18 Análisis de mediciones. 81
Tabla 19 Análisis de mediciones. 82
Tabla 20 Nuevo procedimiento cambio 100-50. 89
Tabla 21 Nuevo procedimiento cambio 100-10. 90
Tabla 22 Nuevo procedimiento cambio 100-25. 91
Tabla 23 Nuevo procedimiento cambio 50-25. 92
Tabla 24 Nuevo procedimiento cambio 50-10. 93
Tabla 25 Nuevo procedimiento cambio 25-10. 94
Tabla 26 Tiempos de preparación sin mejoras. 99
Tabla 27 Tiempos de preparación con mejoras. 99
Tabla 28 Flujo de línea sin mejoras. 103
Tabla 29 Flujo con inversión, escenario optimista. 104
Tabla 30 Flujo con inversión, escenario pesimista. 105
Tabla 31 Flujo con inversión, escenario esperado. 106

Lista de anexos

ANEXO 1: Presencia a nivel mundial de Nexans.

ANEXO 2: Layout de planta.

ANEXO 3: Ruta de productos por familia.

ANEXO 4: Información adicional del proceso de fabricación de productos.

ANEXO 5: Información adicional de la línea Productiva SFT.

ANEXO 6: Check List de insumos.

ANEXO 7: Check List de ajustes.

Resumen ejecutivo

En la actualidad, la eficiencia de una empresa suele ser el punto límite entre el éxito o el fracaso de una compañía. Cada proceso de una línea de producción debe ser los más óptimo posible para así lograr los más altos índices de producción, de manera de evitar los quiebres de stock. Una técnica cada vez más utilizada para la disminución de los tiempos de preparación en distintas líneas productivas es SMED, esta consiste en reducir esos tiempos en cualquier máquina de manera de aumentar y hacer más flexible la producción. Esta técnica es la que se utilizará para realizar el presente proyecto de título en la empresa Nexans Chile S.A.

SMED (Single-Minute Exchange of Die) o cambio de herramienta en un digito de minuto, es una técnica para la gestión de la producción que consiste en la reducción de los tiempos muertos de una máquina a través de una preparación más eficaz. Para implementarla primero se determina la situación actual del equipo, junto con la identificación y medición de todas las actividades internas y externas para poner en marcha el proceso productivo, es decir separar las actividades que se pueden realizar con máquina funcionando y las que por altos índice de peligro no se puedan realizar de ese modo. Una vez clasificadas las actividades comienza un proceso de conversión y trabajo de ingeniería para así reducir el tiempo de preparación y de ajustes.

Con la aplicación de esta técnica de gestión de producción se pretende reducir los tiempos de preparación de la máquina PS/200-8 encargada del corte y enrollo de los cables Supernya, Freetox H07Z1-K y Thhn. Esta máquina en los meses de marzo, abril y mayo del año 2016 tuvo un promedio de preparación de 80,66 minutos lo que dista de los 30 minutos establecidos como el tiempo recomendado por la empresa Nexans Chile S.A.

Nexans Chile S.A es una manufacturera multinacional dedicada a la producción de cables de distintos diámetros y propiedades. Para lograr producir la cantidad necesaria demandada por el mercado, esta utiliza distintos tipos de máquinas ya sea para el trefilado, cableado, y extrusión entre otros. Por lo cual es vital para esta empresa ser eficiente en las distintas líneas productivas. Un agente importante son los tiempos de preparación de una máquina entre lotes de producción, debido a que a mayor tiempo de preparación, menor será el tiempo de producción de la máquina, y por lo tanto menos eficiente será el proceso.

Luego de la implementación de Smed se logró reducir el tiempo de preparación de la máquina 407 de 80,66 minutos iniciales a 18,01 minutos, considerando una inversión de 5.1 millones de pesos, financiada en su totalidad por un programa de optimización de procesos de la empresa Nexans Chile. El aumento de producción logrado es de 751.763 metros de cables lo que traducido a ganancia monetaria asciende a 21.819.026 pesos mensuales.

En resumen se logró instalar a la máquina 407 en la zona sugerida de preparación cumpliendo así, con las políticas implementadas por la empresa, además se configuró un nuevo procedimiento el cual quedó plasmado en una lista de actividades y SWI para que cualquier operador pueda realizar las tareas de preparación a un mínimo de tiempo.

Introducción

Un sistema productivo consta de insumos, un proceso de conversión y un producto final, cuyo ciclo se repite las veces que sea necesario para cumplir con la producción de acuerdo a la demanda estimada o a la cuota de producción que se deba alcanzar para cumplir con los compromisos de los respectivos clientes. Si uno de los factores involucrados con la conversión falla o si existe una falta de insumos, esto afecta directamente al producto final, ya sea en la cantidad o calidad de este.

Para alcanzar la producción necesaria es primordial el buen funcionamiento de las máquinas involucradas en la cadena de producción, debido a que cualquier demora por sobre el tiempo máximo programado puede incidir en el no cumplimiento de la cuota de producto necesaria para satisfacer las necesidades y los compromisos con los clientes.

El presente trabajo de título consiste en desarrollar una propuesta de mejora para reducir el tiempo de preparación de la máquina PS-200/8 o 407 de la empresa Nexans Chile S.A, con el objetivo de lograr el cumplimiento del tiempo determinado en las políticas de preparación de la empresa establecido en 30 minutos. Para lograr el cumplimiento del IMP o índice máximo de preparación a través del tiempo, se realizará la estandarización del procedimiento mejorado mediante una Swi para así poder ser implementado por cualquier operario que utilice la máquina.

La presente tesis se estructura de la siguiente manera, en el capítulo 1 se describirá de manera general la empresa con la cual trabajaremos, aspectos tales como el rubro, ubicación, productos y ventas entre otros. En el capítulo 2 y 3 se definirá el problema a resolver de la empresa y todos los objetivos necesarios para la culminación del proyecto. El capítulo 4 y 5 constan de la metodología a seguir para el desarrollo íntegro de la propuesta, y las herramientas necesarias para llevar a cabo el proyecto. En el capítulo 6 se realizará la descripción y un análisis de la máquina en términos de productividad para determinar la situación actual de esta. En el capítulo 7 se realizara el desarrollo de la propuesta de mejora que incluirá la aplicación de Smed y la estandarización del procedimiento mejorado mediante una SWI o instrucciones de trabajo estandarizado. En el capítulo 8 se validará la propuesta tomando en consideración la reducción de tiempo, la inversión y la ganancia económica a través de tal disminución. Finalmente se realizarán las recomendaciones y conclusiones respectivas del trabajo de título que se plasmarán en el capítulo 9.

Capítulo 1 La empresa

1.1 Antecedentes generales de la empresa

1.1.1 Descripción general de la empresa

Nexans es una empresa dedicada a la fabricación de cables. Con presencia industrial en cuarenta países (Anexo 1), donde Francia es el país donde se localiza su casa matriz. Esta empresa por más de 100 años ha ofrecido al mercado una gran variedad de productos y sistemas de cableado principalmente para la construcción, industrias e infraestructura energética.

Esta compañía comenzó sus actividades en chile el año 2008 tras adquirir la unidad de cables de la empresa chilena Madeco, la cual fue fundada el año 1944 con el objetivo de abastecer el mercado local pero el éxito fue tal que llego a liderar el mercado con su amplia oferta de soluciones industriales y con su característico sello de innovación, con lo cual en el presente sigue siendo una de las empresas líderes del mercado nacional[1].

1.1.2 Localización

La planta de Nexans Chile S.A está ubicada en Ureta Cox 930, comuna de San Miguel, Santiago de Chile. Que contempla una superficie total de 40.404 m^2, donde 13.424m^2 son destinados para almacenamiento de productos y materiales, y 26.980m^2 son utilizados como áreas productivas, en donde se realiza distintos procesos para el funcionamiento normal de la empresa (Anexo 2).

Ilustración 1 Ubicación de Nexans Chile.

(Fuente: Google Maps)

[1] Según estudio realizado por Penta MG Group - Marketing de negocios 2015.

Los productos que fabrica Nexans Chile S.A se clasifican en distintos tipos de familias tecnológicas que se mencionan a continuación.

FAMILIAS DE PRODUCTOS	SUB-FAMILIAS	PRODUCTOS
Soluciones para la construcción	Estándares bajo 1 Kv	Supernya, Thhn, Caleco, SE Cordones flexibles, PRT cable para aplicaciones automotrices, Cable instalación aérea
	Seguridad frente a incendios	Freetox-Flex, Cable Alta Flexibilidad libres de halógenos, Freetox seguridad extrema, Cable de alta flexibilidad resistentes al fuego.
Redes de energía	Baja Tensión	Dúplex Cables de aluminio, Cuádruplex cables de aluminio, Triplex cables de aluminio, Triplex cables de aluminio.
	Media Tensión	Cable protegido 15Kv, Cable Protegido 25Kv, Freetox maz cable armado para minería subterránea media tensión.
	Alta Tensión	AAA Desnudos de aluminio aleación 6201, AAC Desnudos de aluminio, ACAR desnudos de aluminio con alma de aleación de aluminio.
Soluciones industriales	Maquinaria y transporte	Minería, Industrias, Portátil, Ferroviario, Automotriz, Control e Instrumentación.
Semi-Productos	Alambrón	Alambrón
	Conductores de cobre	Cables duro clase A para mallas de tierra, Cables duro B para mallas de tierra.
Redes de telecomunicaciones	Redes	Cables de cobre y fibra óptica

Tabla 1 Familia de productos de Nexans.

(Fuente: Departamento de operaciones, Nexans Chile)

1.1.3 Misión y visión

Visión

Ser la empresa de conductores eléctricos líder y de mayor prestigio en la industria, preferida por nuestros clientes por la calidad de nuestros productos, servicios y capacidad de innovación, comprometida con un buen clima laboral, y respetuosa de la comunidad y el medio ambiente.

Misión

- Desarrollar y proveer soluciones integrales de conductores eléctricos de alto valor agregado que constituyan una ventaja competitiva y contribuyan al éxito del negocio de nuestros clientes en el largo plazo.
- Generar un justo retorno sobre el capital invertido a nuestros accionistas a través de un manejo eficiente y responsable de los recursos que nos han confiado.
- Definir e implementar políticas de compensación, capacitación y desarrollo de carrera para el crecimiento personal y profesional de nuestros empleados.
- Actuar de manera responsable con la comunidad y con el medio ambiente en el desarrollo de nuestros negocios.

1.1.4 Valores de la organización

Los valores que Nexans chile inculca a diario en el ambiente laboral se presentan en la siguiente tabla (tabla 2)

Valores de Nexans		
Compromiso Confianza Transparencia Lealtad Dialogo	Respeto Integridad Creatividad e iniciativa Optimismo	Trabajo en equipo Cooperación Colaboración Cumplimiento de normas y procedimientos

Tabla 2 Valores de la compañía

(Fuente: Nexans Chile.)

1.1.5 Organigrama de Nexans S.A

Nexans se compone de siete áreas, las cuales se muestran en la ilustración 2. El área de operaciones es aquella donde se trabajará el en presente proyecto de tesis debido a que es la que más problemas presenta.

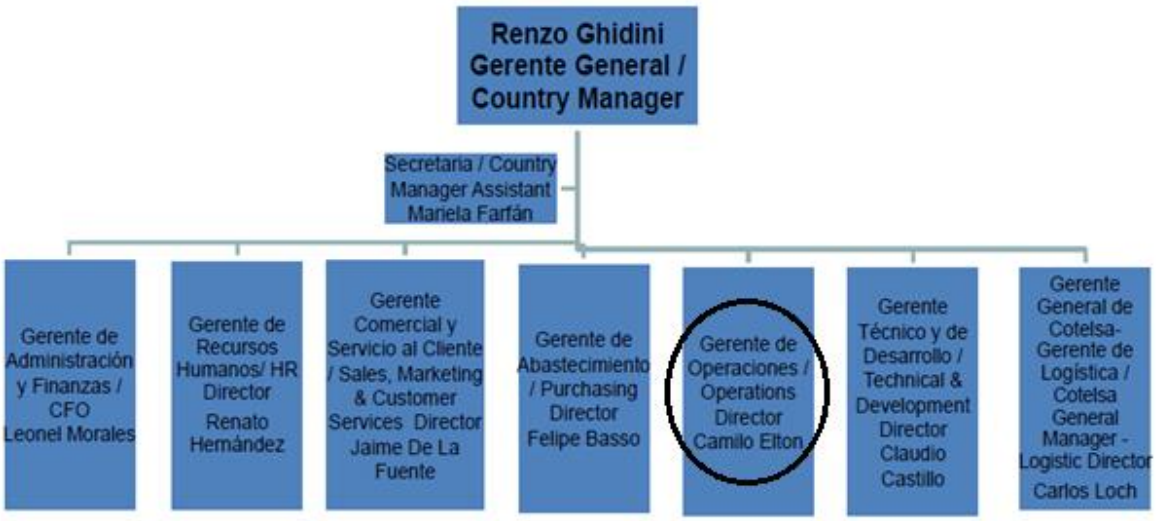


Ilustración 2 Organigrama de empresa.

(Fuente: RRHH Nexans Chile, 2016)

1.1.6 Ventas de Nexans Chile S.A.

Nexans Chile S.A es una importante empresa manufacturera de cables, cuya materia prima principal es el cobre ya que es el metal que con más frecuencia usan para ser el conductor de los cables producidos. En el presente, el bajo valor de este metal también ha afectado a la empresa debido a que el precio de este producto también disminuye directamente proporcional en relación al valor del metal rojo.

Como se muestra en el siguiente grafico podemos ver cómo ha variado el nivel de ventas desde el año 2010 hasta el 2015 debido a la crisis que ha afectado a la minería nacional.

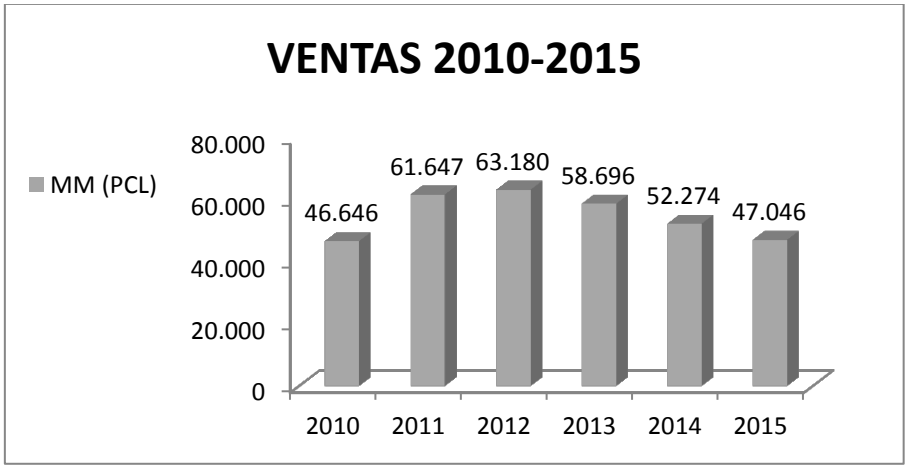


Ilustración 3 Ventas 2010-2015 Nexans.

(Fuente: Elaboración propia con información recopilada en Nexans Chile)

Como se puede apreciar la empresa en términos económicos no pasa por su mejor momento debido a que está lejos del peack de ventas de 63.180 millones del año 2012. Mucho tiene que ver las fluctuaciones de precio que ha tenido el cobre en chile.

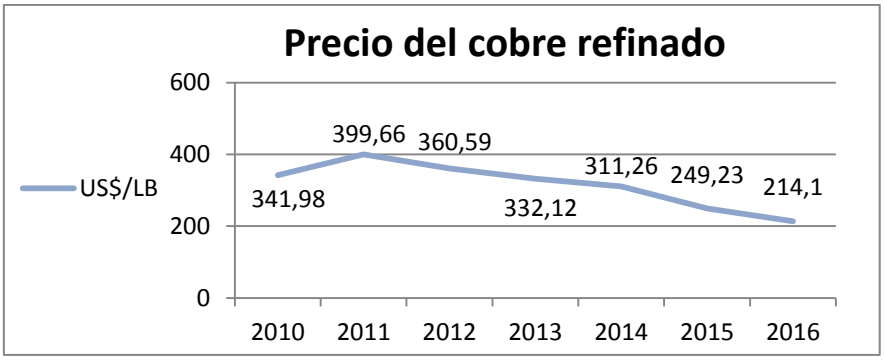


Ilustración 4 Precio del cobre 2010-2016.

(Fuente: Cochilco, 2016)

1.1.7 Posicionamiento de Nexans en el mercado nacional

Nexans a nivel local es una de las empresas que mayor participación de mercado tiene en relación a la venta de cables, abarcando un 23% de las ventas totales del año 2015, solo superada por Cocesa con un 23,08% que es su principal competidor a nivel nacional, mientras que el competidor que sigue a Nexans es Covisa con una penetración de mercado de un 11,08%.

Como lo muestra el siguiente gráfico las dos empresas que dominan el mercado en el ámbito de la venta de cables y soluciones de cableado son Cocesa y Nexans, las cuales compiten férreamente por ser la dominadora exclusiva de este mercado, por ende mínimas diferencias en la gestión de cada una puede incidir en el gran objetivo de ser la empresa líder.

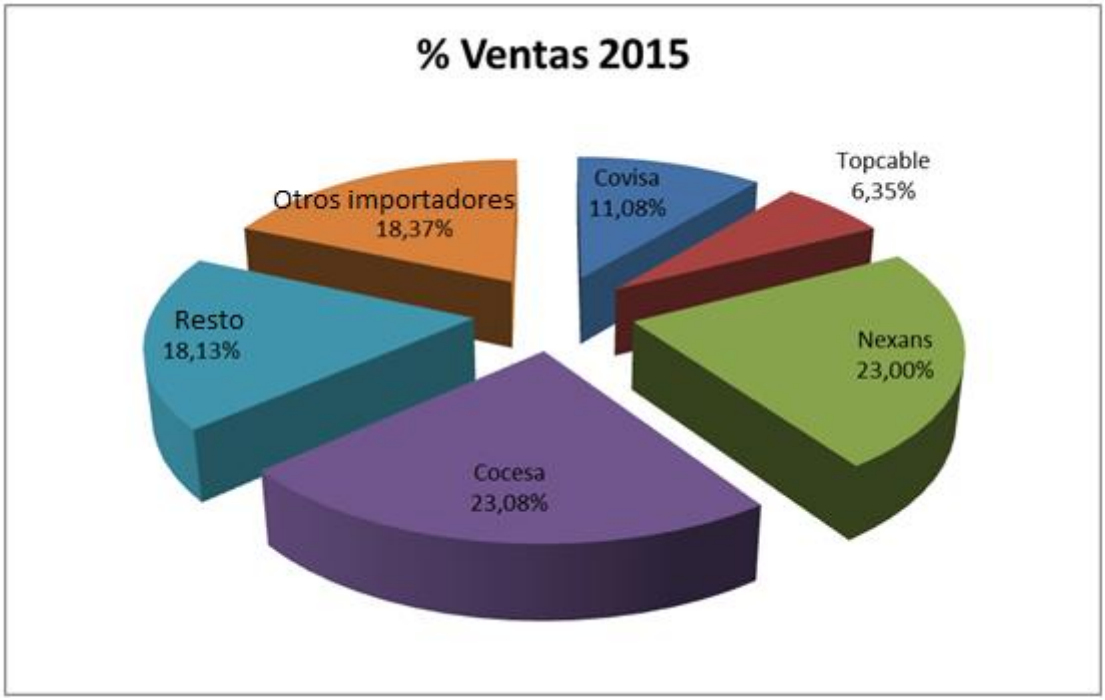


Ilustración 5 Posicionamiento de mercado nacional 2015.

(Fuente: Elaboración propia con datos facilitados por Nexans Chile)

Realizando un análisis histórico entre los años 2009 y 2015, según el comportamiento del dominio de mercado entre Nexans y Cocesa podemos inferir que el año 2009 Nexans era el líder del mercado con una amplia ventaja en relación a Cocesa. El año 2013 Cocesa alcanza a Nexans para luego superarla, dominio que se prolonga hasta el año 2015 aunque es mínima la diferencia. La gran caída que experimento Nexans hasta el año 2014 se podría explicar en gran parte a la falta de optimización de sus procesos, lo que trajo consigo una baja de productividad.

En el año 2014 producto de este problema Nexans comenzó a optimizar sus procesos con el objetivo de aumentar la productividad para así volver a ser la empresa líder, con lo cual logro remontar la situación y situarse a menos de un punto porcentual de diferencia con el actual líder Cocesa.

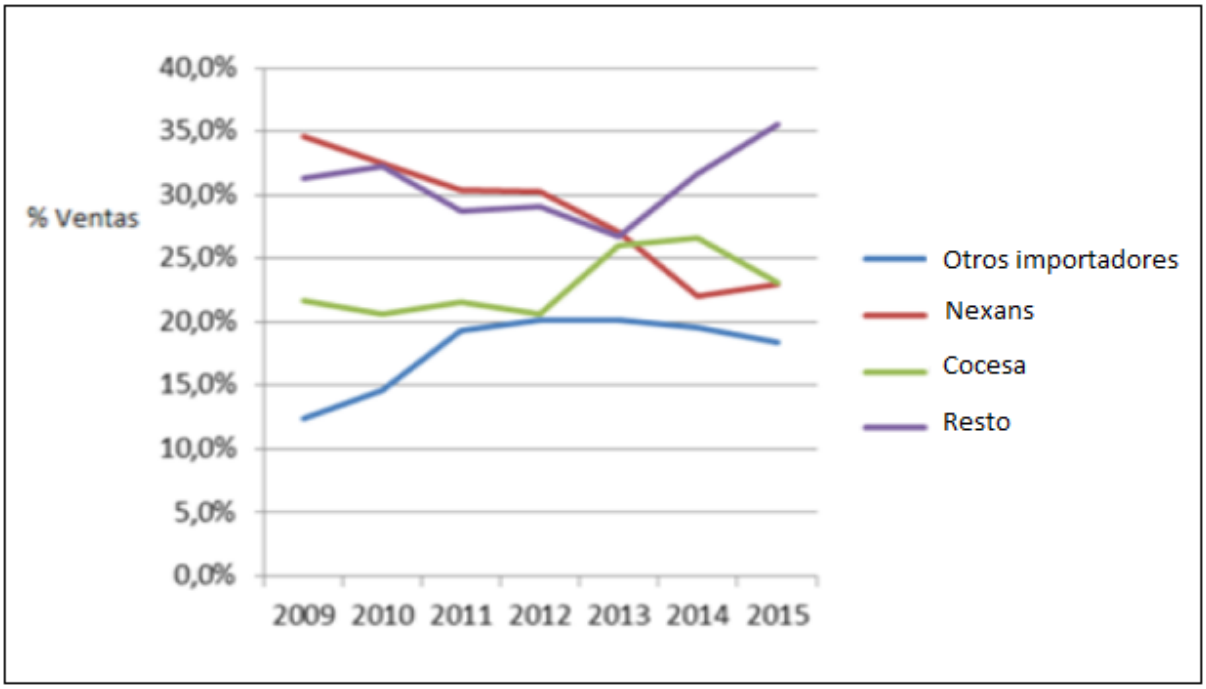


Ilustración 6 Histórico de Posicionamiento de mercado nacional 2015.

(Fuente: Elaboración propia con datos facilitados por Nexans Chile)

1.2 Proceso general de fabricación

La fabricación de cables es un proceso que consiste en la ejecución de distintas actividades dependiendo del tipo de cable a realizar. De manera general y sin entrar en mayor detalle en otras disciplinas involucradas. A continuación se presentan los procesos generales por los cuales debe pasar un alambrón de cobre para ser transformado en un cable comercial, omitiendo los subprocesos que pudiese haber (Para mayor información ver anexos 3 y 4).

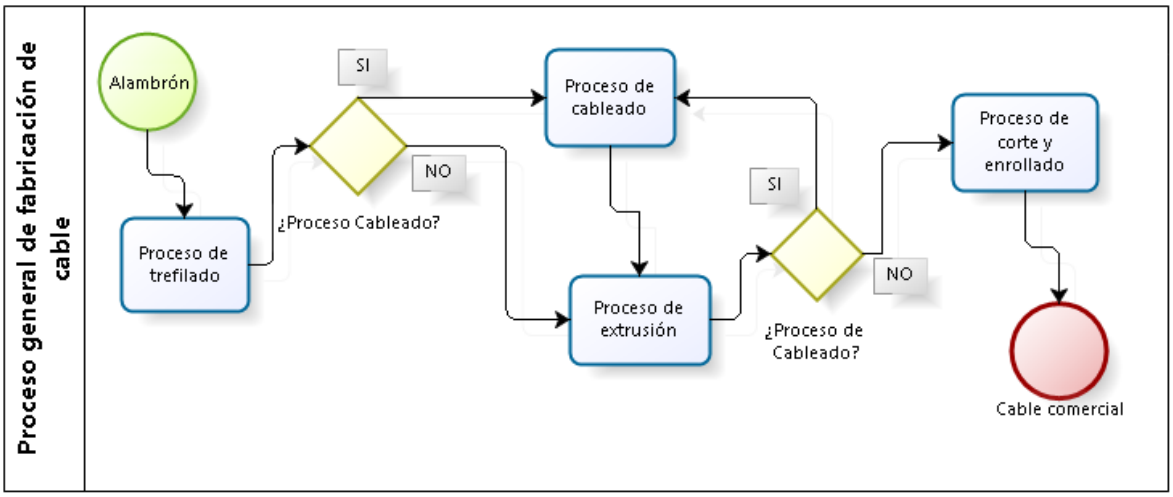


Ilustración 7 Diagrama de proceso general de fabricación de cable.

(Fuente: Elaboración propia con datos facilitados por Nexans Chile)

A) Trefilado: Es un proceso cuyo objetivo es reducir el diámetro de un alambre mediante el estiramiento de este. En el procedimiento se utiliza un alambrón de cobre principalmente el cual pasa por distintas matrices circulares de diamante y unas poleas de cerámica las cuales van estirando el alambrón hasta lograr el diámetro deseado. Terminado lo anterior el alambre ya reducido es sometido a un horno con el objetivo de recuperar propiedades eléctricas y mecánicas para finalmente terminar enrollado en una bobina para así pasar al siguiente proceso.

B) Cableado o trenzado: Es un proceso cuyo fin es fabricar un conductor metálico formado por múltiples hilos o alambres generalmente son de cobre o aluminio, es decir la estructura del cable. Para llevar a cabo este proceso se utilizan las bobinas del proceso anterior (Trefilado) los cuales se montan en la máquina de cableado.

C) Extrusión: Este proceso consiste en la aplicación de forma homogénea de un recubrimiento sobre el cable desnudo que es el producto del proceso anterior (cableado). Cuya función principal es aislar y proteger de la corriente para así formar lo que comercialmente se denomina cable. Los compuestos que generalmente se aplican son el PVC, Nylon y Freetox (Compuesto libre de halógenos)

D) Corte y enrollo: Este proceso consiste básicamente en cortar los cables al momento que se enrollan en longitudes de acuerdo al producto que se desee fabricar. Pueden ser de 10, 25, 50 y 100 metros.

1.2.1 Layout Máquinas Línea productiva SFT

Máquina de trefilado

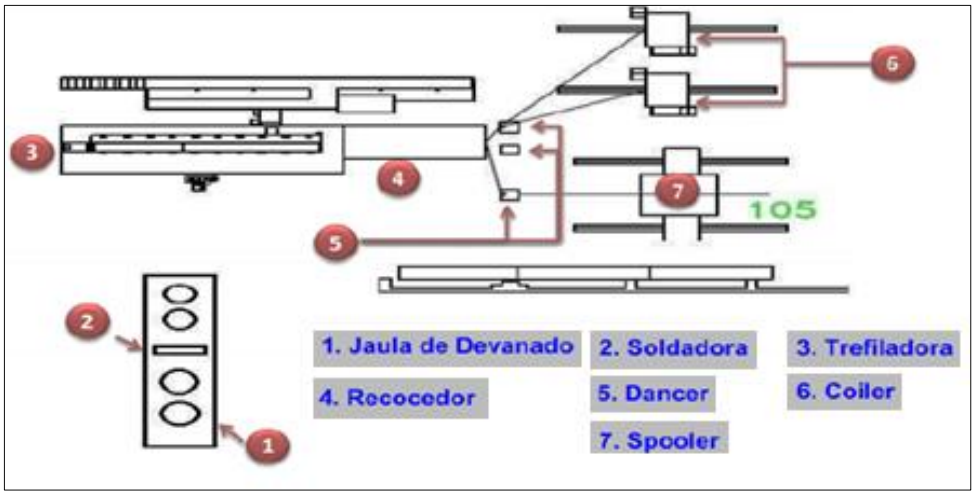


Ilustración 8 Layout de Máquina de Trefilado.

(Fuente: Nexans Chile)

- Jaula de devanado: Es la parte de la máquina en donde se monta la bobina o carrete que contiene el alambre el cual va a ser reducido.
- Soldadora: Se encarga de unir el comienzo de un alambre con el final del anterior para así lograr un proceso de trefilado continuo.
- Trefiladora: Reduce el diámetro del alambrón según el producto a realizar.
- Recocedor: Calienta el alambre ya reducido para recuperar propiedades eléctricas tras pasar por la trefiladora.
- Dancer: Amortiguador que controla la tensión del alambre.
- Coiler: Máquina automática para desenrollar alambre.
- Spooler: Máquina automática que enrolla el alambre.

Máquina de cableado

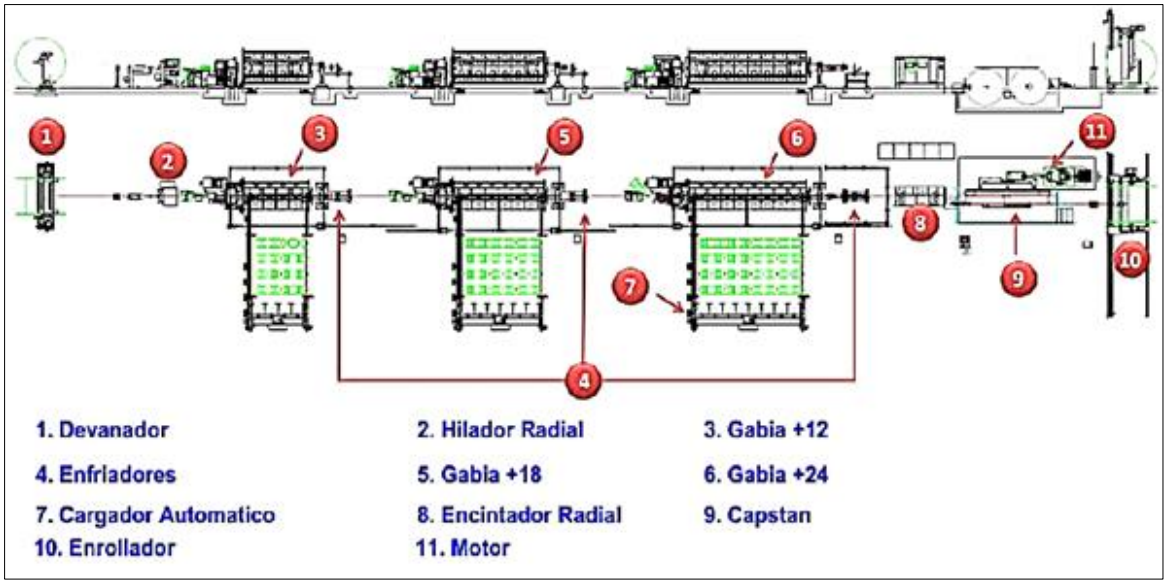


Ilustración 9 Layout de Máquina de Cableado.

(Fuente: Nexans Chile)

- Devanador: Es la parte donde se monta la bobina de un solo alambre el cual será utilizado como hebra central del conductor final.
- Hilador radial: Es la línea de paso entre el devanador y gabias.
- Gabias: Son los componentes donde se montan los hilos que se le aplicaran a la hebra central. Comúnmente se componen de 3 Gabias en donde se pueden montar 12, 18 y 24 bobinas respectivamente.
- Enfriadores: Se encuentran en la salida de cada Gabia para bajar la temperatura del cableado formado.
- Cargador automático: Se encuentra en cada Gabia para proveer de alambre a estas y así no interrumpir el proceso.
- Encintador radial: Permite que los componentes del cable no se desenreden.
- Capstan: Se encarga de tirar y mantener la tensión del conductor cableado en la Gabias.
- Enrollador: Su función es almacenar el cable desnudo en bobinas.
- Motor: Le da la fuerza suficiente al Capstan para poder tensionar el conductor de manera continua.

Máquina de extrusión

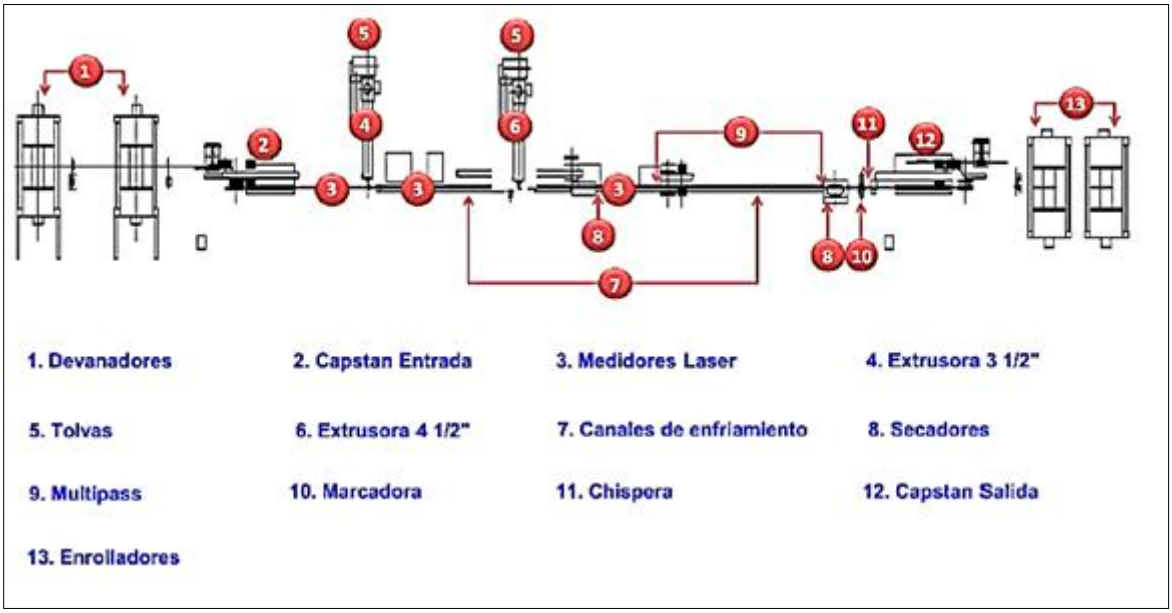


Ilustración 10 Layout de máquina de extrusión.

(Fuente: Nexans Chile)

- Devanador: La función principal es elevar para desenrollar y sostener las bobinas para dar comienzo al proceso de extrusión.
- Capstan entrada: se encarga de mantener la tensión del cable desnudo proveniente del devanador.
- Medidores laser: Mide los diámetros y espesores de los cables.
- Extrusoras: Tiene como función aplicar un compuesto polimérico sobre el cable desnudo de forma homogénea.
- Tolvas: Deposito de material polimérico.
- Canales de enfriamiento: Disminuye la temperatura del cable luego de pasar por la extrusora.
- Secadores: Eliminan la humedad del cable.
- Multipass: Permite el paso de más de un cable.
- Marcadora: Coloca el nombre y propiedades al cable.
- Chispero: Verifica que no hayan problema de aislamiento.
- Capstan salida: Se encarga de mantener la tensión del cable cubierto.
- Enrolladores: Almacenan en bobinas el cable recubierto.

Máquina de corte y enrollo

Ilustración 11 Máquina de Corte y enrollo.

(Fuente: Elaboración propia)

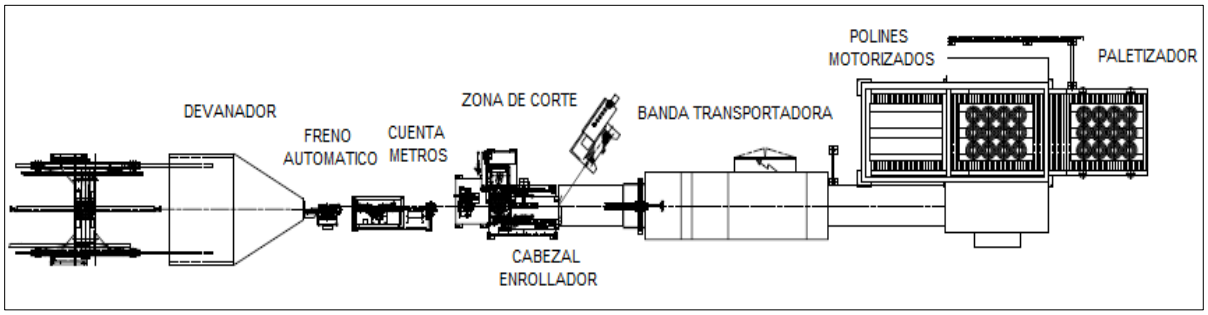


Ilustración 12 Layout máquina corte y enrollo.

(Fuente: Nexans Chile)

La máquina de corte y enrollo es la encargada de producir los distintos rollos de cables de la línea SFT de Nexans Chile, que se dan en formatos de 100, 50, 25 y 10 metros.

1.3 Proceso productivo de línea SFT

(Para más información, Ver anexo 5)

El presente proyecto de título se centra en la línea SFT, la cual es responsable de la producción tres tipos de cables (Supernya, Freetox y Thhn). Esta línea es la que presenta la mayor cantidad de tiempo ocioso dentro de la empresa, principalmente por tiempo perdido en preparación, tiempo que dista al contemplado en las políticas de Nexans.

En las siguientes ilustraciones (13,14 y 15) se puede visualizar los procesos y las máquinas por donde pasa el alambrón hasta convertirse en un cable comercial Supernya, Freetox y Thhn.

1.3.1 Cable Supernya

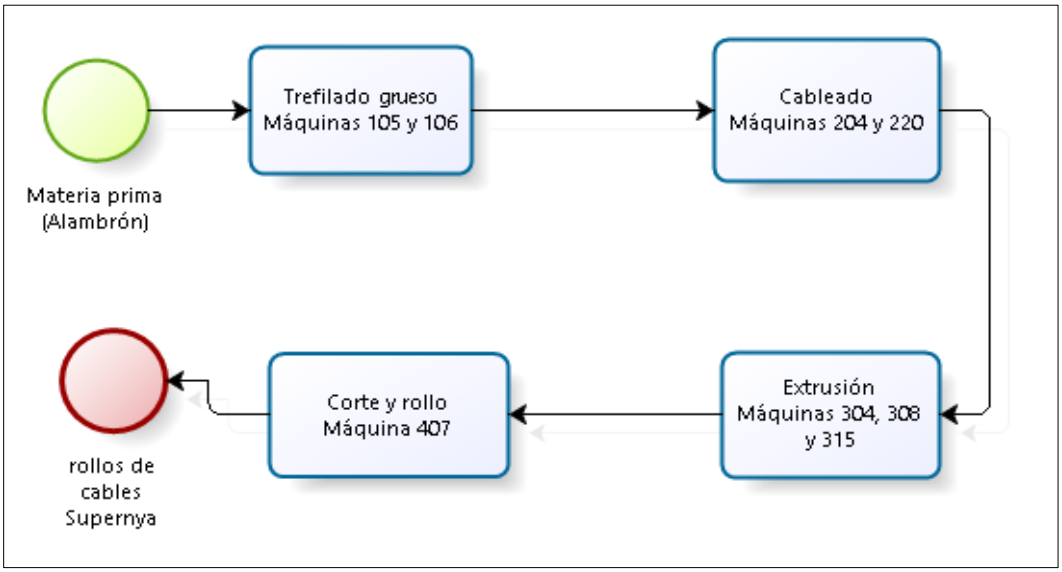


Ilustración 13 Diagrama de flujo de cable Supernya.

(Fuente: Elaboración propia con datos facilitados por Nexans Chile)

1.3.2 Cable Freetox H07Z1-K

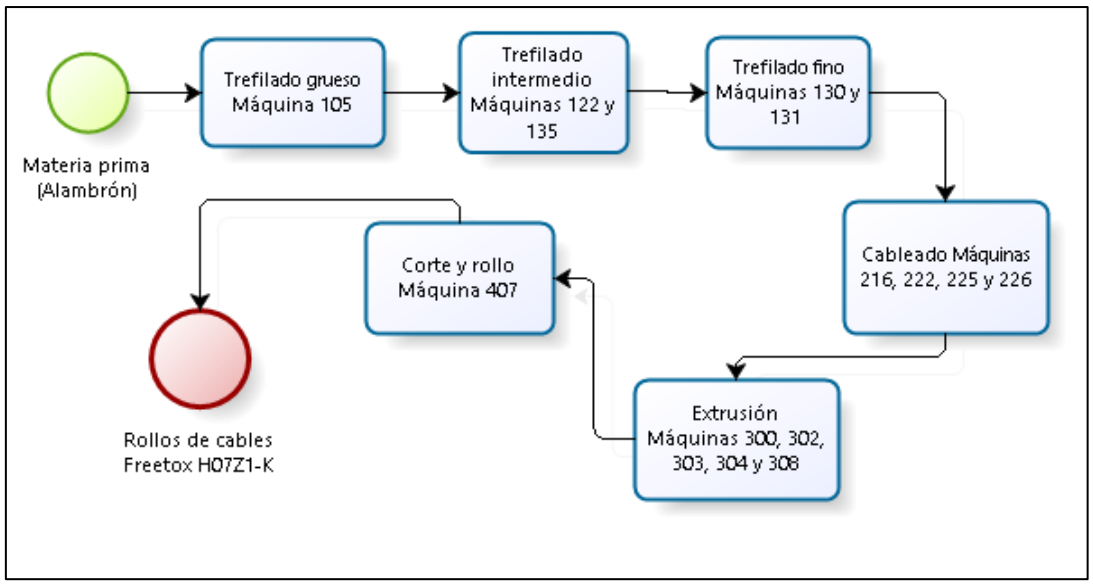


Ilustración 14 Diagrama de flujo de cable Freetox H07Z1-K.

(Fuente: Elaboración propia con datos facilitados por Nexans Chile)

1.3.3 Cable Thhn

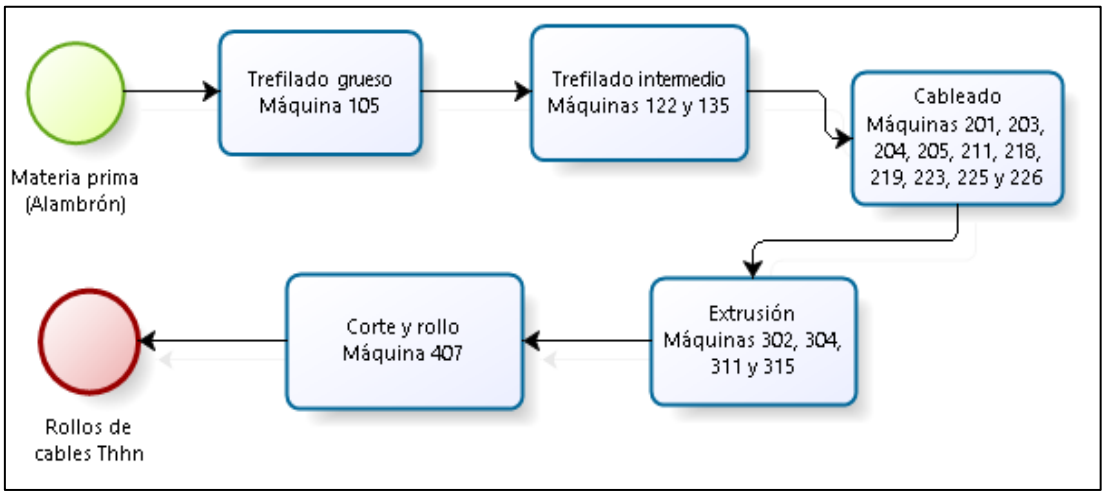


Ilustración 15 Diagrama de flujo de cable Thhn.

(Fuente: Elaboración propia con datos facilitados por Nexans Chile)

1.3.4 Diagrama de familia de máquinas del proceso SFT

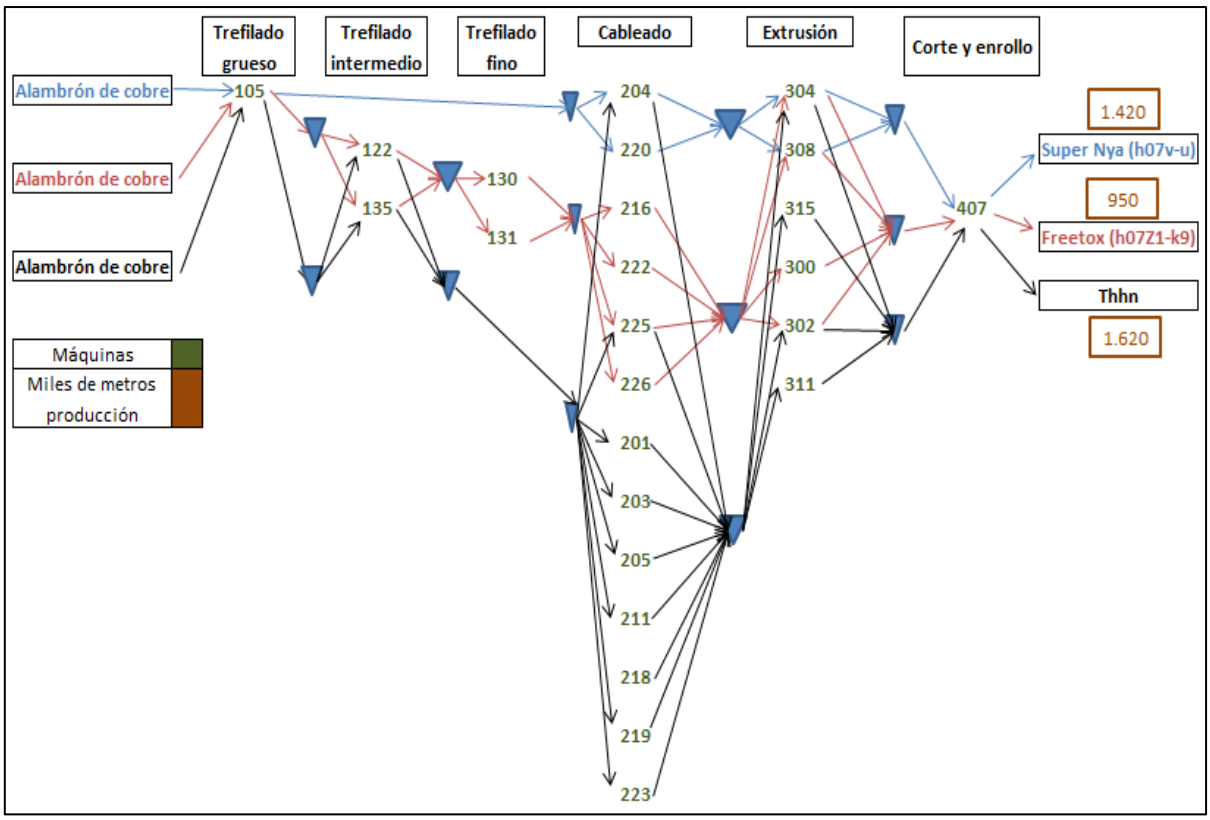


Ilustración 16 Diagrama de proceso productivo SFT.

(Fuente: Elaboración propia con datos facilitados por Nexans Chile)

En el diagrama de familia de máquinas del proceso SFT se muestra la secuencia de máquinas por donde pasa la materia prima antes de convertirse en un producto final. Los cables producidos en esta línea son Supernya, Freetox y Thhn. El principal cliente de estos productos es Sodimac.

1.4 Sistema de control

Para estar al tanto de los diversos problemas que afectan las distintas actividades productivas de la planta, existe un registro que consiste en notificaciones que realizan todos los operarios de las máquinas por cada actividad realizada en ella. Estas pueden ser por encontrarse en actividad productiva, como por problema que implique algún paro de la producción, como preparación, averías, mantenimiento, reuniones y falta de personal entre otros. Estas notificaciones son almacenadas en sap[2] y luego se genera una base de datos para tener conocimiento de las máquinas que tienen una mayor productividad como aquellas que poseen mayores tiempos de ocio. De esta forma la empresa puede tomar las medidas correspondientes para mejorar algún proceso.

Máquina	Estado	Hora Inicio	Hora Fin	Duración Horas	Descripción Turno
332	PREPARACIÓN MAQUINA	0:33:00	4:25:00	3,87	Noche.
211	PREPARACIÓN MAQUINA	2:00:00	5:52:00	3,87	Noche.
253	PREPARACIÓN MAQUINA	14:06:00	17:58:00	3,87	Mañana.
200	PREPARACIÓN MAQUINA	7:41:00	11:32:00	3,85	Mañana.
205	PREPARACIÓN MAQUINA	15:08:00	18:59:00	3,85	Tarde.
253	PREPARACIÓN MAQUINA	7:57:00	11:48:00	3,85	Mañana.
308	PREPARACIÓN MAQUINA	7:02:00	10:53:00	3,85	Mañana.
200	PREPARACIÓN MAQUINA	20:40:00	0:31:00	3,85	Tarde.
223	PREPARACIÓN MAQUINA	7:56:00	11:47:00	3,85	Mañana.
122	PREPARACIÓN MAQUINA	9:52:00	13:42:00	3,83	Mañana.
122	PREPARACIÓN MAQUINA	20:55:00	0:45:00	3,83	Tarde.
200	PREPARACIÓN MAQUINA	7:39:00	11:29:00	3,83	Mañana.
201	PREPARACIÓN MAQUINA	7:32:00	11:22:00	3,83	Mañana.
201	PREPARACIÓN MAQUINA	8:59:00	12:49:00	3,83	Mañana.
203	PREPARACIÓN MAQUINA	8:55:00	12:45:00	3,83	Mañana.
223	PREPARACIÓN MAQUINA	7:28:00	11:18:00	3,83	Mañana.
304	PREPARACIÓN MAQUINA	9:20:00	13:10:00	3,83	Mañana.
332	PREPARACIÓN MAQUINA	7:28:00	11:18:00	3,83	Mañana.
200	PREPARACIÓN MAQUINA	3:13:00	7:03:00	3,83	Noche.
225	PREPARACIÓN MAQUINA	23:06:00	2:55:00	3,82	Noche.
320	PREPARACIÓN MAQUINA	12:45:00	16:34:00	3,82	Mañana.
320	PREPARACIÓN MAQUINA	23:00:00	2:49:00	3,82	Noche.
331	PREPARACIÓN MAQUINA	22:01:00	1:50:00	3,82	Noche.
332	PREPARACIÓN MAQUINA	10:43:00	14:32:00	3,82	Mañana.
300	PREPARACIÓN MAQUINA	23:08:00	2:57:00	3,82	Noche.
135	PREPARACIÓN MAQUINA	10:47:00	14:35:00	3,8	Mañana.
200	PREPARACIÓN MAQUINA	7:37:00	11:25:00	3,8	Mañana.

Ilustración 17 Base de datos de tiempo ocioso de máquinas.

(Fuente: Base de datos Nexans Chile 2016)

[2] ERP Software para la gestión empresarial

1.4.1 Políticas de preparación de maquinaria

Nexans trabaja con un sistema de indicadores para establecer un control sobre las distintas máquinas utilizadas en el proceso de fabricación. Uno de ellos es el IMP o índice máximo de Preparación que consiste en el tiempo límite permitido para preparar una máquina y posteriormente iniciar las labores de producción. El IMP está basado en la sumatoria de los tiempos promedios máximos programados para cada actividad de preparación según sector productivo y especificaciones de preparación del fabricante.

Tipo de máquinas	IMP
Máquinas de trefilado	≤ 1,8 horas
Máquina de cableado	≤ 1,75 horas
Máquina de extrusión	≤ 1,95 horas
Máquina de corte y rollo	≤ 0,5 horas

Tabla 3 Índices máximos de preparación 2016.

(Fuente: Elaboración propia con datos facilitados por Nexans Chile)

1.4.2 Tiempos promedios de preparación según proceso durante los meses de marzo, abril y mayo del año 2016

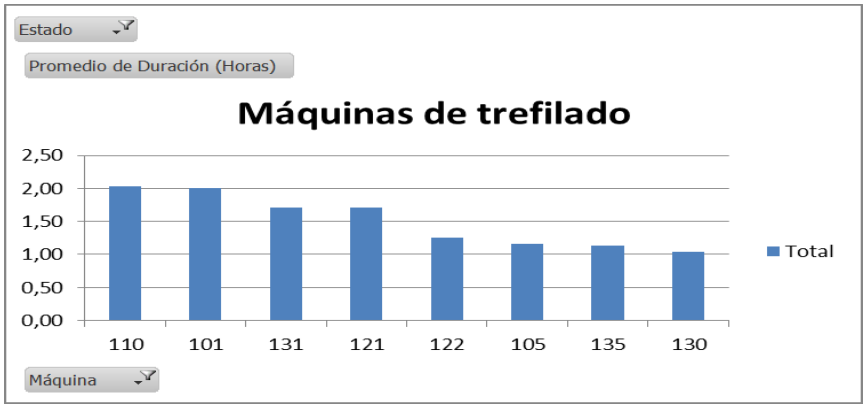


Ilustración 18 Tiempo promedio de preparación máquinas de trefilado.

(Fuente: Elaboración propia con datos facilitados por Nexans Chile)

En el proceso de trefilado la máquina perteneciente a la línea SFT que más tiempo demanda en preparación es la 131, con un tiempo de 1.7 horas. Por lo cual cumple con el IMP de Nexans.

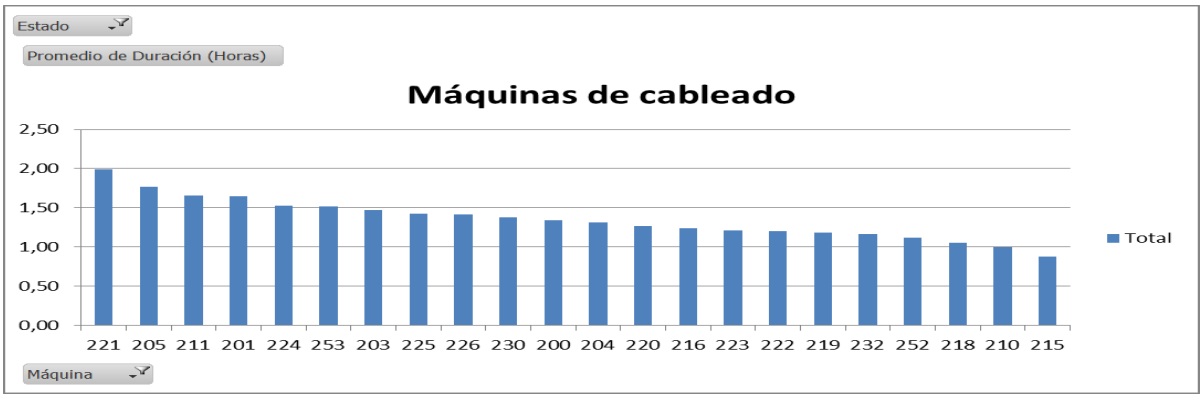


Ilustración 19 Tiempo promedio de preparación máquinas de cableado.

(Fuente: Elaboración propia con datos facilitados por Nexans Chile)

En el proceso de cableado la máquina perteneciente a la línea SFT que más tiempo demanda en preparación es la 205, con un tiempo de 1.7 horas. Por lo cual cumple con el IMP de Nexans.

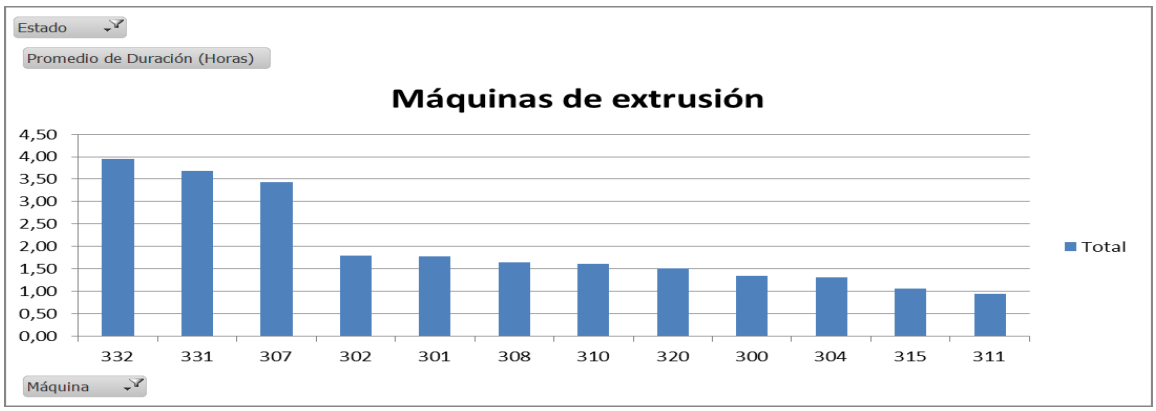


Ilustración 20 Tiempo promedio de preparación máquinas de extrusión.

(Fuente: Elaboración propia con datos facilitados por Nexans Chile)

En el proceso de extrusión la máquina perteneciente a la línea SFT que más tiempo demanda en preparación es la 302, con un tiempo de 1.8 horas. Por lo cual cumple con el IMP de Nexans.

Ilustración 21 Tiempo promedio de preparación máquinas de corte.

(Fuente: Elaboración propia con datos facilitados por Nexans Chile)

En el proceso de corte y enrollado la máquina perteneciente a la línea SFT que más tiempo demanda en preparación es la 407, con un tiempo de 1.34 horas. Por lo cual no cumple con el IMP de Nexans.

Con respecto al cumplimiento de los tiempos que la empresa determina como óptimos para la preparación de las máquinas, se puede apreciar en la ilustración 22 que todas las máquinas de corte y enrollo de la empresa cumplen con esta normativa con excepción de la máquina 407, la cual es responsable de dar los formatos a los cables de la línea SFT. Como se puede apreciar existe una gran diferencia entre el tiempo promedio de preparación de la máquina 407 con respecto a las demás que cumplen similares funciones en otras líneas productivas de la empresa. Por ende la reducción de tiempo en las tareas de preparación implicaría una gran mejora en toda la línea productiva.

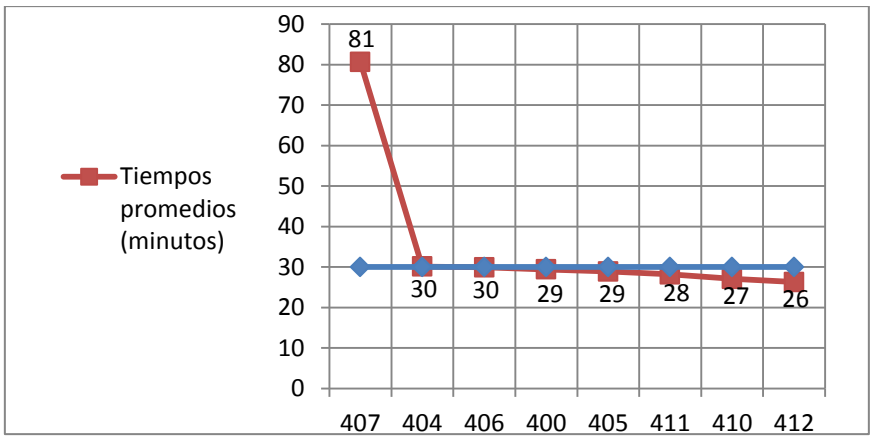


Ilustración 22 Gráfica de tiempos de preparación de máquinas vs IMP.

(Fuente: Elaboración propia con datos facilitados por Nexans Chile)

Capítulo 2 Definición del problema

El problema a abordar se presenta en la línea de producción de los cables Supernya, Thhn y Freetox H07Z1-K o línea SFT, en la empresa Nexans Chile SA. Estos productos pasan por diferentes procesos como trefilado grueso, trefilado intermedio, trefilado fino, cableado, extrusión, corte y enrollado. En este último proceso (Corte y enrollado), se utiliza una máquina denominada internamente como 407 (PS-200/8). Esta máquina posee elevados tiempos de preparación que sobrepasan el IMP (Índice máximo de preparación) establecido por la empresa.

Todas las máquinas involucradas en el proceso productivo SFT cumplen con el IMP de Nexans, a excepción de la PS-200/8 o Máquina 407. A continuación se muestra la diferencia que existe entre el tiempo máximo establecido en el IMP y el actual tiempo que demora la preparación de la máquina en cuestión.

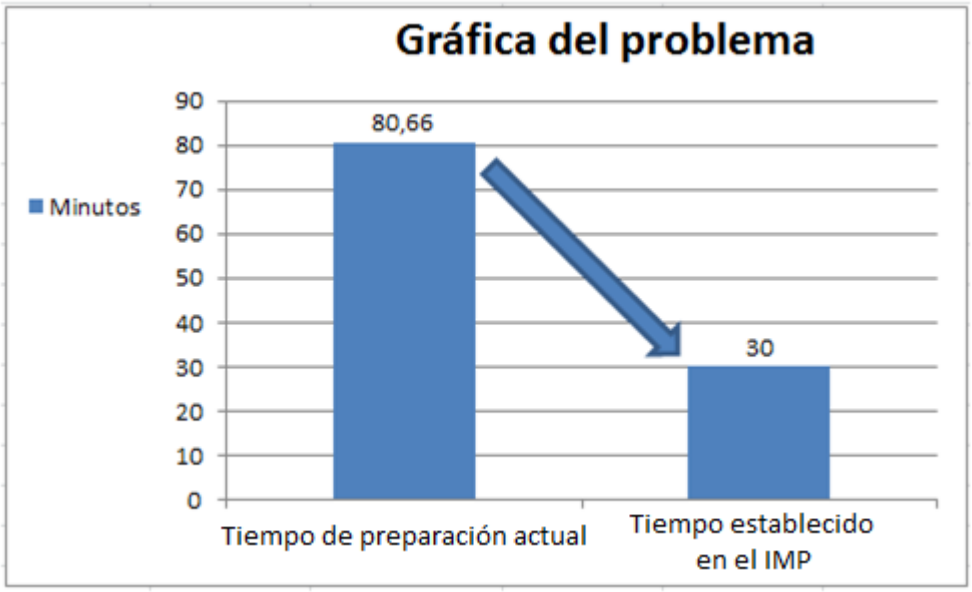


Ilustración 23 Grafica del problema.

(Fuente: Elaboración propia)

Las máquinas de corte que se encuentren con tiempos de preparación menor o igual a 30 minutos están en la zona denominada sugerida por índice de preparación, entre 30 y 40 minutos están en la zona tolerable, mientras que superior a 40 se localizan en la zona crítica de operaciones. Como se puede observar en la ilustración 24, la máquina 407 se encuentra en la zona crítica y por ende se debe trabajar en sus distintas tareas para cumplir con estas políticas y aumentar la productividad y competitividad de la empresa.

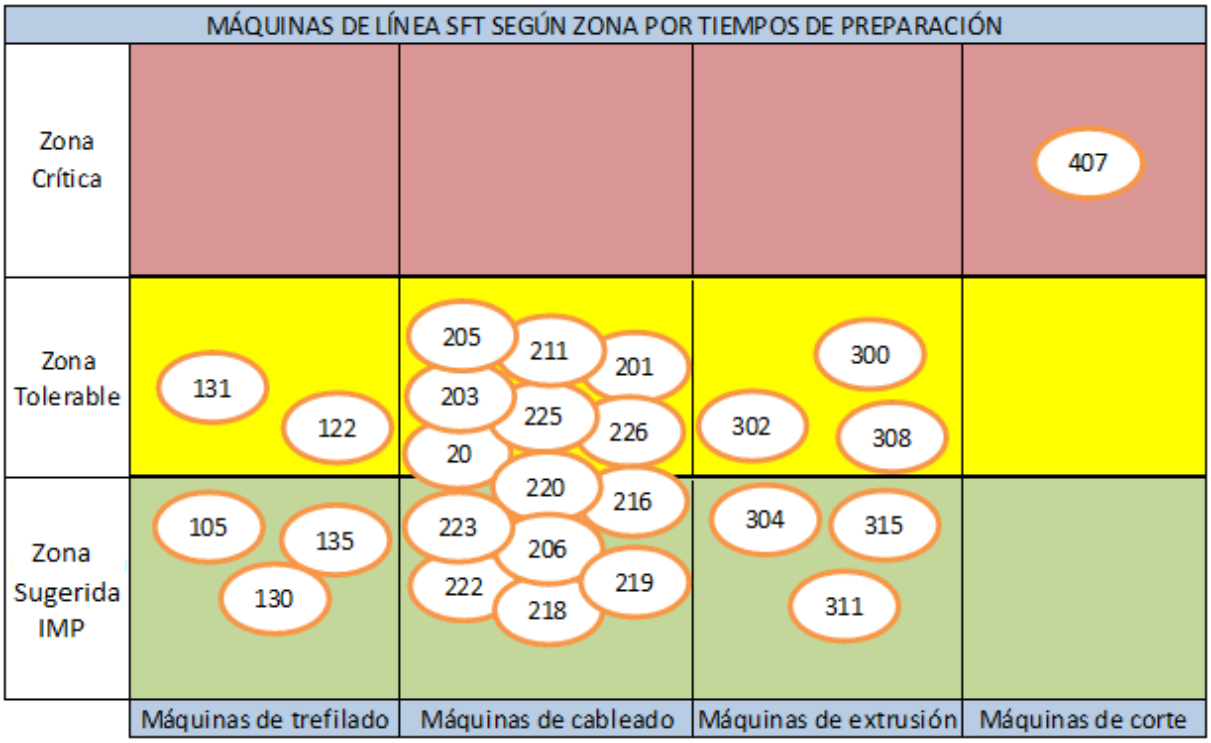


Ilustración 24 Clasificación máquinas de línea sft.

(Fuente: Nexans Chile)

Debido al alto tiempo de preparación de la máquina 407, el volumen de producción de los cables Thhn, Freetox H07Z1-K y Supernya de la línea SFT tiene grandes diferencias con respecto a la producción esperada, debido a que el departamento de planificación trabaja con los IMP para programar la producción, es decir están preparados para lograr una determinada producción teniendo como referencia que la máquina debe demorarse como máximo el tiempo tolerable.

De acuerdo con el IMP de esta máquina y la frecuencia de utilización mensual, el tiempo total mensualmente destinado para la preparación debería ser 18 horas, no obstante el tiempo destinado realmente en aquello son 48,4 horas, es decir existe una diferencia mensual de 30,4 horas que incide directamente en la producción, esas 30,4 horas equivalen a 607.333 metros de cables, lo que se traduce monetariamente en 17.627.117 pesos de ingresos no percibidos por la empresa.

Capítulo 3 Objetivos

3.1 Objetivo general

Desarrollar una propuesta de mejora, que permita disminuir el tiempo en los cambios de formatos de la línea productiva SFT para cumplir con las políticas de preparación de la empresa.

3.1.2 Objetivos específicos

1) Analizar situación actual del procedimiento de cambio con el fin de identificar los problemas presentados en cada operación.

2) Clasificar las operaciones del proceso en internas, externas y desperdicios para seleccionar aquellas que pueden ser eliminadas o convertidas en externas.

3) Reducir y modificar operaciones mediante propuestas de mejora con el fin de reducir tiempos durante los cambios de formato.

4) Estandarizar nuevo procedimiento de cambio mediante instrucciones de trabajo estandarizado para ser aplicado en la línea productiva.

5) Validar propuestas y cumplimiento de políticas de preparación mediante resultados obtenidos post implementación de mejoras.

3.2 Alcances

- Solo se estudiará el proceso de fabricación SFT con énfasis en el paso por la máquina PS-200/8 o 407.
- Se trabajará con una base de datos e información proporcionada por la empresa, por lo cual los resultados estarán condicionados por tal información.
- Cualquier mejora por mucho que beneficie el proyecto no será incluida si no cumple con las normas de seguridad fijadas por el departamento de riesgo de la empresa.

3.3 Resultados esperados

Lo que se pretende lograr, en el presente proyecto, es la disminución de los tiempos de preparación en el proceso de corte y enrollo de los cables Freetox, Thhn y Supernya. La máquina encargada de aquella operación es la PS-200/8 la cual posee una diferencia mensual de 30,4 horas por sobre lo establecido por el IMP.

En la preparación de la máquina se encuentran todas las actividades previas necesarias para dar comienzo a la fabricación de un producto. Tales como alistamiento de herramientas, materiales, lubricación, como también el cambio de piezas y el tiempo perdido por desplazamiento que el operador de máquina debe realizar para ejecutar todas las actividades previas a la producción.

Teniendo en cuenta estos puntos. Proponemos la aplicación de la metodología Smed o cambio de herramientas en dígitos de minutos, utilizada comúnmente para la gestión de producción, con la cual se pretende disminuir los tiempos durante los cambios de formatos, aumentando el periodo productivo de la máquina PS/200-8.

Esta solución debe ser evaluada económicamente y contemplará la evaluación de distintas opciones tales como, el trabajo paralelo para agilizar los ajustes pertinentes, tener un operador o asistente que pueda encargarse de la máquina cuando haya reunión de forma que la producción sea continúa, mejorar el Layout de herramientas y materias primas para reducir el tiempo perdido por tránsito, sumado con la aplicación de ingeniería e inversión para realizar la conversión de actividades, junto con cambios más rápidos respetando las políticas de riego de la empresa Nexans.

Luego de tener las mejoras, se realizará una estandarización de procedimientos de manera que estas puedan ser aplicadas por cualquier operador que utilice la máquina PS/200-8. Para hacer efectiva esta estandarización se realizaran las SWI[3] pertinentes para que no haya problema en la ejecución de las mejoras en el proceso.

Después de realizar todas las mejoras pertinentes, se espera lograr optimizar completamente la línea SFT cumplimiento con los IMP de modo que la máquina encargada de dar los distintos formatos de la línea pase a estar en la zona óptima. Si se traduce el tiempo perdido en preparación sobre el límite IMP en producción a un plazo de 12 meses se esperará que el beneficio neto de la empresa aumente de 43 millones a 93 millones de pesos considerando la inversión necesaria para este propósito más todos los costos asociados a la producción.

[3] Indicaciones de trabajo estandarizado

Capítulo 4 Metodología

La metodología a utilizar consta de las siguientes fases

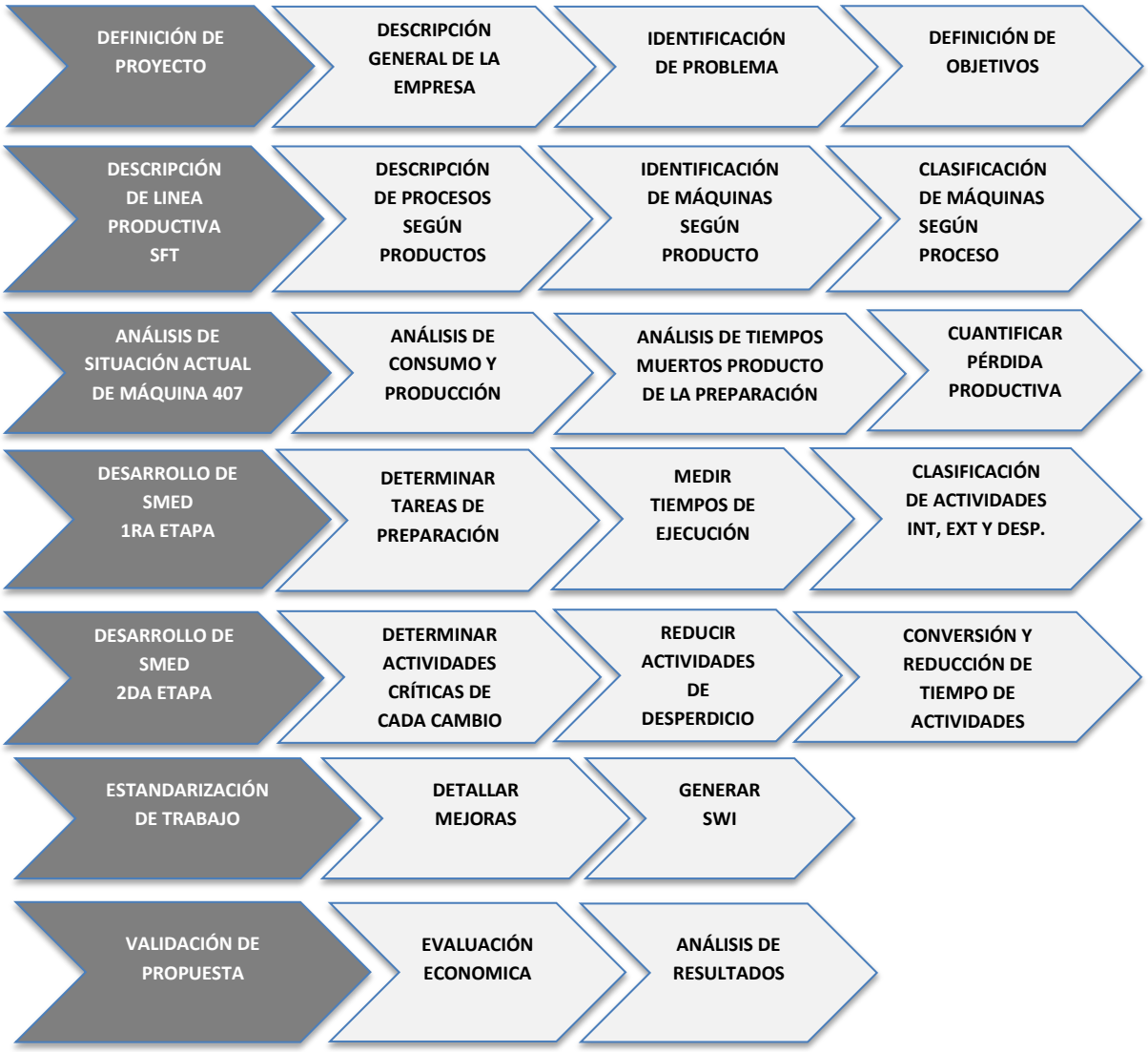


Ilustración 25 Diagrama de metodología de trabajo.

(Fuente: Elaboración propia)

1) **Etapa de definición**

Consiste en la descripción del proyecto, en donde se realizará un resumen de la empresa en cuanto a su finalidad, productos, y procesos generales. Además se definirá el problema de la empresa Nexans, se establecerán el objetivo general y los objetos específicos para lograr el cumplimiento íntegro del desarrollo del proyecto. Finalmente se determinará el alcance de esta memoria junto a la propuesta de solución para terminar con el problema que afecta a esta empresa.

2) **Descripción de la línea productiva SFT**

En esta etapa se describirá el proceso de producción de cada producto de la línea, que son los cables Supernya, Freetox y Thhn, involucrando en el proceso a cada máquina que participa en aquellas labores en un diagrama de flujo. Luego se clasificarán las máquinas según la función que cumple para finalmente realizar un esquema productivo general de la línea desde la entrada de la materia prima hasta el producto final sft.

3) **Análisis de situación actual de máquina 407**

En este punto se analizará distintos indicadores claves de rendimiento de la máquina PS/200-8 como la eficiencia de esta, análisis de consumo y producto determinando así el porcentaje de merma, el tiempo ociosos debido a la preparación tomando en cuenta dos escenarios, uno el tiempo teórico o tiempo limitado por Nexans y el tiempo que realmente demora en realizarse dichos cambios de formatos, teniendo estos dos escenarios se determinará la diferencia de tiempo la cual se cuantificará en producto no producido con la perdida monetaria que esto implica.

4) **Etapa 1 y 2 del desarrollo de metodología SMED**

Esta fase del proyecto es las más importante ya que de aquí saldrán las mejoras a incorporar en el proceso productivo de la máquina PS/200-8. Todo comenzará con la especificación de las actividades de preparación para comenzar a funcionar. Luego se medirá el tiempo de la ejecución de todas las actividades de preparación de la máquina. Una vez terminada la medición se procederá a la clasificación de las actividades en internas, externas y desperdicio, para luego realizar un análisis de las actividades que mayor tiempo demanda en cada cambio según el tipo de formato. Luego se realizará la reducción de actividades de desperdicio o aquellas que no agregan valor al producto. Una vez terminada esa tarea se procederá con la conversión de las actividades que se

realizan con máquina parada en actividades realizables con máquina en funcionamiento como el caso de pequeños ajustes que provocan el retraso en la producción. Además reducirá en lo posible el tiempo de ejecución de las actividades con trabajo de ingeniería, trabajo paralelo e inversiones.

5) Etapa de estandarización

En esta etapa de describirá el detalle de las mejoras de modo que estos avances de actividades y procedimientos sean aplicados por cualquier operario de la máquina PS/200-8. Esta estandarización se realizará mediante la ejecución de swi o instrucciones de estandarización de trabajo.

6) Etapa de validación

Finalmente para comprobar el beneficio de este proyecto hacia la empresa se realizará una validación de esta. Esta validación comenzará con la identificación de todo costo asociado a las mejoras implementadas, Luego se determinará el beneficio hacia la empresa y aumento de producción logrado a través del desarrollo de este proyecto. Una vez obtenido estos datos se realizará el análisis de resultados a través de un flujo de caja, en donde se realizará la comparación entre los valores actuales netos a un horizonte de 12 meses con un escenario sin proyecto y otro con proyecto.

Van con proyecto > Van sin proyecto

Si el aumento de los beneficios proporcionados por la mejora, es mayor a los beneficios obtenidos antes del proyecto, implicará que el proyecto es beneficioso para la empresa Nexans, en el caso contrario no se lograría validar el proyecto ya que el beneficio seria nulo para esta y por ende el proyecto de mejora no tendría atractivo para la empresa Nexans. Por otro lado se realizará una comparación entre el tiempo post Smed y tiempo sugerido por la empresa para justificar el cumplimiento de las políticas de preparación de esta. Donde el tiempo post Smed debe ser menor o igual al tiempo sugerido en las políticas de preparación.

Tiempo de preparación post Smed ≤ Tiempo de preparación IMP

Capítulo 5 Marco teórico

En este capítulo, se detallarán las herramientas necesarias para el desarrollo íntegro del presente proyecto, tanto para detección de anomalías y pérdidas en el proceso, como para el desarrollo de las propuestas de mejoras y posterior estandarización de los respectivos procedimientos para ser aplicados por cualquier operador de la línea productiva SFT de Nexans Chile.

5.1 Manufactura esbelta[4]

La manufactura esbelta, tuvo su génesis con el sistema de producción de Toyota enfocado en procesos estrictos y eficientes, manteniendo el respeto hacia el trabajador. El sistema fue creado por Toyota Motor Corporation con el principal propósito de mejorar la productividad y reducir costos siguiendo la línea de ensamble de Ford, pero de manera más amplia, ya que no solo se dirige a los costos de manufactura sino también a los costos de ventas y administración de capital. Toyota determinó que era muy arriesgado adoptar el sistema de Ford que funciona de excelente manera para periodos de alto crecimiento, pero en tiempos de menor crecimiento se volvió fundamental poner atención en la eliminación de desperdicios, la disminución de costos y el incremento de la eficiencia de los procesos

Los principales objetivos de la manufactura esbelta son crear una filosofía de mejora continua que permita a las compañías reducir costos, aumentar la eficiencia en los procesos y eliminar los desperdicios para así aumentar la satisfacción de los clientes manteniendo el margen de utilidad.

El pensamiento esbeltico se define con 5 principios.

1) Define el valor desde el punto de vista del cliente: La mayoría quiere comprar una solución, no un producto o un servicio.
2) Identifica tu corriente de valor: Eliminar desperdicios encontrados o pasos que no agreguen valor, algunos son inevitables y otros son eliminados.
3) Crea flujo: Hacer que todo el proceso fluya suave y directamente de un paso que agregue valor a otro, desde la materia prima hasta el consumidor.
4) Produzca el jale del cliente: Ser capaces de producir por órdenes de los clientes en vez de producir basados en pronósticos de ventas a largo plazo.
5) Persiga la perfección: Una vez que la empresa consigue los primeros cuatro pasos, se vuelve claro que añadir eficiencia siempre es posible.

[4] Administración de la producción y operaciones, Chase, Jacobs, Aquilano, Mc Graw Hill, 10° edición, 2005

Entre algunas herramientas comúnmente utilizadas dentro esta metodología están las 5's, justo a tiempo, células de manufactura, kaizen, kanban, mantenimiento productivo total (TPM), poka yoke, y Smed entre otras.

5.1.1 Mantenimiento total productivo (TPM)[5]

El mantenimiento total productivo, es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas y que una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Se considera estrategia, ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos. El TPM permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costos, mejora de los tiempos de respuestas, fiabilidad de suministros, el conocimiento que las personas poseen y la calidad de los productos y servicios finales.

Este sistema está orientado en lograr:

- Cero accidentes
- Cero defectos
- Cero averías
- Cero pérdidas

Estas acciones conducen a la obtención de productos y servicios de alta calidad, reducción de costos, aumento de la moral en la empresa y una excelente imagen de esta. La eficiencia global se logra haciendo participe a todos los departamentos de la empresa, y la obtención de cero perdidas mediante el trabajo en grupos pequeños y comprometidos en lograr tanto los objetivos personales como los de la empresa.

Los beneficios del TPM en términos de productividad son eliminar pérdidas que afecten la productividad de la planta, mejorar la fiabilidad y disponibilidad de equipos, reducción de los costos de mantenimiento, mejorar la calidad del producto final, menor costos de recambios, mejora de la tecnología de la empresa, aumento de la capacidad de respuesta a los movimientos del mercado y crear capacidad competitiva desde la fábrica.

[5] Mantenimiento total productivo: Una visión global, Carola Mónica Gómez Santos, páginas 3-6

5.1.1.1 Eficiencia global de equipos[6]

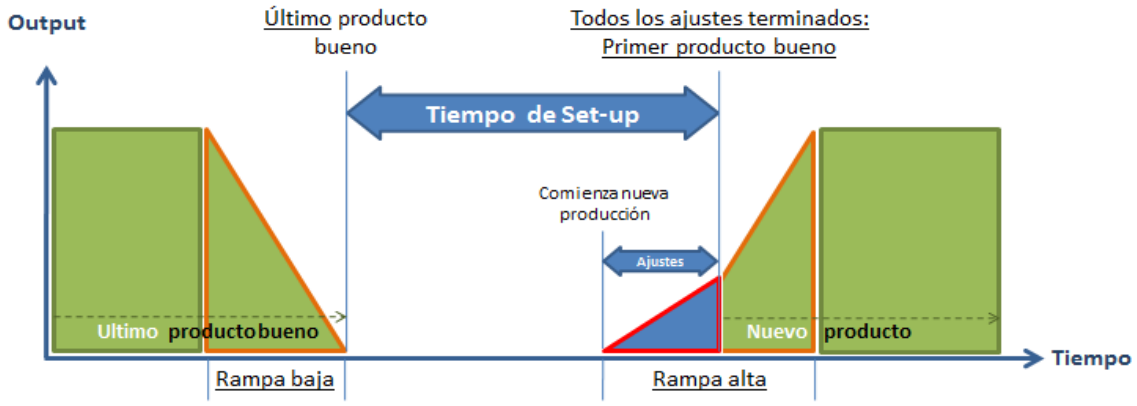
Este indicador muestra las pérdidas reales de los equipos medidas en tiempo, además de conocer el grado de competitividad de una planta industrial. Este índice esta compuestos por los siguientes tres factores.

- Disponibilidad: Mide las pérdidas de disponibilidad de los equipos debido a paradas no programadas.
- Eficiencia de rendimiento: Mide las pérdidas por rendimiento causadas por el mal funcionamiento del equipo.
- Índice de calidad: Estas pérdidas por calidad representan el tiempo utilizado para producir productos que son defectuosos o tienen problemas de calidad, ya que el producto se debe destruir o reprocesar.

El cálculo de la eficiencia global de equipos se logra multiplicando estas tres variables, cuyo valor se expresa en porcentaje.

5.1.2 SMED[7]

Smed o cambio de matriz en pocos minutos, es un conjunto de técnicas que hacen posible realizar las operaciones de cambio tanto de herramientas como de preparación de máquinas en una menor cantidad de tiempo al interior de las empresas. El objetivo de esta herramienta es reducir los tiempos de Set Up (Tiempo de preparación) para así incrementar los volúmenes de producción y disminuir los costos al tratarse de lotes iguales.



(Fuente: Nexans Chile)

[6] Mantenimiento total productivo: Una visión global, Carola Mónica Gómez Santos, páginas 49-52
[7] Organización de la producción y de la dirección de operaciones: Sistemas actuales de gestión eficiente y competitiva, Lluís Cuatrecasas Arbós, páginas 134-135

Las operaciones que se realizan en la preparación de una máquina pueden clasificarse en tres tipos, las cuales se mencionarán a continuación.

- Internas: Estas operaciones incluyen todas las tareas que solo pueden realizarse estando la máquina parada.
- Externas: Esta clase de preparación incluye todas las tareas que pueden hacerse con la máquina en funcionamiento.
- Desperdicios: Estas operaciones son todas las tareas que no agregan valor al producto y que pueden ser eliminadas sin afectar la producción.

Para la implementación de esta herramienta se debe determinar todas las actividades de preparación, en esta primera instancia es crucial interiorizarse en el manejo de la máquina y es fundamental hacer partícipe a las personas que realizan el trabajo para entender de mejor manera como se realiza cada actividad, con que herramientas y poder evaluar los tiempos involucrados en su realización, para luego ser clasificadas en internas, externas y desperdicio (Actividades que no agregan valor al producto). Posterior a esto se eliminan o se disminuye la cantidad de tiempo de ejecución de las actividades de desperdicio, se hace la conversión de actividades internas a externas, aunque en algunos casos no es posible por políticas de seguridad pero se busca disminuir los tiempos en que estas se realizan, además se busca reducir la cantidad de actividades externas, para finalmente estandarizar el proceso con las modificaciones realizadas y poder así ser enseñadas a los operadores de las máquinas.

Existe una metodología base de 4 etapas:

1. Estudio Preliminar: Estudio de las operaciones de cambio de formatos

Este estudio muestra una visión general de las operaciones, se aprende del proceso de manera general y especifica ya que si no conocemos el funcionamiento no podemos aplicar mejoras, es la más importante y la que por lo general lleva más tiempo, al observar cada acción se logran apreciar un sin número de fallas en cuanto a los recorridos que se realizan para buscar herramientas, cambiar piezas o insumos, que a veces son innecesario desperdiciando así valioso tiempo. Por ende el primer paso para el desarrollo de esta metodología es realizar un estudio general y especifico de la máquina de corte y enrollo para así detectar algún procedimiento que pueda ser mejorado, por esto es fundamental la cooperación de los operadores de la máquina ya que nadie más que ellos conoce las virtudes y deficiencia de los métodos utilizados para su preparación.

2. Segunda Etapa: Separar las tareas en Internas, Externas y desperdicios

Luego de conocer cada tarea o actividad y separarla, se pueden llevar a cabo mejoras en la reducción de tiempo ya que las actividades externas pueden ser realizadas en paralelo con algunas internas.

3. Tercera Etapa: Disminuir tareas desperdicios y convertir tareas internas en externas.

En general las actividades consideradas como desperdicio son ajustes o largas caminatas en busca de algún material necesario para la ejecución de algunas actividades, se pueden eliminar o reducir sus tiempos, haciendo el ajuste sin prueba y error, y con alguna lista de verificación eliminar las caminatas innecesarias como en el caso de necesitar más pallets o bobinas. Para convertir tareas internas en externas se pueden utilizar métodos como

- Pre ensamble
- Uso de estándares o plantillas de rápido acomodo
- Usar plantillas intermedias
- Eliminación de ajustes.

4. Cuarta Etapa: Perfeccionar las tareas Internas y externas

Es necesario optimizar la realización de cada una de las tareas incurriendo así, en un alto nivel de detalle y de imaginación y en algunos casos diseño de dispositivos y elementos novedosos, luego de esto es necesario estandarizar la ejecución de estas, y poder incrementar las destrezas de los operarios practicando los procedimientos de una manera más correcta. Para esta etapa se utilizaran SWI y OPL que son comúnmente utilizadas en la empresa para estandarizar procedimientos y explicar el uso de nuevas herramientas.

5.2 Control estadístico de la calidad[8]

Es un conjunto de herramienta que se utilizará para la detección y reducción de los tiempos de ocio de la línea productiva SFT de Nexans. Este control consiste en medir, analizar, controlar y tomar decisiones sobre acciones que nos permita disminuir los tiempos de preparación para lograr los objetivos planteados en este proyecto.

[8] Control estadístico de la calidad, Douglas C. Montgomery, Limusa Wiley, 3° edición, 2008

5.2.1 Diagrama de Pareto[9]

Consiste en una herramienta que ayuda a determinar las causas que se deben resolver prioritariamente para lograr mayor efectividad en la resolución de problemas. Esta se fundamentada en que en muchas ocasiones el 80% de los problemas existente en una organización se debe al 20% de las causas detectadas. Esto significa que en un número reducido de eventos se encuentra la mayoría de los problemas, por lo tanto determinar las actividades que mayor tiempo demandan en la preparación de la máquina para reducir su tiempo de ejecución, implicaría una gran reducción del efecto negativo sobre esta.

5.2.2 Diagrama de Ishikawa[10]

Es una herramienta que permite analizar de forma organizada y sistemática, los problemas y las causas de este, cuyo resultado que afecta a la calidad se denominará efecto. Generalmente se utilizan las seis M (maquinaria, mano de obra, materiales, medio ambiente, métodos y mantención). Este diagrama se puede establecer en tres fases para su realización.

- Definir y determinar de forma clara el problema que queremos resolver.
- Identificar los factores más relevantes que influyen en el problema que hay que resolver.
- Determinar y analizar de forma ordenada y estructurada las causas y sub causas que original el efecto.

5.2.3 Hoja de control[11]

Es una herramienta cuya función es la recopilación ordenada y estructurada de toda la información importante y útil que se genera en los procesos y sus actividades, de modo de conocer la situación de las distintas operaciones y así tomar las medidas correspondientes.

5.2.4 Diagrama de flujo[12]

Es una representación gráfica de las etapas que conforman un proceso. El objetivo es mostrar la secuencia en que se realizan las actividades, movimiento de personas o información en una organización. Esta herramienta se utilizará para describir los procesos de fabricación de los distintos cables de la línea SFT de la empresa.

---

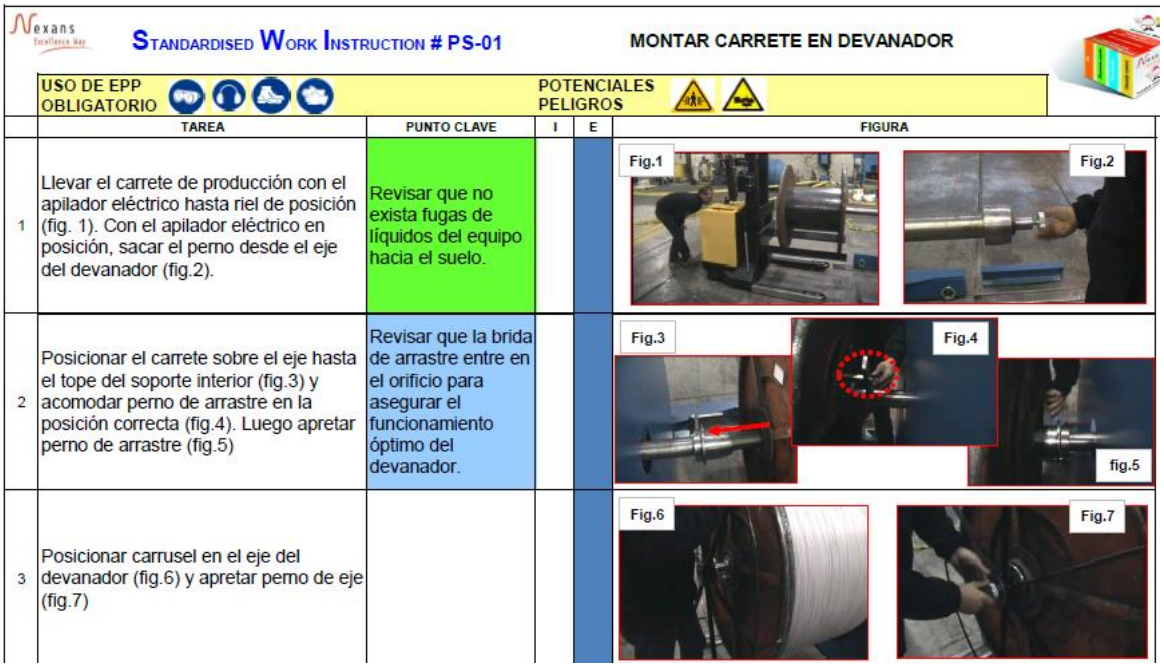
[9] Gestión integral de la calidad 2006, Lluís Cuatrecasas, Página 70
[10] Gestión integral de la calidad 2006, Lluís Cuatrecasas, Página 68
[11] Gestión integral de la calidad 2006, Lluís Cuatrecasas, Página 78
[12] Gestión integral de la calidad 2006, Lluís Cuatrecasas, Página 85

5.3 Estandarización de procedimientos[13]

Esta herramienta es comúnmente utilizada cuando se realizan cambios en los procedimientos de una corporación que hacen más eficientes cada tarea de algún proceso. Consiste en la realización de una secuencia de tareas en un orden determinado que generalmente va acompañado por imágenes que ilustra cada tarea a realizar.

5.3.1 SWI (Instrucciones de trabajo estandarizado)[14]

Consiste en la descripción detallada de cada actividad que se debe realizar en algún procedimiento, para que esta sea realizada por cualquier persona que ejecute la operación estandarizada dentro una línea productiva. Esta será la principal herramienta para estandarizar las mejoras alcanzadas. Además que contener instrucciones, estas poseen figuras que ayudan a entender de mejor manera la realización de tareas y así evitar errores al ejecutarse.

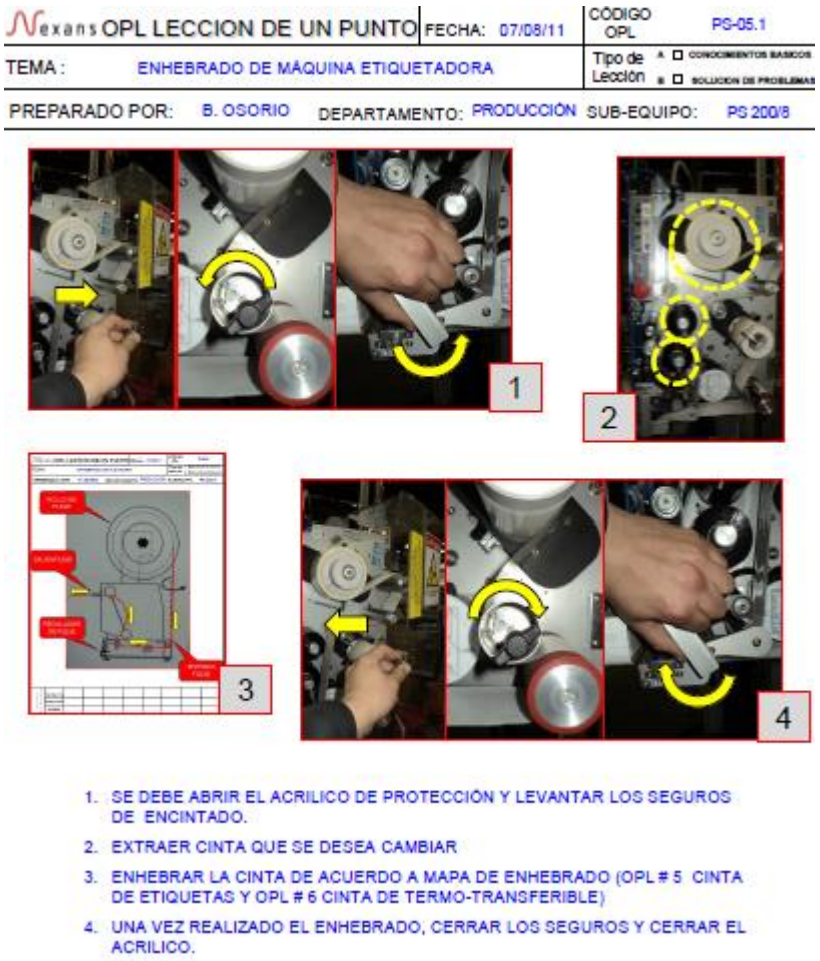


(Fuente: Nexans Chile)

[13] Programa de entrenamiento de Nexans Chile, Página 5, 2016
[14] Programa de entrenamiento de Nexans Chile, Página 6, 2016

5.3.2 OPL[15]

Consiste en una descripción básica de la forma correcta de utilizar alguna herramienta para labores de preparación de la máquina o la realización correcta de alguna tarea en específico. Se utiliza generalmente cuando se utiliza alguna herramienta nueva incorporada en el proceso o también cuando se incorporan operarios nuevos.



(Fuente: Nexans Chile)

[15] Programa de entrenamiento de Nexans Chile, Página 7, 2016

6 Análisis Situación Actual de Máquina

6.1 Descripción máquina PS-200/8

La máquina Ps/200-8 o 407 dentro la empresa tiene la función de corte y enrollado de los cables Supernya, Freetox H07Z1-K y Thhn que son los productos con los cuales Nexans tiene un contrato especial de producción. En resumen esta se encarga de dar los formatos de los cables demandados por sodimac.

La máquina en promedio demora 18 segundos en terminar un rollo de cable de 100 metros durante labores productivas, es decir tiene un índice de productividad de 100 metros cada 18 segundos. A continuación se presente el índice de productividad para cada formato de cables

FORMATOS	INDICE DE PRODUCTIVIDAD
10	**1 rollo/2,25 segundos**
25	**1 rollo/4,5 segundos**
50	**1 rollo/9 segundos**
100	**1 rollo/18 segundos**

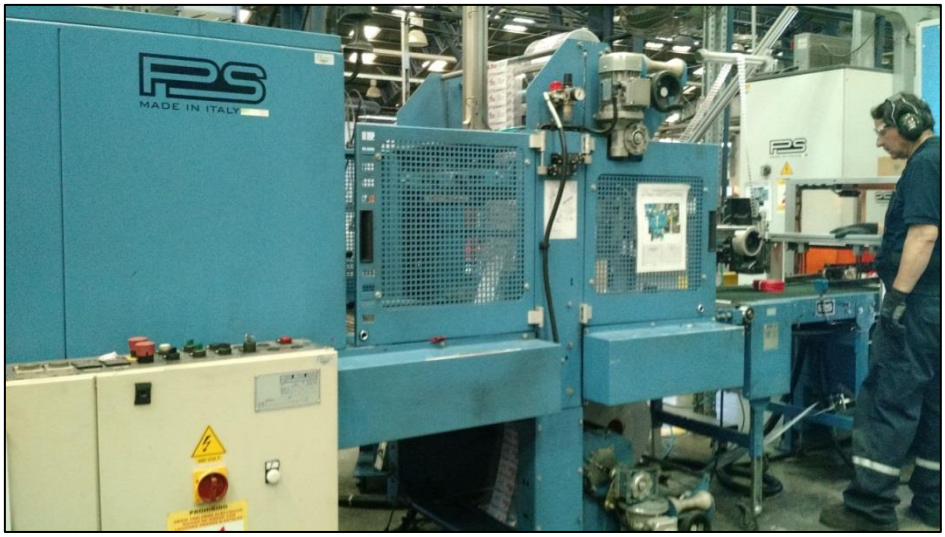


Ilustración 26 Máquina de corte y enrollo.

(Fuente: Elaboración propia)

Descripción de partes de la máquina 407

Devanador Doble

La funcion principal del devanador es entregar el cable a maquinaria por medio de bobinas el cable es desenrollao de estas para pasar al capstan.

Ilustración 27 Devanador doble.

Capstan

Su función es ejercer presión en el cable y hacerlo avanzar desde el devanador hasta el sector de enrollamiento y corte de rollos

El cable al ser de diámetro pequeño circula a velocidades moderabas por este motivo debe pasar por poleas que ayudan a disponer de más metraje de cable ya que la velocidad del devanador es más baja que el resto de la maquinaria

Ilustración 28 Capstan.

Cuenta metros

Su función es contar el metraje que pasa por la maquinaria.

Ilustración 29 Cuenta metros.

Spark tester

Es la encargada de verificar que el cable no presente desperfectos, ya que se activa una alarma y se detiene la maquinaria cuando este detecta falta de recubrimiento en el cable.

La pértiga es un mecanismo de descarga de energía para evitar golpes de corriente al manipulador de la maquinaria.

El Spark tester utiliza corriente eléctrica la que por medio de hilos de metal hace circular está por encima del cable el que al estar correctamente recubierto no hace contacto y no se genera el paso de corriente pero, cuando este tiene desperfecto y el cobre del cable queda expuesto genera un corte el cual detiene la maquinaria, informando de la falla, la máquina debe ser puesta en marcha de manera manual

Ilustración 30 Spark tester.

Revolver

Se encarga de darle dirección al cable evitando que este haga movimientos oscilatorios.

Se ubica al lado izquierdo del Spark Tester.

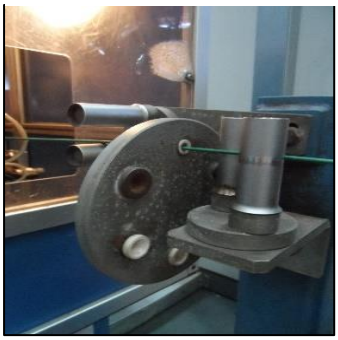


Ilustración 31 Revolver.

Guía Hilo

Dentro de esta guía existe un pequeño Capstan que sujeta y da tensión al cable, la punta de la guía se encarga de colocar la punta del cable en el centro de la base del núcleo.

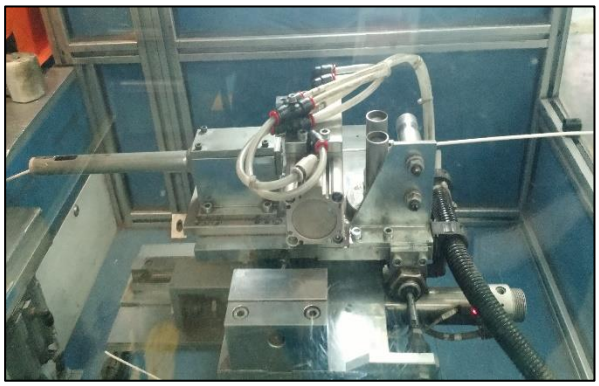


Ilustración 32 Guía hilo.

Cabezal

El cabezal contiene el núcleo y el plato, en esta parte de la maquinaria es donde se concentra el trabajo más importante y demoroso, el núcleo se encarga de tomar la punta del cable y gira enrollándolo alrededor de este para formar los royos. Unas cuchillas cortan el cable.

Ilustración 33 Cabezal.

Platos

Existen 3 tipos de platos

- D-10 Usado en rollos de 5 y 10 metros
- D-25 Usado en rollos de 25 metros
- D-100 Usado en rollos de 100 metros

Ilustración 34 Plato.

Núcleo

Existen 2 núcleos

- Uno sirve para los rollos de 5 y 10 metros (70mm)
- El segundo tiene dos funcionalidades con paletas sirve para 50 y 100 metros y sin paletas para 25 metros (120mm)

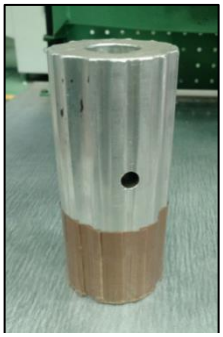


Ilustración 35 Núcleos.

Paletas

Sirven en el núcleo de 120 mm para los rollos de 50 y 100 metros

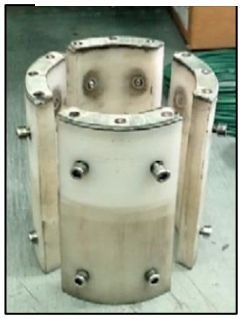


Ilustración 36 Paletas.

Flejadora

Esta parte de la maquinaria, se encarga de colocar un protector de plástico por el medio del rollo para afirmarlo y evitar que se desarme.

Ilustración 37 Flejadora.

Garras

La funcionalidad de estas garras es tomar el rollo y trasladarlo desde el cabezal hasta la Flejadora y luego hacia la cinta transportadora que lo llevara hasta la Chipeadora

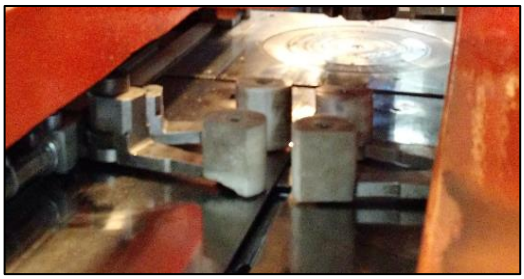


Ilustración 38 Garras.

Son 8 garras en total y existen dos juegos

- 8 garras para los rollos de 5, 10 y 25 metros
- 8 garras para los rollos de 50 y 100 metros

Ilustración 39 Garras para rollos de 50 y 100 metros.

Chipeadora

Hasta febrero de este año, el operador tenía que colocar manual mente los chip de alarmas en cada rollo, en base a un estudio preliminar hecho por dos practicantes (Giselle Pavez, Camilo Pino), se procedió a la compra de una máquina chipeadora (denominación de la empresa) lo cual redujo la carga del operario.

Ilustración 40 Colocación manual de alarmas.

Ilustración 41 Chipeadora.

Esta máquina posee un sensor que activa el mecanismo automático que pega una alarma al rollo de cable en donde se amarro en la Flejadora.

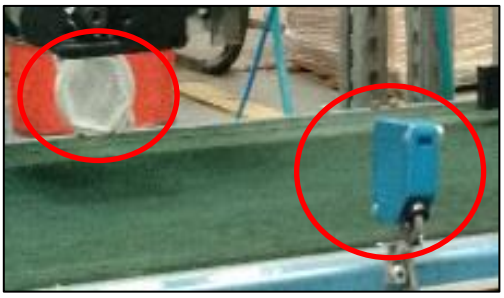


Ilustración 43 Sensor para alarma.

Ilustración 42 Rollo con alarma.

Cortadora de Film

Se encarga de cubrir el rollo de cable con un plástico que posee la identificación y características del producto. Luego este es cortado y sellado con un cuchillo con temperatura.

Ilustración 44 Cortadora de film toma 1.

Ilustración 45 Cortadora de film toma 2.

Horno

El Horno trabaja con temperaturas entre los 190 y 210 grados, estas calientan el film moldeándolo a la forma del rollo.

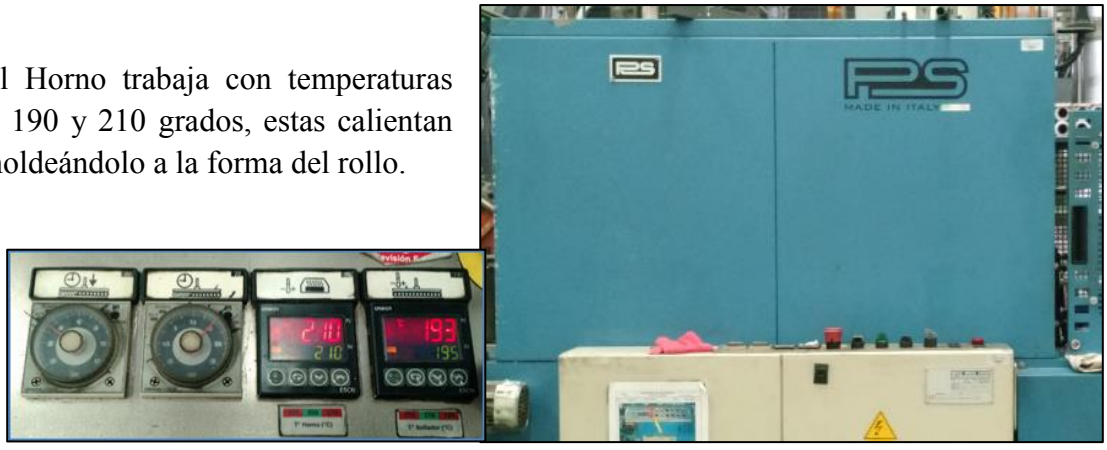


Ilustración 46 Medidores de temperatura y Horno.

A la salida del horno se encuentran unos polines que se encargan de aplastar el plástico sobrante a los costados del rollo.

Ilustración 47 Polines.

Impresora de etiquetas

Se encarga de imprimir y pegar la etiqueta sobre el film del rollo.

Ilustración 49 Impresora de etiquetas.

Ilustración 48 Pantalla de impresora y etiquetas.

Paletizadora

Se encarga de ordenar y crear filas de rollos para proceder al control de calidad.

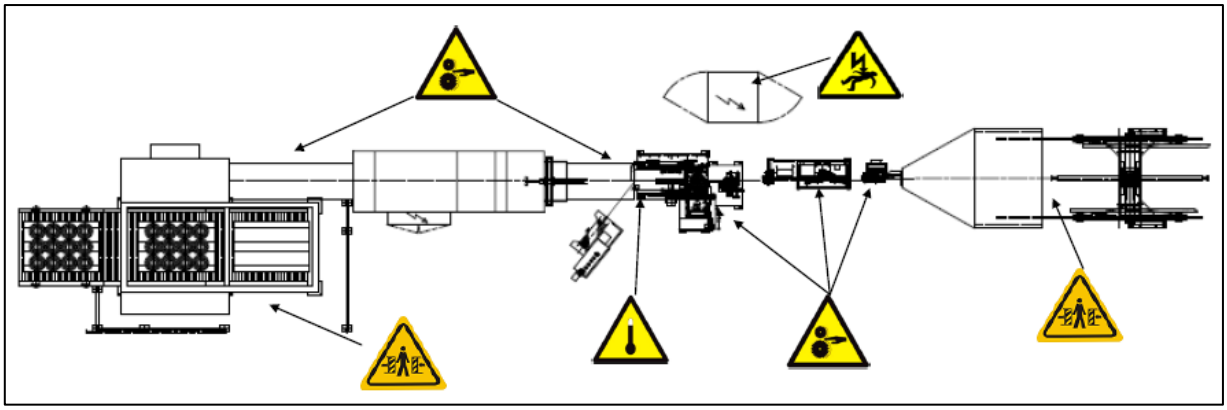
Los rollos de 50 y 100 metros se ordenan en pallets

Ilustración 50 Paletizadora.

Los rollos de 10 y 25 metros se guardan en caja como se muestra en la ilustración 51.

Ilustración 51 Cajas de rollos.

6.1.1 Pictograma de riesgos en la máquina



ACTIVIDADES PELIGROSAS **RIESGO DE ACCIDENTE**	Riesgo de electrocución	Caidas a nivel en todo el área de trabajo	Riesgo de atrapamiento y/o amputación	Lugares de tránsito de grúa	Riesgo de atrapamiento de partes del cuerpo	Riesgo de atropello.	Riesgo de quemadura
OPERACIONES SEGURAS	No manipular tableros ni circuitos eléctricos.	Mantener ordenado.	No insertar manos en partes rotatorias de transmisión.	Estar atento a las condiciones de tránsito	Mantener área delimitada	Utilizar paso peatonal.	No tocar partes con alta temperatura sin proteción.
MEDIDAS DE PRECAUCION **COMPORTAMIENTO CORRECTO**							

PROHIBIDO	Manipular los tableros eléctricos	Ingresar personal no autorizado	Distraeres durante las actividades.	Quitar las protecciones de la máquina	Colocarse por debajo de cargas suspendidas.	Prohibido fumar	No consumir alimentos ni líquidos en el área de trabajo.	Realizar mal uso de la grúa o andar a exceso de velocidad.
Medidas de ayuda **Evacuación** **Primeros Auxilios** **Fuego**	Vía de evacuación	Anexo 177 Policlínico	Atención lesionados Policlínico	En caso de fuego llamar a Porterías y Supervisores	Avisar a Mantención	Utilizar extintor más cercano.		

Ilustración 52 Pictograma de riesgos.

(Fuente: Nexans Chile)

En este pictograma se muestran todos los lugares de la máquina donde se debe tener precaución por presentar algún tipo de riesgo. Se describen aquellas actividades que son peligrosas y el riego asociado a ellas, además se hace mención de las operaciones seguras, las acciones prohibidas y las medidas de ayudas existentes en la empresa para cada tipo de incidente.

6.2 Indicador clave de rendimiento (KPI)

Los indicadores claves de rendimiento son utilizados para determinar el nivel de desempeño de un proceso específico, en donde el valor se relaciona directamente con los objetivos fijados de ante mano, en este caso los cambios de formato que se realiza en la máquina PS-200/8.

Se utilizaron los meses de marzo, abril y mayo, omitiendo enero y febrero del año 2016 debido a que en esos meses los datos no son representativos por los periodos de vacaciones por lo tanto se prefirió tomar datos en los meses en donde la máquina trabaja sin ese factor.

6.2.1 OEE

OEE (Eficiencia Global de Maquinaria)

OEE: Disponibilidad x Rendimiento x Calidad
D: Disponibilidad = (Tiempo Productivo / Tiempo Programado) Tiempo productivo = (Tiempo programado - Tiempo de cambios, averías, esperas y otro que retrasen la producción)
R: Rendimiento = (Velocidad real / Velocidad Estándar) Velocidad real = (Velocidad estándar de la máquina – Reducciones de velocidad y micro paradas del proceso)
C: Calidad = Unidades Buenas / Unidades Producidas Unidades buenas = (Unidades producidas – Unidades defectuosas)

(Fuente: Nexans Chile)

Clasificación OEE

OEE < 65% Muy baja competitividad.
65% < OEE < 75% Baja competitividad.
75% < OEE < 85% Competitividad ligeramente baja.
85% < OEE < 95% Buena competitividad.
OEE > 95% Excelente competitividad.
Esta clasificación define rangos de porcentajes que determina la eficiencia productiva de la máquina

OEE Máquina 407

Disponibilidad	76,00%
Rendimiento	71,00%
Calidad	93,65%

OEE	50,53%

(Fuente: Elaboración propia con dados recopilados en Nexans Chile)

El OEE de la máquina de corte y enrollo perteneciente a la línea SFT de Nexans Chile es 50,53% por lo cual esta posee una baja competitividad.

6.2.2 Indicador de cumplimiento

Mes	Unidades métricas a producir	Unidades métricas producidas	% cumplimiento	Unidades métricas faltantes
Marzo	4.200.000	3.995.000	95,12%	205.000
Abril	4.200.000	3.985.000	94,88%	215.000
Mayo	4.200.000	3.990.000	95,00%	210.000
Promedio	**4.200.000**	**3.990.000**	**95%**	**210.000**

Tabla 4 Indicador de cumplimiento.

(Fuente: Elaboración propia)

El cumplimiento mensual de la máquina en promedio es de un 95%, con un incumplimiento de un 5% que traducido en producto equivale a 210.000 metros no producidos.

6.2.3 Indicador de desempeño

Mes	Unidades métricas consumidas	Unidades métricas producidas	Desempeño	% Reproceso
Marzo	4.266.000	3.995.000	93,65%	6,35%
Abril	4.268.500	3.985.000	93,36%	6,64%
Mayo	4.269.300	3.990.000	93,46%	6,54%
Promedio	**4.267.933**	**3.990.000**	**93,49%**	**6,51%**

Tabla 5 Indicador de desempeño.

(Fuente: Elaboración propia)

El desempeño mensual de la máquina en promedio es de un 93,49%, con un 6,51% de productos en reproceso que se encuentra por debajo del límite tolerable por la empresa que es un 7%.

6.2.4 Indicador de tiempo muerto real producto de los cambios de formatos

Mes	Tiempo muerto hr	Metros no producidos
Marzo	48,3	966.000
Abril	48,5	970.000
Mayo	48,4	968.000

Tabla 6 Indicador de tiempo real.

(Fuente: Elaboración propia)

El tiempo muerto real debido al cambio de formatos en promedio es de 48,4 horas mensuales lo que traducido a producto no producido equivale a 968.000 metros.

6.2.5 Indicador de tiempo muerto teórico producto de los cambios de formatos

Mes	Tiempo muerto hr	Metros no producidos
Marzo	18	360.000
Abril	18	360.000
Mayo	18	360.000

Tabla 7 Indicador de tiempo teórico.

(Fuente: Elaboración propia)

El tiempo que la empresa teóricamente destina a los cambios de formatos según sus políticas de preparación, es decir el tiempo óptimo es de 18 horas mensuales

6.2.6 Diferencia de tiempo muerto producto de los cambios de formatos

Mes	Tiempo muerto hr	Metros no producidos
Marzo	30,2	604.000
Abril	30,3	606.000
Mayo	30,6	612.000
Promedio	**30,4**	**607.333**

Tabla 8 Indicador de diferencia de tiempo.

(Fuente: Elaboración propia)

La diferencia que existente entre el tiempo que la empresa establece para la preparación de la máquina 407 y el tiempo real que demora cada cambio es en promedio 30,4 horas mensuales lo que traducido a producto son 607.333 metros que se pierden por el no cumplimiento de las políticas de preparación de Nexans.

6.3 Análisis de consumo

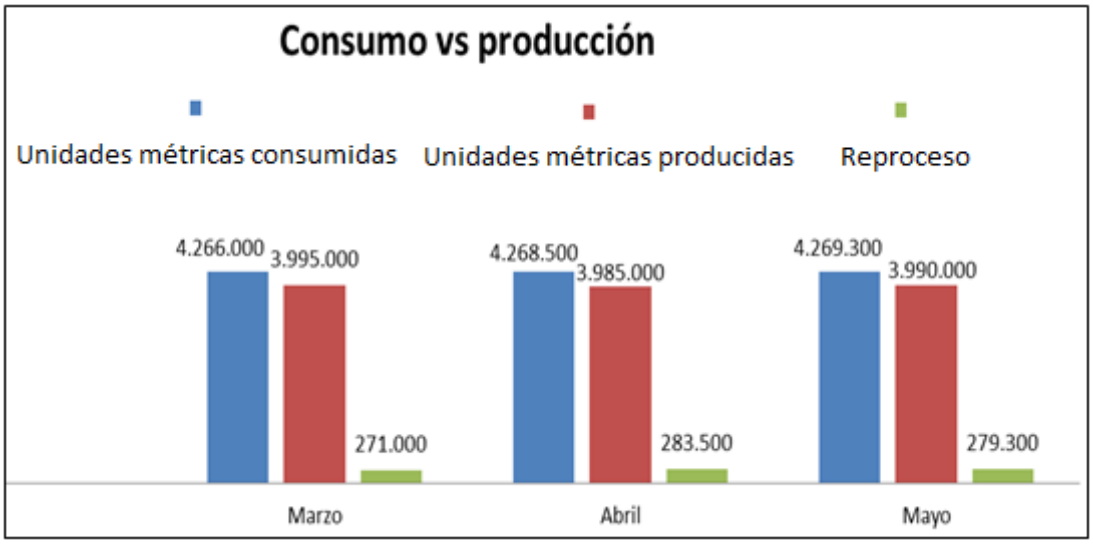


Ilustración 50 Gráfico de consumo vs producción.

(Fuente: Elaboración propia con datos facilitados por Nexans Chile)

Con respecto al consumo de la máquina versus la producción, existe una leve diferencia producto al reproceso que esta tiene, es decir tiene un bajo nivel de producto mal logrado debido a alguna falla de esta máquina.

6.4 Ingresos no percibidos

El exclusivo cliente de la línea SFT es sodimac, en promedio los metros totales no producidos debido a la diferencia que existe entre el tiempo de preparación real y el ideal son 607.333 con un equivalente a 17.627.117 pesos mensuales.

Descripción	Precio/Metro	Metros no producidos	Total $
THHN	32	245.825	7.866.408
FREETOX	36	144.603	5.205.711
SUPERNYA	21	216.905	4.554.998
TOTAL		**607.333**	**17.627.117**

Tabla 9 ingresos no percibidos.

(Fuente: Elaboración propia con datos facilitados por Nexans Chile)

6.5 Análisis causa efecto

(Fuente: Elaboración propia)

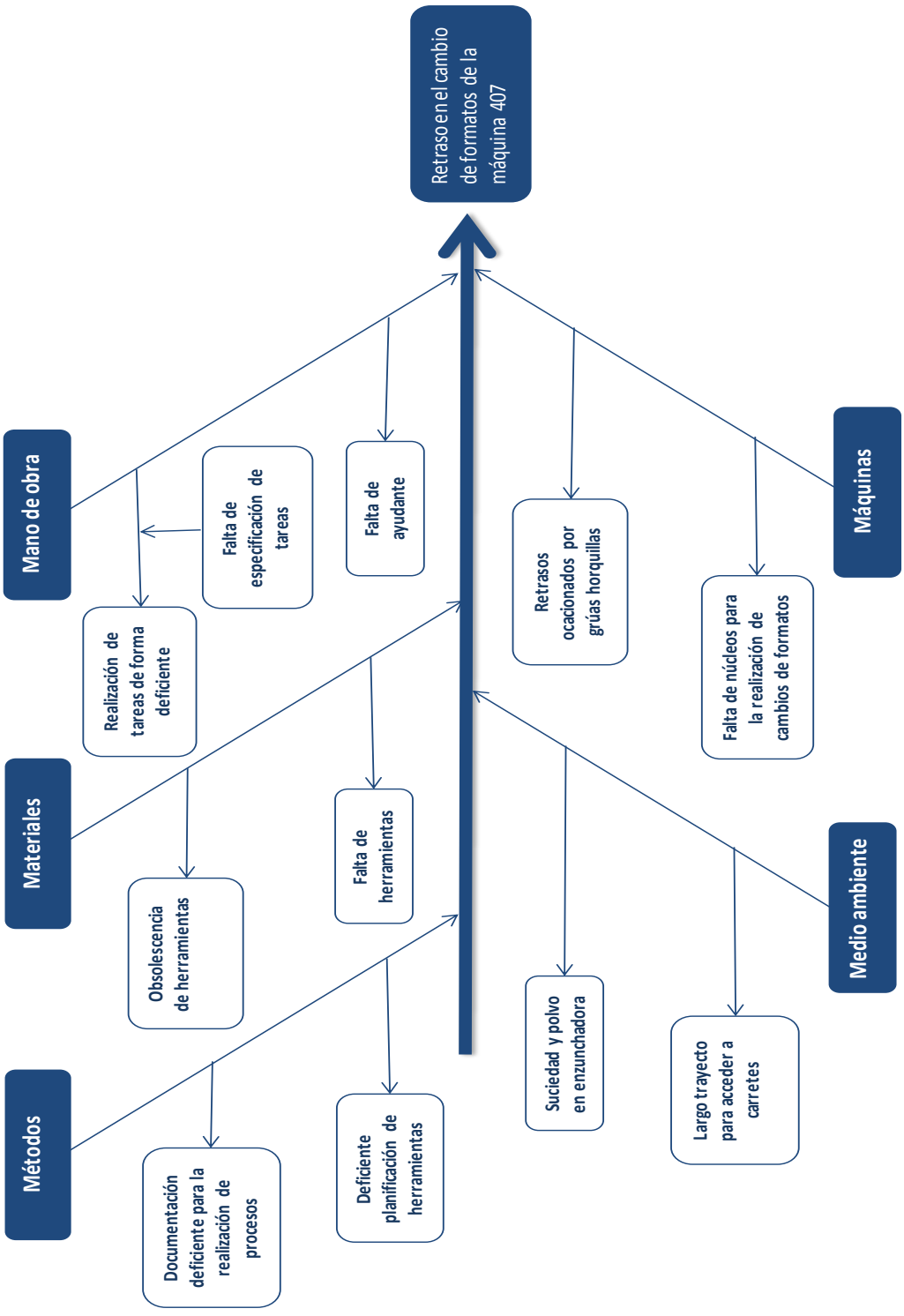


Ilustración 53 Diagrama de causa y efecto.

En el análisis causa efecto se utilizaron las 5 M para determinar las posibles causas de los retrasos en el cambio de formatos de la máquina 407

Mano de obra- la realización deficiente de las tareas de preparación es una de las posibles causas, lo que puede explicarse por la falta de especificación de tareas, además de la falta de ayudante para la realización de ellas.

Máquinas- se hallaron dos posibles causas una de ellas es la falta de núcleos que impide realizar de manera más rauda los cambios, y los retrasos existentes debido a la espera de la grúa horquilla con un aproximado de 30 minutos

Medio ambiente- en este punto encontramos que existen largos trayectos para alcanzar herramientas e insumos, lo que se traduce en un exceso de tiempo muerto para esta actividad. Además de suspensión constante de polvo sobre la enzunchadora, que podría provocar paros por mal funcionamiento de esta última.

Materiales- existen en la empresa una falta de herramientas y obsolescencia de ellas. Lo que contribuye a la realización de los trabajos de manera más lenta debido a que muchas veces deben ser conseguidas en otras líneas productivas.

Métodos- hay una documentación deficiente para la realización de los procesos y nula planificación de herramientas, lo que trae como consecuencia algunos retrasos en la faena productiva.

Capítulo 7 Desarrollo de la propuesta

7.1 Aplicación de SMED

7.1.1 Identificar actividades de preparación

N°	Actividades de preparación de máquina 407
1	Cambio carrete devanador (giro con bobina cargada)
2	Desmontar carrete del devanador
3	Montar carrete en devanador
4	Paletizado
5	Carga de pallet en máquina
6	Cambio Revólver
7	Cambio guía hilo
8	Cambio Garras manipulador
9	Cambio de film
10	Cambio Receta
11	Cambio Etiqueta impresora
12	Enhebrado de Flejadora
13	Montar Flejadora (rollo)
14	Montar rollo Chipeadora
15	Calibrar Chipeadora
16	Ajuste polines de centrado Chipeadora
17	Uso grúa horquilla
18	Cambio de Núcleo (R-100-50 a R-25)
19	Cambio de Núcleo (R-10 a R-100-50)
20	Cambio de Núcleo (R-25 a R-10)
21	Cambio de plato (R-10-R-5)
22	Cambio de plato (R-25)
23	Cambio de plato (R-100-R-50)
24	Calentar Horno
25	Solicitar Pallets y cajones
26	Solicitar rollos Chipeadora
27	Programar de R100 a R50
28	Ajuste topes de salida de Horno
29	Ajuste centrado Film

Tabla 10 Actividades de preparación.

(Fuente: Elaboración propia)

En relación a los cambio de formatos de la máquina 407 de la empresa, se pudo identificar una cantidad de 29 actividades generales que se realizan durante los cambios de 10, 25, 50 y 100 metros

7.1.2 Clasificar actividades de preparación

N°	Actividades de preparación de máquina 407	Externo	Interno	Desperdicio
1	Cambio carrete devanador (giro con bobina cargada)			
2	Desmontar carrete del devanador			
3	Montar carrete en devanador			
4	Paletizado			
5	Carga de pallet en máquina			
6	Cambio Revólver			
7	Cambio guía hilo			
8	Cambio Garras manipulador			
9	Cambio de film			
10	Cambio Receta			
11	Cambio Etiqueta impresora			
12	Enhebrado de Flejadora			
13	Montar Flejadora (rollo)			
14	Montar rollo Chipeadora			
15	Calibrar Chipeadora			
16	Uso grúa horquilla			
17	Cambio de Núcleo (R-100-50 a R-25)			
18	Cambio de Núcleo (R-10 a R-100-50)			
10	Cambio de Núcleo (R-25 a R-10)			
20	Cambio de plato (R-10-R-5)			
21	Cambio de plato (R-25)			
22	Cambio de plato (R-100-R-50)			
23	Calentar Horno			
24	Solicitar Pallets y cajones			
25	Solicitar rollos Chipeadora			
26	Programar de R100 a R50			
27	Ajuste topes de salida de Horno			
28	Ajuste centrado Film			
29	Ajuste polines de centrado Chipeadora			

Tabla 11 Clasificación de actividades de preparación.

(Fuente: Elaboración propia)

En el proceso de clasificación de actividades de preparación, se pudo identificar una actividad externa (Actividad que se puede realizar con máquina en marcha), 20 actividades internas (Actividad que se realiza con máquina parada), y 8 actividades de desperdicio que son actividades que no agregan valor a la producción como esperas innecesarias, ajustes evitables en faena productiva y cargas de pallets que pueden realizarse antes del comienzo del proceso.

7.1.3 Medición de actividades según tipo de cambio de formatos

	Cambio de 100 a 50	
N°	**Actividades**	**Tiempo (min:seg)**
1	Montar carrete en devanador	00:50
2	Desmontar carrete del devanador	00:45
3	Cambio carrete devanador (giro con bobina cargada)	00:22
4	Corcha	01:00
5	Cambio de revolver	00:20
6	Cambio de Film superior	03:30
7	Cambio de Film inferior	03:38
8	Cambio de receta cortadora	01:00
9	Cambio etiqueta impresora	03:10
10	Cargar pallet en paletizadora	03:19
Tiempo total de actividades		17:54
11 Espera promedio en que se desocupe una grúa horquilla		30:00
Tiempo total		**47:54**

Tabla 12 Medición actividades de preparación 100-50. (Fuente: Elaboración propia)

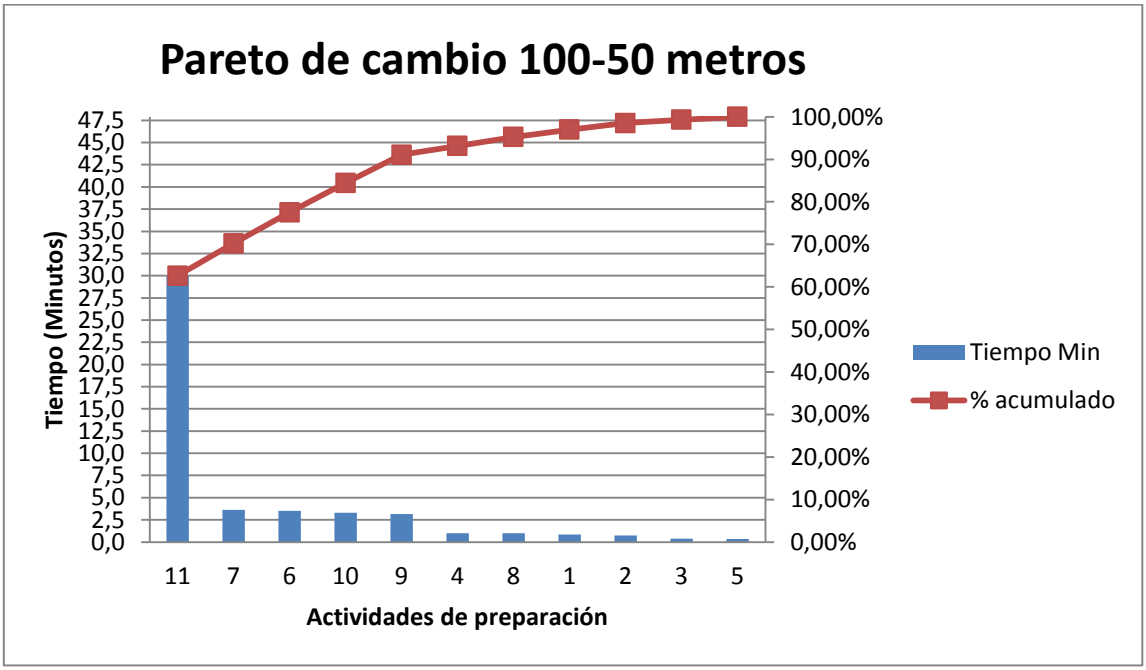


Ilustración 54 Diagrama de Pareto de cambio 100-50. (Fuente: Elaboración propia)

Durante el cambio de 100 a 50 MT la actividad que retarda con mayor tiempo el proceso, es la espera que se produce hasta poder utilizar una grúa horquilla para el transporte de bobinas hasta el devanador que en promedio son 30 minutos.

	Cambio de 100 a 25	
N°	**Actividades**	**Tiempo (min:seg)**
1	Montar carrete en devanador	00:50
2	Desmontar carrete del devanador	00:45
3	Cambio carrete devanador (giro con bobina cargada)	00:22
4	Corcha	01:00
5	Cambio de revolver	00:20
6	Subir núcleo	00:15
7	Mover garras	01:21
8	Buscar herramientas en cajón	00:28
9	Abrir puerta de maquinaria	00:03
10	girar núcleo para buscar perno 1	00:02
11	Sacar perno 1 del plato	00:11
12	girar núcleo para buscar perno 2	00:02
13	sacar perno 2 del plato	00:12
14	girar núcleo para buscar perno 3	00:02
15	sacar perno 3 del plato	00:13
16	ir a buscar martillo y destornillador	00:07
17	golpear plato para soltarlo	00:14
18	Ir a dejar plato y buscar el plato indicado	00:10
19	bajar núcleo	00:06
20	Ir a buscar llave para pernos de paletas del núcleo	00:04
21	Sacar paleta 1	00:23
22	Sacar paleta 2	00:30
23	Sacar paleta 3	01:32
24	Sacar paleta 4	01:11
25	Ir a buscar plato para royos de 25	00:05
26	Buscar posición de los pernos	00:07
27	Colocar plato y pernos	04:02
28	Ir a buscar garras y llevarlas a la maq	00:40
29	Cambiar 8 garras	08:28
30	Cambio de receta cortadora	01:00
31	Devolver garras	00:27
32	Cambio de Film superior	03:30
33	Cambio de Film inferior	03:38
34	Cambio de receta cortadora	01:00
35	Cambio etiqueta impresora	03:10
36	Colocar cajón para rollos de 25 m	05:05
37	Espera promedio en que se desocupe una grúa horquilla	30:00
Tiempo total		**1:11:35**

Tabla 13 Medición actividades de preparación 100-25. (Fuente: Elaboración propia)

Durante el cambio de 100 a 25 MT se pudo identificar una cantidad de 37 actividades realizadas por los operadores de la máquina, teniendo en consideración la espera promedio de una grúa horquilla necesaria para comenzar el proceso productivo. Este cambio demora un tiempo promedio total de 1 hora con 11 minutos y 35 segundos.

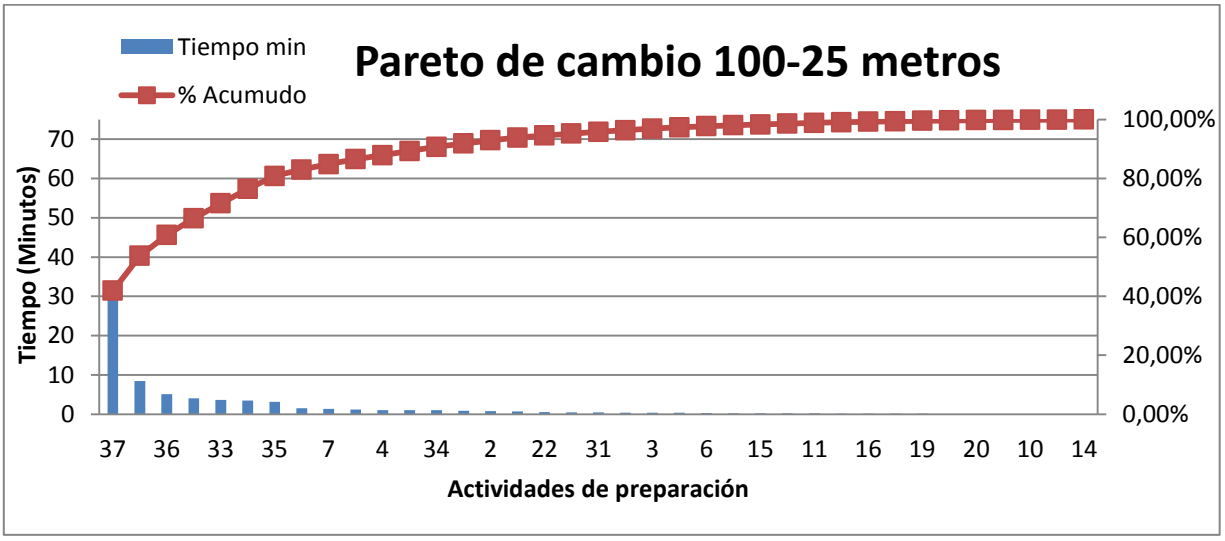


Ilustración 55 Diagrama de Pareto de cambio 100-25.

(Fuente: Elaboración propia)

Las actividades que mayor tiempo demandan en el cambio de 100 a 25 MT son

- Espera promedio en que se desocupe una grúa horquilla (37)
- Cambiar 8 garras (29)
- Colocar cajón para rollos de 25 m (26)
- Colocar plato y pernos (27)
- Cambio de Film inferior (33)
- Cambio de Film superior (32)
- Cambio etiqueta impresora (35)

Con un tiempo acumulado entre estas actividades de 57,88 minutos

	Cambio de 100 a 10	
N°	**Actividades**	**Tiempo (min:seg)**
1	Montar carrete en devanador	00:50
2	Desmontar carrete del devanador	00:45
3	Cambio carrete devanador (giro con bobina cargada)	00:22
4	Corcha	01:00
5	Cambio de revolver	00:30
6	subir núcleo	00:15
7	Mover garras	01:21
8	Buscar herramientas en cajón	00:30
9	Abrir puerta de maquinaria	00:03
10	girar núcleo para buscar perno 1	00:02
11	Sacar perno 1 del plato	00:11
12	girar núcleo para buscar perno 2	00:02
13	sacar perno 2 del plato	00:12
14	girar núcleo para buscar perno 3	00:02
15	sacar perno 3 del plato	00:13
16	ir a buscar martillo y destornillador	00:07
17	golpear plato para soltarlo	00:14
18	ir a dejar plato y buscar el plato indicado	00:10
19	bajar núcleo	00:06
20	Sacar núcleo de 100	20:20
21	Colocar núcleo 10	22:22
22	ir a buscar plato para royos de 10	00:05
23	Buscar posición de los pernos	00:07
24	colocar plato y pernos	04:02
25	ir a buscar garras y llevarlas a la maq	00:40
26	Cambiar 8 garras	14:28
27	cambio de receta cortadora	01:00
28	devolver garras	00:27
29	Cambio de Film superior	03:30
30	Cambio de Film inferior	03:38
31	Cambio de receta cortadora	01:00
32	Cambio etiqueta impresora	03:10
33	Colocar cajón para rollos de 10 m	05:05
34	Espera promedio en que se desocupe una grúa horquilla	30:00
Tiempo Total		**1:56:49**

Tabla 14 Medición actividades de preparación 100-10.

(Fuente: Elaboración propia)

En el cambio de 100 a 10 MT se identificaron 34 actividades realizadas por los operadores durante el proceso, teniendo en consideración la espera promedio de una grúa horquilla necesaria para comenzar el proceso productivo. Las actividades demoran en promedio total 1 hora con 56 minutos y 49 segundos, siendo el cambio que más demora entre todos los realizados en la máquina 407.

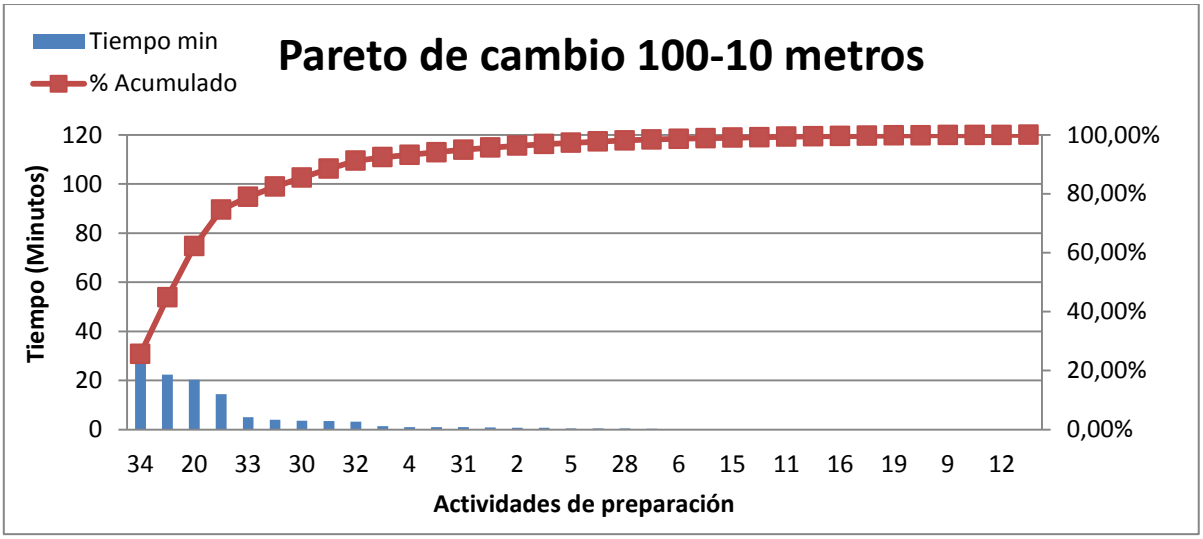


Ilustración 56 Diagrama de Pareto de cambio 100-10.

(Fuente: Elaboración propia)

Las actividades que mayor tiempo demandan en el cambio de 100 a 10 MT son

- Espera promedio en que se desocupe una grúa horquilla (34)
- Colocar núcleo 10 (21)
- Sacar núcleo de 100 (20)
- Cambiar 8 garras (26)
- Colocar cajón para rollos de 10 m (33)
- colocar plato y pernos (24)
- Cambio de Film inferior (30)
- Cambio de Film superior (29)
- Cambio etiqueta impresora (32)

Con un tiempo acumulado entre estas actividades de 106.58 minutos

	Cambio de 50 a 25	
N°	Actividades	Tiempo (min:seg)
1	Montar carrete en devanador	00:50
2	Desmontar carrete del devanador	00:45
3	Cambio carrete devanador (giro con bobina cargada)	00:22
4	Corcha	01:00
5	Cambio de revolver	00:20
6	subir núcleo	00:15
7	Mover garras	01:21
8	Buscar herramientas en cajón	00:28
9	Abrir puerta de maquinaria	00:03
10	girar núcleo para buscar perno 1	00:02
11	Sacar perno 1 del plato	00:11
12	girar núcleo para buscar perno 2	00:02
13	sacar perno 2 del plato	00:12
14	girar núcleo para buscar perno 3	00:02
15	sacar perno 3 del plato	00:13
16	ir a buscar martillo y destornillador	00:07
17	golpear plato para soltarlo	00:14
18	ir a dejar plato y buscar el plato indicado	00:10
19	bajar núcleo	00:06
20	ir a buscar llave para pernos de paletas del núcleo	00:04
21	sacar paleta 1	00:23
22	sacar paleta 2	00:30
23	Sacar paleta 3	01:32
24	sacar paleta 4	01:11
25	ir a buscar plato para royos de 25	00:05
26	Buscar posición de los pernos	00:07
27	colocar plato y pernos	04:02
28	ir a buscar garras y llevarlas a la maq	00:40
29	Cambiar 8 garras	08:28
30	cambio de receta cortadora	01:00
31	devolver garras	00:27
32	Cambio de Film superior	03:30
33	Cambio de Film inferior	03:38
34	Cambio de receta cortadora	01:00
35	Cambio etiqueta impresora	03:10
36	Colocar cajón para rollos de 25 m	05:05
37	Espera promedio en que se desocupe una grúa horquilla	30:00
Tiempo total		**1:11:35**

Tabla 15 Medición actividades de preparación 50-25.

(Fuente: Elaboración propia)

En el cambio de 50 a 25 MT se identificaron 37 actividades realizadas por los operadores durante el proceso, teniendo en consideración la espera promedio de una grúa

horquilla necesaria para comenzar el proceso productivo. Las actividades demoran en promedio total 1 hora con 11 minutos y 35 segundos, es uno de los cambios que menos demora entre todos los realizados en la máquina 407.

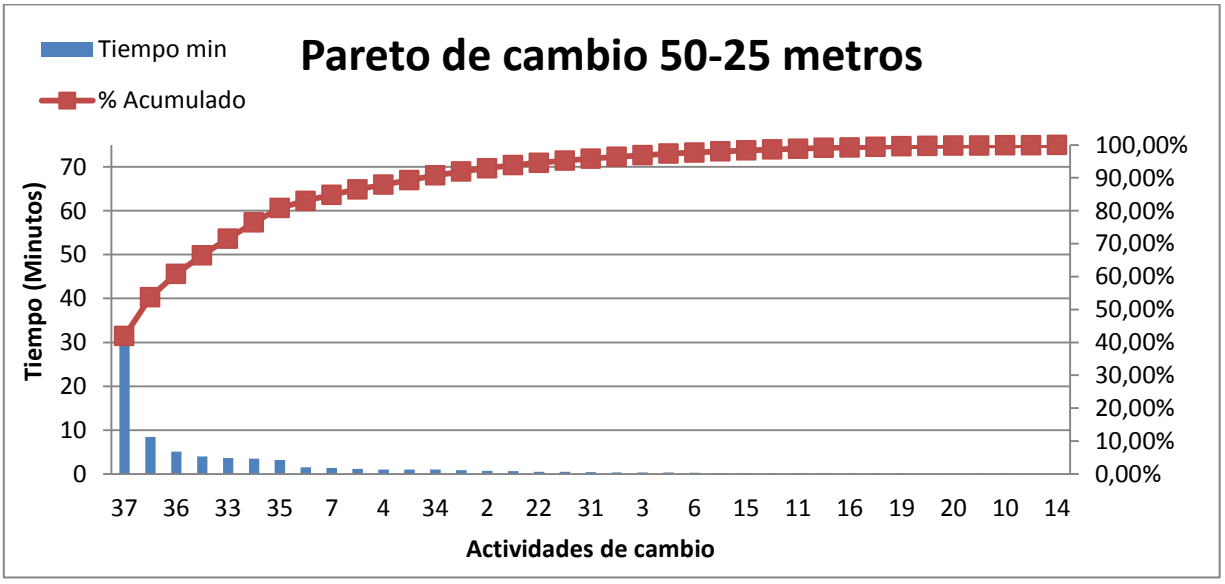


Ilustración 57 Diagrama de Pareto de cambio 50-25.

(Fuente: Elaboración propia)

Las actividades que mayor tiempo demandan en el cambio de 50 a 25 MT son

- Espera promedio en que se desocupe una grúa horquilla (37)
- Cambiar 8 garras (29)
- Colocar cajón para rollos de 25 m (36)
- colocar plato y pernos (27)
- Cambio de Film inferior (33)
- Cambio de Film superior (32)
- Cambio etiqueta impresora (35)
- Sacar paleta 3 (23)
- Mover garras (7)
- sacar paleta 4 (24)

Con un tiempo acumulado entre estas actividades de 61.95 minutos

	Cambio de 50 a 10	
N°	Actividades	Tiempo (min:seg)
1	Montar carrete en devanador	00:50
2	Desmontar carrete del devanador	00:45
3	Cambio carrete devanador (giro con bobina cargada)	00:22
4	Corcha	01:00
5	Cambio de revolver	00:20
6	subir núcleo	00:15
7	Mover garras	01:21
8	Buscar herramientas en cajón	00:28
9	Abrir puerta de maquinaria	00:03
10	girar núcleo para buscar perno 1	00:02
11	Sacar perno 1 del plato	00:11
12	girar núcleo para buscar perno 2	00:02
13	sacar perno 2 del plato	00:12
14	girar núcleo para buscar perno 3	00:02
15	sacar perno 3 del plato	00:13
16	ir a buscar martillo y destornillador	00:07
17	golpear plato para soltarlo	00:14
18	ir a dejar plato y buscar el plato indicado	00:10
19	bajar núcleo	00:06
20	Sacar núcleo de 50	20:20
21	Colocar núcleo 10	22:22
22	ir a buscar plato para royos de 10	00:05
23	Buscar posición de los pernos	00:07
24	colocar plato y pernos	04:02
25	ir a buscar garras y llevarlas a la máquina	00:40
26	Cambiar 8 garras	08:28
27	cambio de receta cortadora	01:00
28	devolver garras	00:27
29	Cambio de Film superior	03:30
30	Cambio de Film inferior	03:38
31	Cambio de receta cortadora	01:00
32	Cambio etiqueta impresora	03:10
33	Colocar cajón para rollos de 10 m	05:05
34	Espera promedio en que se desocupe una grúa horquilla	30:00
Tiempo Total		**1:50:37**

Tabla 16 Medición actividades de preparación 50-10.

(Fuente: Elaboración propia)

En el cambio de 50 a 10 MT se identificaron 34 actividades realizadas por los operadores durante el proceso, teniendo en consideración la espera promedio de una grúa horquilla necesaria para comenzar el proceso productivo. Las actividades demoran en

promedio total 1 hora con 50 minutos y 37 segundos, es uno de los cambios que más demora entre todos los realizados en la máquina 407.

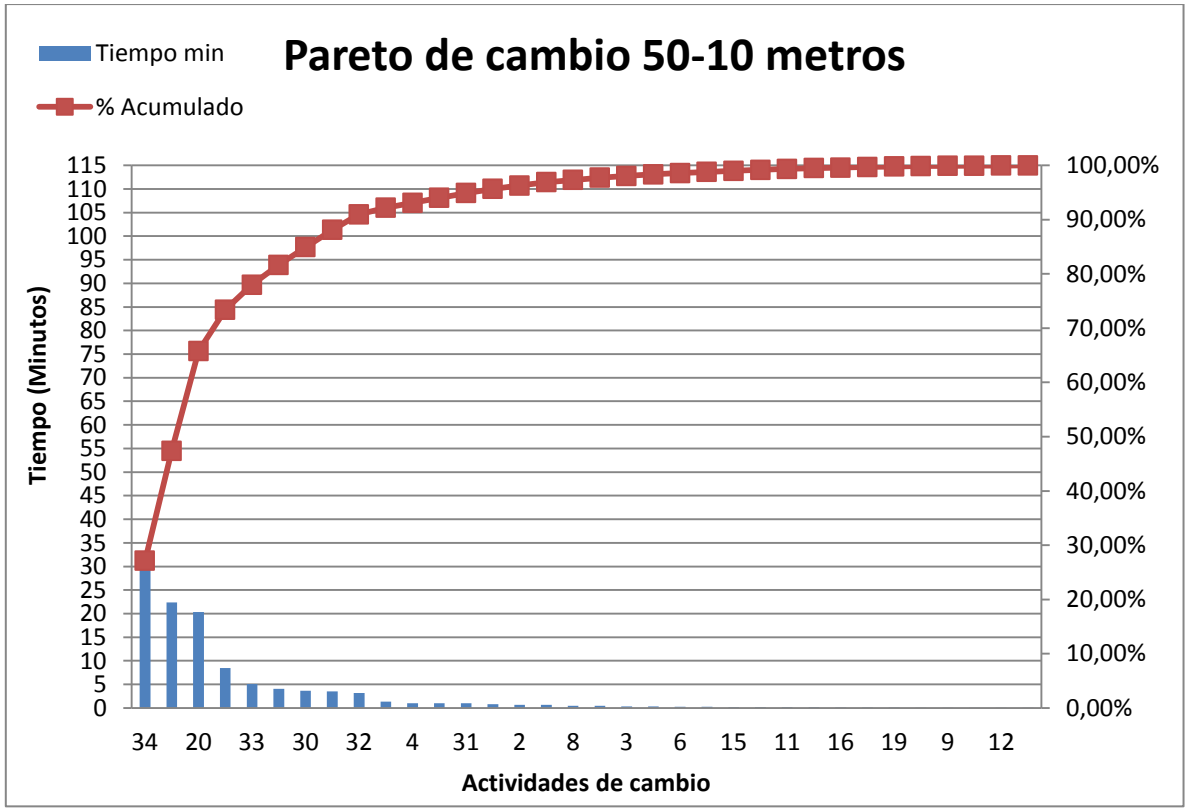


Ilustración 58 Diagrama de Pareto de cambio 50-10.

(Fuente: Elaboración propia)

Las actividades que mayor tiempo demandan en el cambio de 50 a 10 MT son

- Espera promedio en que se desocupe una grúa horquilla (34)
- Colocar núcleo 10 (21)
- Sacar núcleo de 50 (20)
- Cambiar 8 garras (26)
- Colocar cajón para rollos de 10 m (33)
- colocar plato y pernos (24)
- Cambio de Film inferior (30)
- Cambio de Film superior (29)

Con un tiempo acumulado entre estas actividades de 97.42 minutos

	Cambio de 25 a 10	
N°	Actividades	Tiempo (min:seg)
1	Montar carrete en devanador	00:50
2	Desmontar carrete del devanador	00:45
3	Cambio carrete devanador (giro con bobina cargada)	00:22
4	Corcha	01:00
5	Cambio de revolver	00:20
6	subir núcleo	00:15
7	Mover garras	01:21
8	Buscar herramientas en cajón	00:28
9	Abrir puerta de maquinaria	00:03
10	girar núcleo para buscar perno 1	00:02
11	Sacar perno 1 del plato	00:11
12	girar núcleo para buscar perno 2	00:02
13	sacar perno 2 del plato	00:12
14	girar núcleo para buscar perno 3	00:02
15	sacar perno 3 del plato	00:13
16	ir a buscar martillo y destornillador	00:07
17	golpear plato para soltarlo	00:14
18	ir a dejar plato y buscar el plato indicado	00:10
19	bajar núcleo	06:00
20	Sacar núcleo de 50	20:20
21	Colocar núcleo 10	22:22
22	ir a buscar plato para royos de 10	00:05
23	Buscar posición de los pernos	00:07
24	colocar plato y pernos	04:02
25	cambio de receta cortadora	01:00
26	devolver garras	00:27
27	Cambio de Film superior	03:30
28	Cambio de Film inferior	03:38
29	Cambio de receta cortadora	01:00
30	Cambio etiqueta impresora	03:10
31	Colocar cajón para rollos de 10 m	05:05
32	Espera promedio en que se desocupe una grúa horquilla	30:00
Tiempo total		**1:47:23**

Tabla 17 Medición actividades de preparación 25-10.

(Fuente: Elaboración propia)

En el cambio de 25 a 10 MT se identificaron 32 actividades realizadas por los operadores durante el proceso, teniendo en consideración la espera promedio de una grúa horquilla necesaria para comenzar el proceso productivo. Las actividades demoran en promedio total 1 hora con 47 minutos y 23 segundos, es uno de los cambios que más demora entre todos los realizados en la máquina 407.

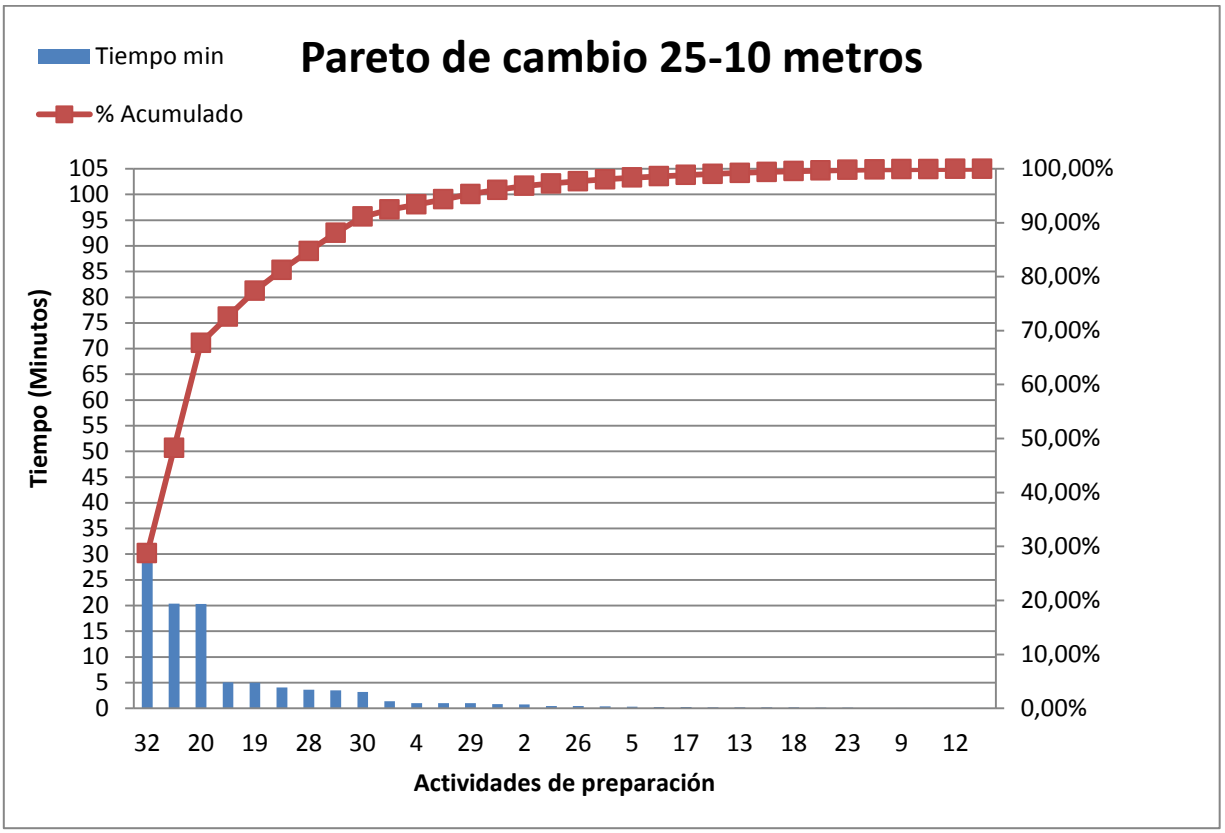


Ilustración 59 Diagrama de Pareto de cambio 25-10.

(Fuente: Elaboración propia)

Las actividades que mayor tiempo demandan en el cambio de 25 a 10 MT son

- Espera promedio en que se desocupe una grúa horquilla (32)
- Colocar núcleo 10 (21)
- Sacar núcleo de 50 (20)
- Colocar cajón para rollos de 10 m (31)
- bajar núcleo (19)
- colocar plato y pernos (24)
- Cambio de Film inferior (28)
- Cambio de Film superior (27)

Con un tiempo acumulado entre estas actividades de 91.95 minutos

7.1.4 Análisis de mediciones

De la medición realizada en cada cambio de formato, se tomaron las actividades que mayor tiempo demandado en el proceso. Con ellas se trabajará para disminuir su tiempo de ejecución y así llegar a la meta establecida.

Cambio de formato	Actividades de mayor tiempo	Tiempo min	% Acumulado		
100 A 50	Espera promedio en que se desocupe una grúa horquilla	30,0	62,63%	47,9	Actual
				30	Meta
	Cambio de Film inferior	3,6	70,22%	17,9	Diferencia
	Cambio de Film superior	3,5	77,52%		
	Cargar pallet en paletizadora	3,3	84,45%		
100 A 25	Espera promedio en que se desocupe una grúa horquilla	30,0	41,91%	71,58	Actual
	Cambiar 8 garras	8,5	53,74%	30	Meta
	Colocar cajón para rollos de 25 m	5,1	60,84%	41,58	Diferencia
	Colocar plato y pernos	4,0	66,47%		
	Cambio de Film inferior	3,6	71,55%		
	Cambio de Film superior	3,5	76,44%		
	Cambio etiqueta impresora	3,2	80,86%		
100 A 10	Espera promedio en que se desocupe una grúa horquilla	30,0	25,68%	116,8	Actual
	Colocar núcleo de 10	22,4	44,83%	30	Meta
	Sacar núcleo de 100	20,3	62,23%	86,82	Diferencia
	Cambiar 8 garras	14,5	74,62%		
	Colocar cajón para rollos de 10 m	5,1	78,97%		
	colocar plato y pernos	4,0	82,42%		
	Cambio de Film inferior	3,6	85,53%		
	Cambio de Film superior	3,5	88,53%		

Tabla 18 Análisis de mediciones.

(Fuente: Elaboración propia)

50 A 25	Espera promedio en que se desocupe una grúa horquilla	30,0	41,91%	71,58	Actual
	Cambiar 8 garras	8,5	53,74%	30	Meta
	Colocar cajón para rollos de 25 m	5,1	60,84%	41,58	Diferencia
	colocar plato y pernos	4,0	66,47%		
	Cambio de Film inferior	3,6	71,55%		
	Cambio de Film superior	3,5	76,44%		
	Cambio etiqueta impresora	3,2	80,86%		

50 A 10	Espera promedio en que se desocupe una grúa horquilla	30,0	27,13%	110,6	Actual
	Colocar núcleo 10	22,4	47,36%	30	Meta
	Sacar núcleo de 50	20,3	65,75%	80,57	Diferencia
	Cambiar 8 garras	8,5	73,41%		
	Colocar cajón para rollos de 10 m	5,1	78,01%		
	colocar plato y pernos	4,0	81,66%		
	Cambio de Film inferior	3,6	84,94%		
	Cambio de Film superior	3,5	88,11%		

25 A 10	Espera promedio en que se desocupe una grúa horquilla	30,00	28,74%	104,4	Actual
	Colocar núcleo 10	20,37	48,25%	30	Meta
	Sacar núcleo de 50	20,33	67,73%	74,38	Diferencia
	Colocar cajón para rollos de 10 m	5,08	72,60%		
	bajar núcleo	5,00	77,39%		
	colocar plato y pernos	4,03	81,25%		
	Cambio de Film inferior	3,63	84,74%		
	Cambio de Film superior	3,50	88,09%		

Tabla 19 Análisis de mediciones.

(Fuente: Elaboración propia)

7.1.5 Reducción de actividades de desperdicio

Para Reducir las siguientes actividades de desperdicio

- Carga de un pallet en la máquina
- Solicitar pallets y cajones
- Solicitar rollos chipeadora

Se implementará un check list de insumos por turnos (Anexo 6) para así informar al encargado de suministrar estos elementos en caso que hagan falta para el próximo turno. De esta forma los operadores del siguiente turno tendrán pallets y rollos chipeadora, por lo cual no tendrán necesidad de solicitarlos ni cargarlos para su jornada productiva en la máquina.

Para reducir la prolongada espera que se produce en contar con una grúa horquilla para el transporte de bobinas de cables hacia la máquina y así comenzar la jornada productiva de la de esta. Se propuso la incorporación de una Transpaleta eléctrica que cumplirá la misma función de la grúa horquilla, esta incorporación eliminará una espera en promedio de 30 minutos.

Finalmente para eliminar las últimas 4 actividades de desperdicio del proceso de preparación de la máquina 407

- Calibrar chipeadora
- Ajustes de topes a la salida de horno
- Ajustes centrado de film
- Ajuste de polines de centrado chipeadora

Se implementará un check list de ajustes diarios para la máquina (Anexo 7), que contemplará los cuatro puntos mencionados de modo que se pueda constatar y en caso de requerirlo ajustar y calibrar la chipeadora, topes, film y polines antes del comienzo de la jornada productiva, el responsable será el encargado de mantención de máquina.

7.1.6 Conversión de actividades y propuestas de mejoras

Debido a las estrictas políticas se seguridad de la empresa no fue posible la conversión de las actividades internas a externas, por lo cual para la reducción de tiempos se atacaron problemas puntuales detectados en el proceso de preparación, con soluciones que se comentarán a continuación.

- **Extensión de Reset impresora**

Cada vez que se cambia el formato en la producción, el operador de la máquina debe resetear la impresora para así imprimir las nuevas etiquetas. Esta actividad demoraba en promedio 3 minutos con 10 segundos debido a que para realizar la operación se debía rodear la máquina para poder acceder al botón de reseteo. Para solucionar este problema se propuso realizar una extensión del botón de Reset hasta el panel de control de la máquina para así evitar este largo desplazamiento.

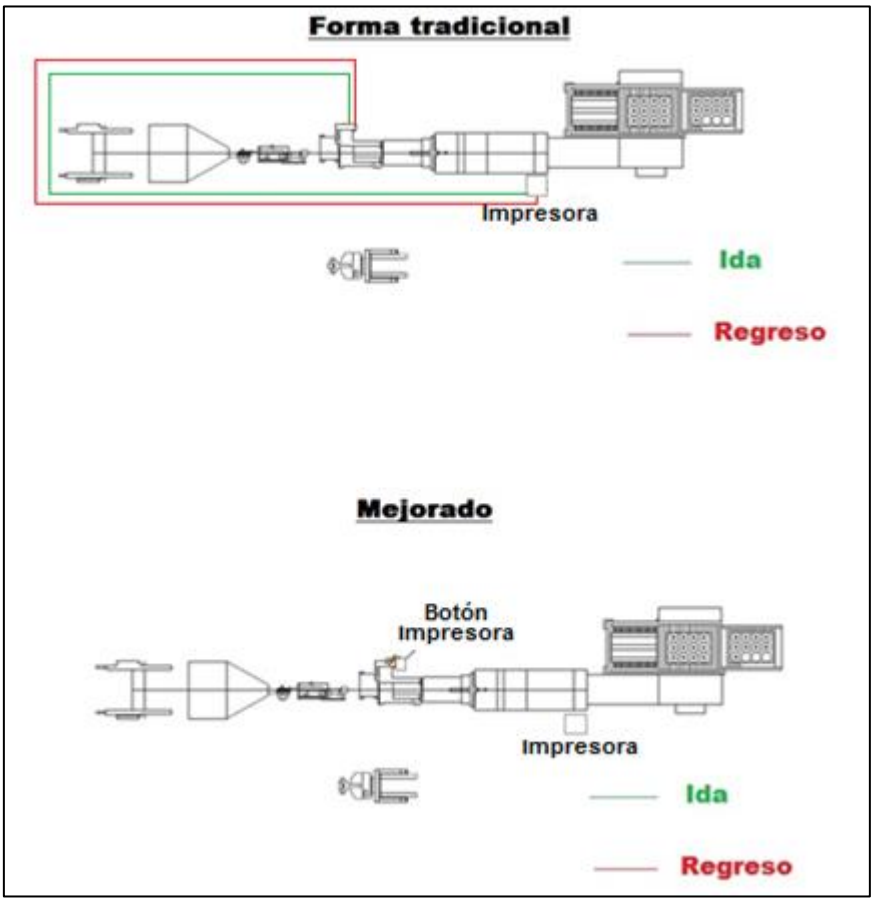


Ilustración 60 Diagrama de desplazamiento para Reset.

(Fuente: Elaboración propia)

- **Incorporación de repisa para acopio de insumos**

Considerando la larga distancia que debe recorrer el operador de la máquina para adquirir algunos insumos y herramientas para comenzar el proceso productivo, se propuso la incorporación de una repisa de dos pisos ubicada cerca de la máquina para el almacenamiento exclusivo de insumos y herramientas de esta. El check list de insumos ayudará a que esta siempre tenga los implementos necesario para la jornada productiva de la máquina.

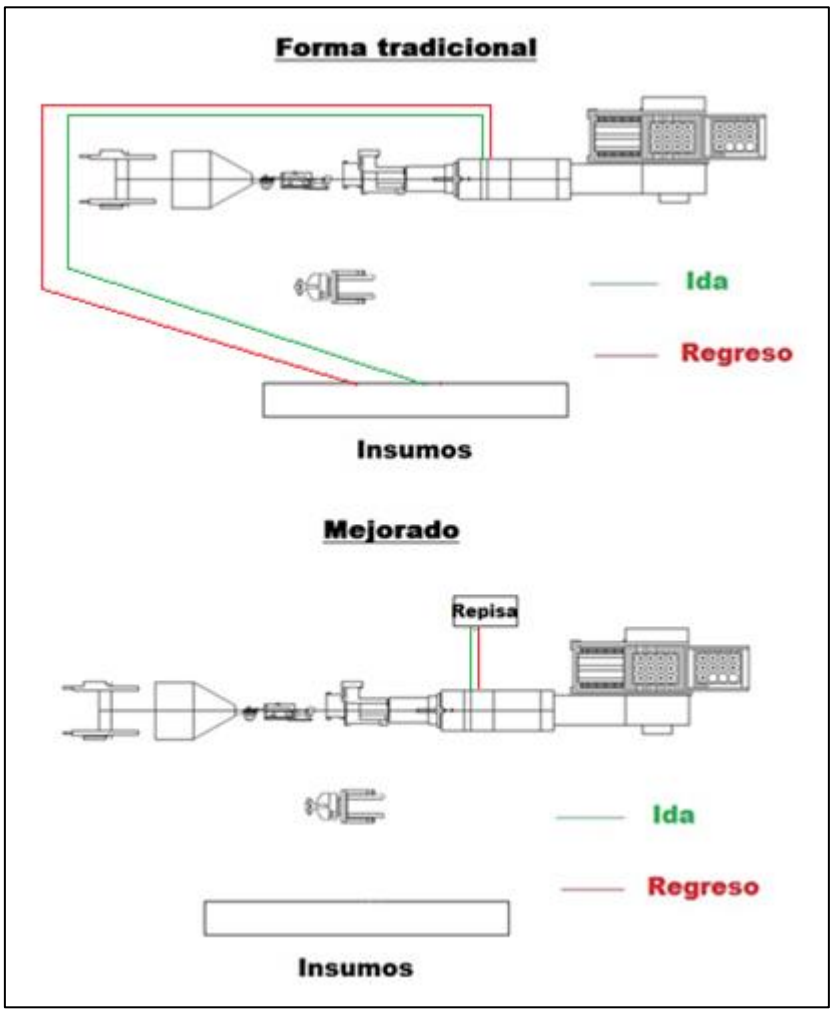


Ilustración 61 Diagrama de desplazamiento para insumos.

(Fuente: Elaboración propia)

- **Llave de impacto neumática**

En las distintas labores realizadas durante un cambio de formato, los operadores de la máquina, utilizan herramientas obsoletas en término de eficiencia para sacar, poner y ajustar distintas piezas en aquellos cambios. Para solucionar este problema se propuso utilizar una llave de impacto neumática para así agilizar las operaciones durante la preparación de la máquina, esta será alimentada por una red de aire comprimido que posee la empresa.

Ilustración 62 Pistola Neumática.

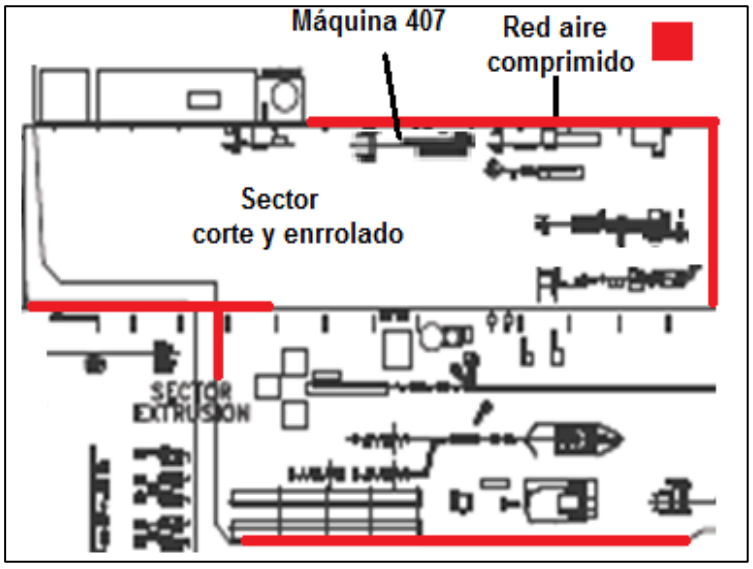


Ilustración 63 Red aire comprimido.

(Fuente: Nexans Chile)

Transpaleta eléctrica

En cada inicio de las actividades de preparación de la máquina, existe una espera promedio de 30 minutos hasta que se desocupa una grúa horquilla para realizar el cambio bobinas y transporte de cajones para el tipo de rollo a fabricar. Para eliminar esta larga espera se propuso la incorporación de una Transpaleta eléctrica con la cual se puede cumplir las mismas funciones de la grúa horquilla, el peso máximo levantado por la grúa horquilla en cajones y bobinas en la máquina 407 son 1.800 kg, por lo tanto se recomendó una de capacidad igual o superior a 1800 kg.

Ilustración 64 Transpaleta eléctrica.

- **Núcleo de 25 metros**

Cada vez que se realiza el cambio de formato de 100 a 25 metros, los operadores de máquina utilizan un núcleo de 12mm el mismo que se utiliza para los rollos de 100 metros, debido a que no existe un núcleo de 25 metros, y para poder adaptarlo se debe retirar 4 paletas, esta última actividad puede ser eliminada si se contara con un núcleo para este formato.

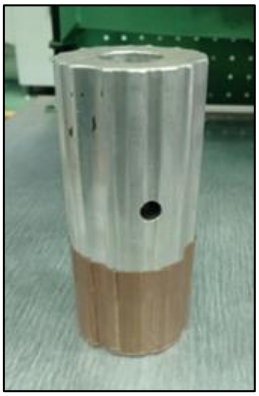


Ilustración 65 Núcleo de 25 metros.

7.1.7 Resumen de propuestas de mejoras

- Check list de insumos
- Check list de ajustes

Estas propuestas no involucraron costo adicional alguno para la empresa debido a que para llevarse a cabo solo se necesitaron impresiones que la máquina ya tenía asignadas para sus labores productivas.

- Extensión de Reset
- Repisa de acopio
- Llave de impacto neumática
- Transpaleta eléctrica
- Núcleo de 25 metros

Estas propuestas involucraron una inversión por parte de la empresa de 5.100.000 pesos y son las que implican una mayor reducción de tiempo en las labores de preparación de la máquina 407.

7.1.7 Reducción de tiempo

Luego de realizar la implementación de las mejoras en la empresa, se realizaron mediciones durante el mes de septiembre y octubre para determinar el nivel de mejora alcanzado por tal propuesta.

El resultado superó la expectativa de 30 minutos, alcanzando un tiempo promedio en cada tipo de preparación de 18,01 minutos.

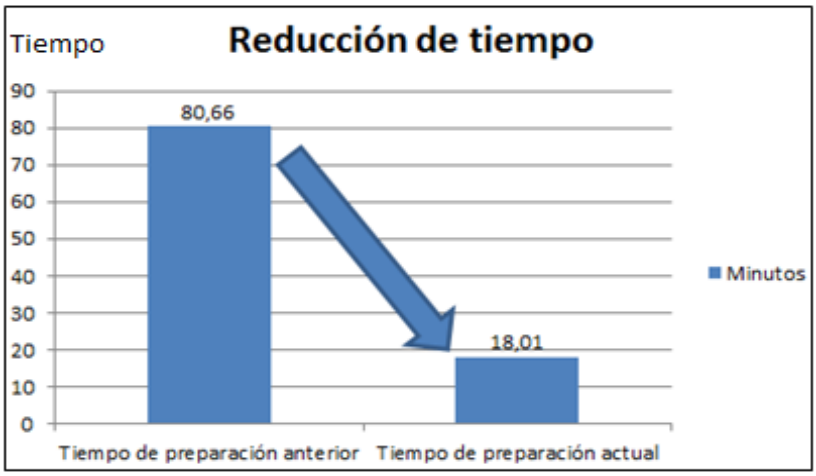


Ilustración 66 Gráfico de reducción de tiempo. (Fuente: Elaboración propia)

7.2 Estandarización de trabajo

7.2.1 Nuevo procedimiento para los cambios de formato

Procedimiento para cambio de 100-50 metros

N° orden de actividad	Actividades cambio 100-50	Tiempo promedio (min:seg)
1	Traer transpaleta eléctrica	00:30
2	Montar carrete en devanador	00:50
3	Desmontar carrete del devanador	00:45
4	Cambio carrete devanador	00:22
5	Corcha	01:00
6	Cambio de revolver	00:20
7	Cambio de Film superior	02:00
8	Cambio de Film inferior	02:08
9	Cambio de receta cortadora	01:00
10	Cambio etiqueta impresora	01:10
11	Cargar pallet en paletizadora	01:00
	Total	**11:05**

Tabla 20 Nuevo procedimiento cambio 100-50.

(Fuente: Elaboración propia)

Procedimiento para cambio de 100-10 metros

N° orden de actividad	Actividades cambio 100-10	Tiempo promedio (min:seg)
1	Traer transpaleta eléctrica	00:30
2	Montar carrete en devanador	00:50
3	Desmontar carrete del devanador	00:45
4	Cambio carrete devanador	00:22
5	Corcha	01:00
6	Cambio de revolver	00:20
7	Subir núcleo	00:15
8	Mover garras	01:21
9	Abrir puerta de maquinaria	00:03
10	girar núcleo para buscar perno 1	00:02
11	Sacar perno 1 del plato	00:04
12	girar núcleo para buscar perno 2	00:02
13	sacar perno 2 del plato	00:04
14	girar núcleo para buscar perno 3	00:02
15	sacar perno 3 del plato	00:04
16	golpear plato para soltarlo	00:11
17	sacar plato de 100	00:06
18	cambiar punta de desatornillador	00:05
19	sacar núcleo de 100	00:25
20	colocar núcleo de 10	00:26
21	Ir a buscar plato para royos de 10	00:05
22	Buscar posición de los pernos	00:07
23	Colocar plato y pernos	00:33
24	Ir a buscar garras y llevarlas a la máquina	00:40
25	Cambiar 8 garras	02:50
26	Cambio de receta cortadora	01:00
27	Devolver garras	00:27
28	Cambio de Film superior	02:00
29	Cambio de Film inferior	02:08
30	Cambio de receta cortadora	01:00
31	Cambio etiqueta impresora	01:10
32	Colocar cajón para rollos de 10 m	02:05
	Total	**21:02**

Tabla 21 Nuevo procedimiento cambio 100-10.

(Fuente: Elaboración propia)

Procedimiento para cambio de 100-25 metros

N° orden de actividad	Actividades cambio 100-25	Tiempo promedio(min:seg)
1	Traer transpaleta eléctrica	00:30
2	Montar carrete en devanador	00:50
3	Desmontar carrete del devanador	00:45
4	Cambio carrete devanador	00:22
5	Corcha	01:00
6	Cambio de revolver	00:20
7	Subir núcleo	00:15
8	Mover garras	01:21
9	Abrir puerta de maquinaria	00:03
10	girar núcleo para buscar perno 1	00:02
11	Sacar perno 1 del plato	00:04
12	girar núcleo para buscar perno 2	00:02
13	sacar perno 2 del plato	00:04
14	girar núcleo para buscar perno 3	00:02
15	sacar perno 3 del plato	00:04
16	golpear plato para soltarlo	00:11
17	sacar plato de 100	00:06
18	cambiar punta de desatornillador	00:05
19	sacar núcleo de 100	00:25
20	colocar núcleo de 25	00:26
21	Ir a buscar plato para royos de 25	00:05
22	Buscar posición de los pernos	00:07
23	Colocar plato y pernos	00:33
24	Ir a buscar garras y llevarlas a la máquina	00:40
25	Cambiar 8 garras	02:50
26	Cambio de receta cortadora	01:00
27	Devolver garras	00:27
28	Cambio de Film superior	02:00
29	Cambio de Film inferior	02:08
30	Cambio de receta cortadora	01:00
31	Cambio etiqueta impresora	01:10
32	Colocar cajón para rollos de 25 m	02:05
	Total	**21:02**

Tabla 22 Nuevo procedimiento cambio 100-25.

(Fuente: Elaboración propia)

Procedimiento para cambio de 50-25 metros

N° orden de actividad	Actividades cambio 50-25	Tiempo promedio (min:seg)
1	Traer transpaleta eléctrica	00:30
2	Montar carrete en devanador	00:50
3	Desmontar carrete del devanador	00:45
4	Cambio carrete devanador	00:22
5	Corcha	01:00
6	Cambio de revolver	00:20
7	Subir núcleo	00:15
8	Mover garras	01:21
9	Abrir puerta de maquinaria	00:03
10	girar núcleo para buscar perno 1	00:02
11	Sacar perno 1 del plato	00:04
12	girar núcleo para buscar perno 2	00:02
13	sacar perno 2 del plato	00:04
14	girar núcleo para buscar perno 3	00:02
15	sacar perno 3 del plato	00:04
16	golpear plato para soltarlo	00:11
17	sacar plato de 50	00:06
18	cambiar punta de desatornillador	00:05
19	sacar núcleo de 50	00:25
20	colocar núcleo de 25	00:26
21	Ir a buscar plato para royos de 25	00:05
22	Buscar posición de los pernos	00:07
23	Colocar plato y pernos	00:33
24	Ir a buscar garras y llevarlas a la máquina	00:40
25	Cambiar 8 garras	02:50
26	Cambio de receta cortadora	01:00
27	Devolver garras	00:27
28	Cambio de Film superior	02:00
29	Cambio de Film inferior	02:08
30	Cambio de receta cortadora	01:00
31	Cambio etiqueta impresora	01:10
32	Colocar cajón para rollos de 25 m	02:05
	Total	**21:02**

Tabla 23 Nuevo procedimiento cambio 50-25.

(Fuente: Elaboración propia)

Procedimiento para cambio de 50-10 metros

N° orden de actividad	Actividades cambio 50-10	Tiempo promedio (min:seg)
1	Traer transpaleta eléctrica	00:30
2	Montar carrete en devanador	00:50
3	Desmontar carrete del devanador	00:45
4	Cambio carrete devanador	00:22
5	Corcha	01:00
6	Cambio de revolver	00:20
7	Subir núcleo	00:15
8	Mover garras	01:21
9	Abrir puerta de maquinaria	00:03
10	girar núcleo para buscar perno 1	00:02
11	Sacar perno 1 del plato	00:04
12	girar núcleo para buscar perno 2	00:02
13	sacar perno 2 del plato	00:04
14	girar núcleo para buscar perno 3	00:02
15	sacar perno 3 del plato	00:04
16	golpear plato para soltarlo	00:11
17	sacar plato de 50	00:06
18	cambiar punta de desatornillador	00:05
19	sacar núcleo de 50	00:25
20	colocar núcleo de 10	00:26
21	Ir a buscar plato para royos de 10	00:05
22	Buscar posición de los pernos	00:07
23	Colocar plato y pernos	00:33
24	Ir a buscar garras y llevarlas a la máquina	00:40
25	Cambiar 8 garras	02:50
26	Cambio de receta cortadora	01:00
27	Devolver garras	00:27
28	Cambio de Film superior	02:00
29	Cambio de Film inferior	02:08
30	Cambio de receta cortadora	01:00
31	Cambio etiqueta impresora	01:10
32	Colocar cajón para rollos de 10 m	02:05
	Total	**21:02**

Tabla 24 Nuevo procedimiento cambio 50-10.

(Fuente: Elaboración propia)

Procedimiento para cambio de 25-10 metros

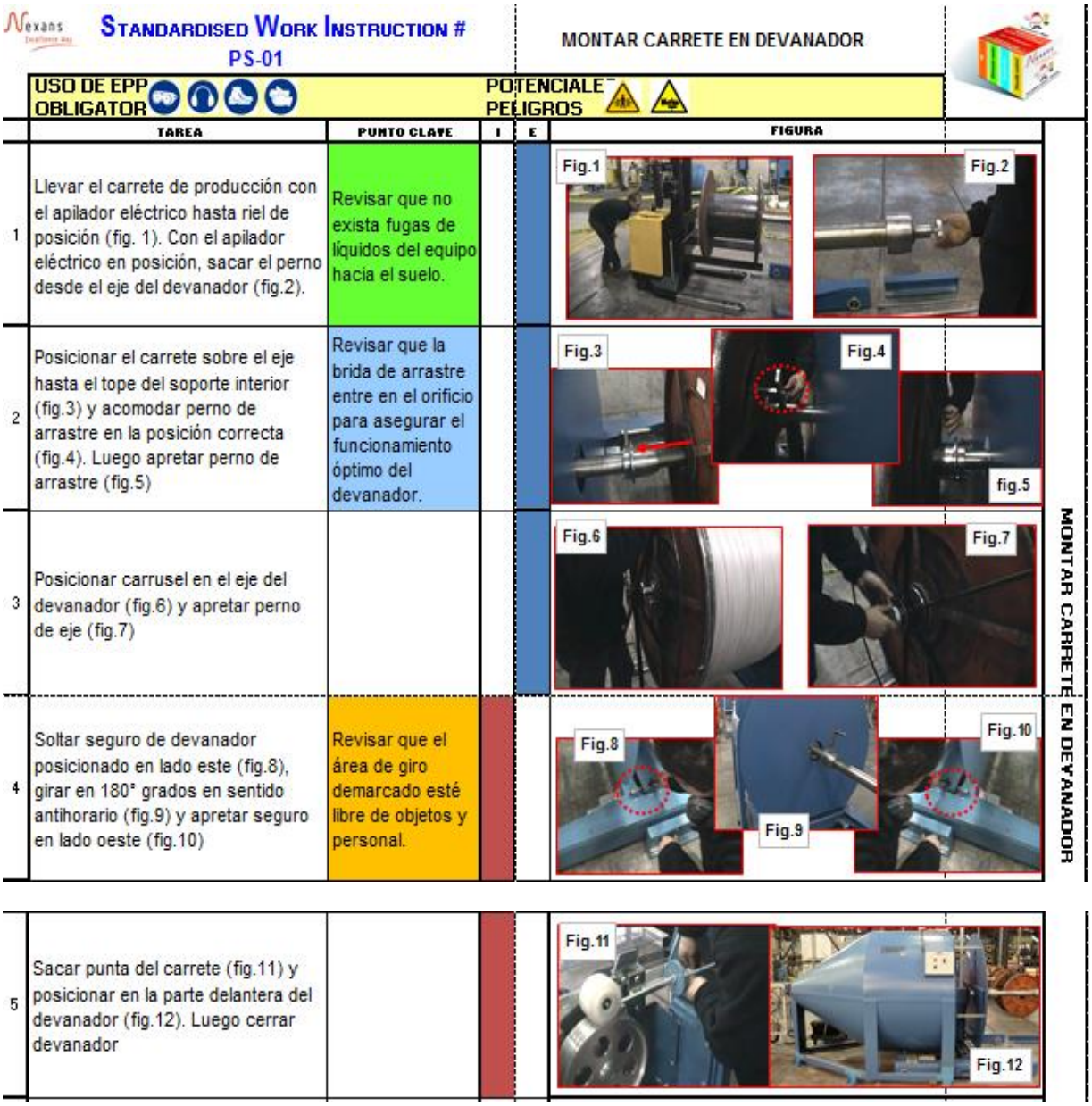
N° orden de actividad	Actividades cambio 25-10	Tiempo promedio(min:seg)
1	Traer transpaleta eléctrica	00:30
2	Montar carrete en devanador	00:50
3	Desmontar carrete del devanador	00:45
4	Cambio carrete devanador	00:22
5	Corcha	01:00
6	Subir núcleo	00:15
7	Mover garras	01:21
8	Abrir puerta de maquinaria	00:03
9	girar núcleo para buscar perno 1	00:02
10	Sacar perno 1 del plato	00:04
11	girar núcleo para buscar perno 2	00:02
12	sacar perno 2 del plato	00:04
13	girar núcleo para buscar perno 3	00:02
14	sacar perno 3 del plato	00:04
15	golpear plato para soltarlo	00:11
16	sacar plato de 50	00:06
17	cambiar punta de desatornillador	00:05
18	sacar núcleo de 25	00:25
19	colocar núcleo de 10	00:26
20	Ir a buscar plato para royos de 10	00:05
21	Buscar posición de los pernos	00:07
22	Colocar plato y pernos	00:33
23	Cambio de receta cortadora	01:00
24	Devolver garras	00:27
25	Cambio de Film superior	02:00
26	Cambio de Film inferior	02:08
27	Cambio de receta cortadora	01:00
28	Cambio etiqueta impresora	01:10
29	Colocar cajón para rollos de 10 m	02:05
	Total	**17:12**

Tabla 25 Nuevo procedimiento cambio 25-10.

(Fuente: Elaboración propia)

7.2.2 Swi de mejoras

Transpaleta eléctrica



STANDARDISED WORK INSTRUCTION # PS-01

MONTAR CARRETE EN DEVANADOR

USO DE EPP OBLIGATOR

POTENCIALE PELIGROS

	TAREA	PUNTO CLAVE	I	E	FIGURA
1	Llevar el carrete de producción con el apilador eléctrico hasta riel de posición (fig. 1). Con el apilador eléctrico en posición, sacar el perno desde el eje del devanador (fig.2).	Revisar que no exista fugas de líquidos del equipo hacia el suelo.			Fig.1 Fig.2
2	Posicionar el carrete sobre el eje hasta el tope del soporte interior (fig.3) y acomodar perno de arrastre en la posición correcta (fig.4). Luego apretar perno de arrastre (fig.5)	Revisar que la brida de arrastre entre en el orificio para asegurar el funcionamiento óptimo del devanador.			Fig.3 Fig.4 fig.5
3	Posicionar carrusel en el eje del devanador (fig.6) y apretar perno de eje (fig.7)				Fig.6 Fig.7
4	Soltar seguro de devanador posicionado en lado este (fig.8), girar en 180° grados en sentido antihorario (fig.9) y apretar seguro en lado oeste (fig.10)	Revisar que el área de giro demarcado esté libre de objetos y personal.			Fig.8 Fig.9 Fig.10
5	Sacar punta del carrete (fig.11) y posicionar en la parte delantera del devanador (fig.12). Luego cerrar devanador				Fig.11 Fig.12

MONTAR CARRETE EN DEVANADOR

Ilustración 67 SWI transpaleta.

(Fuente: Elaboración propia)

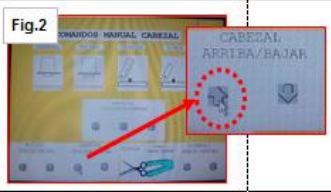
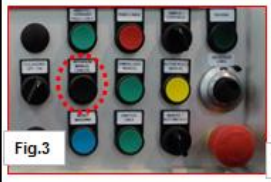
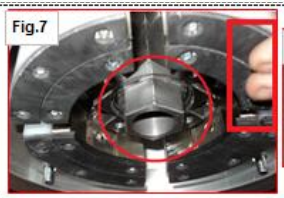
Núcleo para rollos de 25 metros

Nexans

SWI # PS-02 — **INSTALAR NÚCLEO 100 mm.**

USO DE EPP OBLIGATORIO

POTENCIALES PELIGROS

	TAREA	PUNTO CLAVE	I	E	FIGURA
1	Para Instalar Núcleo 100mm (Fig.1), se debe subir el cabezal a su máxima altura, seleccionando **control manual** y presionando en la pantalla **subir cabezal** (Fig.2)	Es necesario que el selector esté en manual, para habilitar la opción de controles manuales.			Fig.1 Fig.2 
2	Se debe rotar el cabezal para soltar todos los pernos, para esto se debe presionar el botón **Rotación manual de Cabezal** (Fig.3). Soltar tapa utilizando llave de impacto neumatica con pieza de # 5mm. (Fig.4)	Uso de Llave neumatica Ver OPL PS-01			Fig.3  Fig.4
3	Soltar los 4 pernos M6 (Fig.5) y extraer tapa de núcleo (Fig.6)				Fig.5 Fig.6
4	Soltar y extraer tuerca (Fig.7) con llave de impacto neumatica con Dado 26 (Fig.8). Retirar núcleo	Sostener el núcleo con la otra mano, ya que al soltar la tuerca (Fig.7 recuadro),el núcleo podría caer.			Fig.7  Fig.8
5	Montar el núcleo de 100mm (fig.9), lubricar si es necesario el agujero del chavetero, con un poco de aceite.	Tener especial cuidado en dejar el chavetero hacia arriba.			Fig.9
6	Montar tuerca hexagonal (Fig.10) utilizando llave de impacto neumatica con dado 26 (fig.8 punto 4)	Montar con cuidado, ya que la tuerca posee **hilo fino** y se puede dañar facilmente.			Fig.10
7	Montar tapa adecuada según el diametro del núcleo (Fig.11) y apretar pernos parker que fijan tapa con llave de impacto neumatica con pieza tipo allen de 5 mm. Colocar tapa con pestaña hacia arriba (Fig.12)	Uso de Llave neumatica Ver OPL PS-01			Fig.11 Fig.12

INSTALAR NÚCLEO 100 mm.

Ilustración 68 SWI de núcleo para rollos de 25 metros.

(Fuente: Elaboración propia)

Cambio de garras

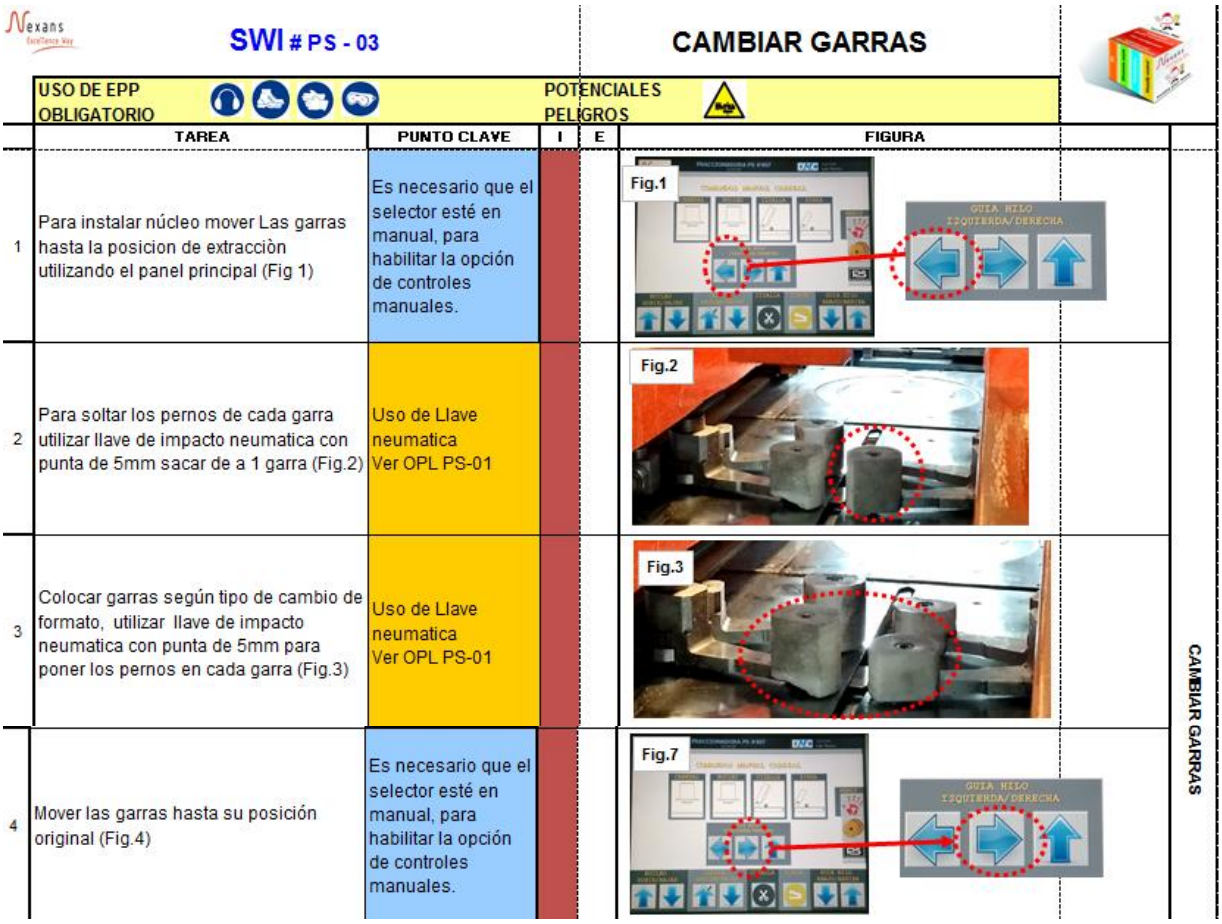


Ilustración 69 SWI de cambio de garras.

(Fuente: Elaboración propia)

7.2.3 Opl de nueva herramienta

exans OPL LECCION DE UN PUNTO	FECHA: 17/08/2016	CÓDIGO OPL: PS-01
TEMA : LLAVE DE IMPACTO NEUMATICA		Tipo de Lección: A ☐ CONOCIMIENTOS BÁSICOS B ☐ SOLUCIÓN DE PROBLEMAS
PREPARADO POR: GISELLE PAVEZ	DEPARTAMENTO: PRODUCCIÓN	SUB-EQUIPO: PS 200/8

1. VELOCIDADES DE GIRO
2. CAMBIO SENTIDO DE GIRO
3. CAMBIO DE PUNTAS
4. ENTRADA DE AIRE COMPRIMIDO

REGISTRO CAPACITACIÓN									
Día / Mes / Año									
INSTRUCTOR									
ALUMNO									

Ilustración 70 Opl de pistola neumática.

(Fuente: Elaboración propia)

Capítulo 8 Validación de propuesta

En este capítulo se mostraran los resultados obtenidos después de la implementación de SMED en la máquina de corte y enrollo de la línea productiva sft de la empresa Nexans Chile. Para apreciar la mejora efectiva de las propuestas se realizará una comparación entre la situación actual y la antigua para luego cuantificar los beneficios hacia la empresa.

8.1 Tiempo reducido

Para poder calcular el tiempo reducido se calculó el tiempo promedio de cada cambio durante el mes de marzo, abril y mayo, para luego calcular el tiempo promedio de preparación de la máquina 407 que se puede visualizar en la siguiente tabla.

Tipo de cambio	Tiempo promedio sin mejoras (Min)	Frecuencia Mensual	T X F (Min)
Actividades cambio 100-50	47,9	9	431,1
Actividades cambio 100-10	116,82	4	467,28
Actividades cambio 100-25	71,58	7	501,06
Actividades cambio 50-25	71,58	6	429,48
Actividades cambio 50-10	110,57	5	552,85
Actividades cambio 25-10	104,38	5	521,9
	Tiempo promedio mensual		**80,66**

Tabla 26 Tiempos de preparación sin mejoras.

(Fuente: Elaboración propia)

Luego de implementar SMED se midieron los nuevos tiempos de preparación durante el mes de septiembre según el tipo de cambio para luego determinar el tiempo promedio de preparación luego de la aplicación de mejoras, en la siguiente tabla se muestran dichos tiempos calculados.

Tipo de cambio	Tiempo promedio con mejoras (MIN)	Frecuencia mensual	T X F (MIN)
Actividades cambio 100-50	11,08	9	99,72
Actividades cambio 100-10	21,03	4	84,12
Actividades cambio 100-25	21,03	7	147,21
Actividades cambio 50-25	21,03	6	126,18
Actividades cambio 50-10	21,03	5	105,15
Actividades cambio 25-10	17,2	5	86
	Tiempo promedio mensual		**18,01**

Tabla 27 Tiempos de preparación con mejoras.

(Fuente: Elaboración propia)

En la siguiente gráfica se puede apreciar la disminución de los tiempos de preparación según el tipo de cambio, se puede observar que el actual tiempo de los cambios se encuentran por debajo 40 minutos que es el tiempo tolerable para estos tipos de cambios, y además está por debajo los 30 minutos que es el tiempo definido como el recomendado por la empresa para dichos cambios (imp)

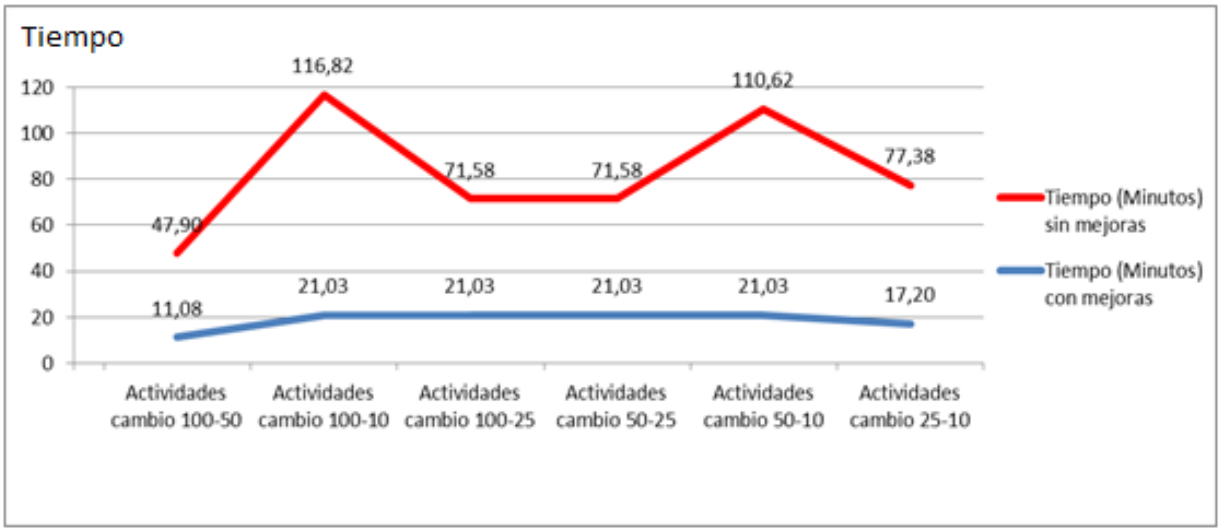


Ilustración 71 Gráfico de mejoras de tiempo.

(Fuente: Elaboración propia)

Ganancia tiempo de producción

Después de obtener los resultados de la implementación de la propuesta, se calculó el tiempo promedio ganado para producción de la máquina 407 en el mes de septiembre (TG_i) tomando en cuenta el tiempo promedio de preparación anterior a la propuesta (TA) y el tiempo promedio posterior a la mejora en el mes i (TP_i).

$$\boldsymbol{TG_i = TA - TP_i}$$

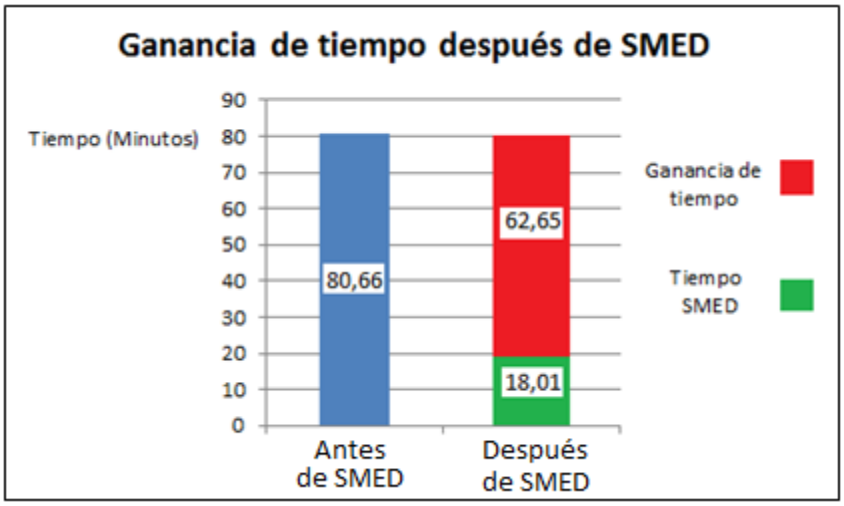


Ilustración 72 Gráfico de ganancia de tiempo.

(Fuente: Elaboración propia)

Como se aprecia en el grafico anterior el tiempo destinado a la preparación promedio antes de la aplicación de SMED (TA) es de 80,66 minutos, es decir 1 hora con 20 minutos y 40 segundos. Durante el mes de septiembre (i) con las mejoras implementadas de SMED, el tiempo de preparación (TP_i) fue de 18,01 minutos con lo cual se superó ampliamente las expectativas de este proyecto (considerando que el tiempo sugerido es de 30 minutos). Por lo tanto la reducción del tiempo promedio en el cambio de formato en el mes de septiembre (TG_i) es de 62,65 minutos, es decir 1 horas con 2 minutos y 39 segundos.

Aumento de producción

El aumento de producción en el mes i (AP_i) se calcula en base al tiempo productivo ganado durante el mes i (TG_i) por la cantidad de cambios realizados durante el mes i (Ci) y por el índice productivo de la máquina (IP)

$$\boldsymbol{AP_i = TG_i \times C_i \times IP}$$

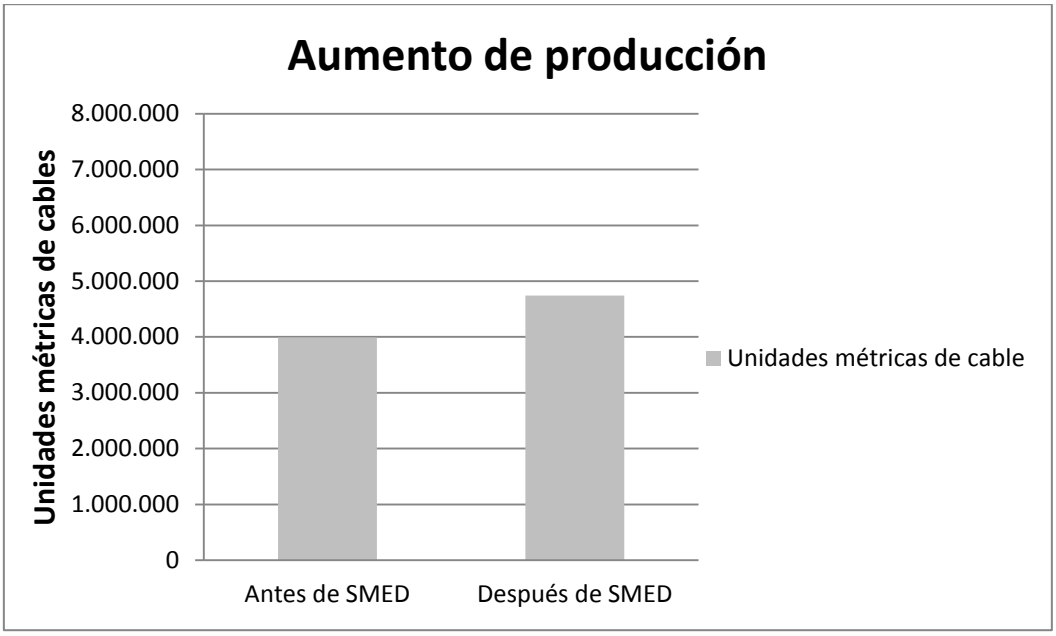


Ilustración 73 Gráfico de aumento de producción.

(Fuente: Elaboración propia)

Como se puede apreciar en gráfico anterior, antes de la aplicación de mejoras la producción era de 3.990.000 metros de cables, mientras que la producción en septiembre con las mejoras implementadas es de 4.741.763 metros de cables.

El aumento productivo en el mes de septiembre (APi) es de 751.763 metros de cables, que traducido a ventas son 21.819.026 pesos

8.2 Evaluación económica del proyecto

Sin proyecto

Se realizó una evaluación económica de la situación sin proyecto de la línea SFT de la empresa Nexans Chile durante un horizonte de 12 meses, donde se obtuvo un beneficio neto de 42.990.528 pesos considerando una tasa anual de 12% y traducida a mensual de 0,95%.

PERIODO (MES)	0	1	2	3	4	5
VENTAS		115.860.000	115.860.000	115.860.000	115.860.000	115.860.000
COSTOS PRODUCCIÓN		-97.350.000	-97.350.000	-97.350.000	-97.350.000	-97.350.000
INSUMOS		-10.000.000	-10.000.000	-10.000.000	-10.000.000	-10.000.000
MANTENCIÓN y REPARACIONES		-3.500.000	-3.500.000	-3.500.000	-3.500.000	-3.500.000
UTILIDAD ANTES DE IMP		5.010.000	5.010.000	5.010.000	5.010.000	5.010.000
IMPUESTO	-24%	-1.202.400	-1.202.400	-1.202.400	-1.202.400	-1.202.400
UTILIDAD DESPUES DE IMP		3.807.600	3.807.600	3.807.600	3.807.600	3.807.600
TASA	12%					
	0,95%					
TOTAL	0	3.807.600	3.807.600	3.807.600	3.807.600	3.807.600
VAN	42.990.528					

6	7	8	9	10	11	12
115.860.000	115.860.000	115.860.000	115.860.000	115.860.000	115.860.000	115.860.000
-97.350.000	-97.350.000	-97.350.000	-97.350.000	-97.350.000	-97.350.000	-97.350.000
-10.000.000	-10.000.000	-10.000.000	-10.000.000	-10.000.000	-10.000.000	-10.000.000
-3.500.000	-3.500.000	-3.500.000	-3.500.000	-3.500.000	-3.500.000	-3.500.000
5.010.000	5.010.000	5.010.000	5.010.000	5.010.000	5.010.000	5.010.000
-1.202.400	-1.202.400	-1.202.400	-1.202.400	-1.202.400	-1.202.400	-1.202.400
3.807.600	3.807.600	3.807.600	3.807.600	3.807.600	3.807.600	3.807.600
3.807.600	3.807.600	3.807.600	3.807.600	3.807.600	3.807.600	3.807.600

Tabla 28 Flujo de línea sin mejoras.

(Fuente: Elaboración propia)

Con proyecto

Para validar el proyecto se realizó la evaluación económica teniendo en consideración el aumento productivo de las mejoras aplicadas en la empresa junto a la inversión necesaria para aquello. Se consideró el resultado obtenido durante el mes de septiembre y se realizó una proyección a 12 meses considerando tal aumento. La inversión necesaria para las propuestas de mejoras y lograr los resultados esperados por la empresa es de 5.100.000 pesos.

Escenario optimista

Este escenario considera la venta del 100% de aumento productivo obtenido con las propuestas de mejoras. La utilidad neta mensual obtenida en esta situación es de 9.943.595 pesos y esta cifra proyectada a 12 meses nos dio un beneficio neto de 107.170.304 pesos, donde la inversión se recupera el primer mes, la tasa interna de retorno es un 195% por lo cual es un proyecto muy rentable y por lo tanto los beneficios adquiridos por la empresa es mayor a la inversión y costos asociados a este.

PERIODO (MES)	0	1	2	3	4	5
VENTAS		137.679.026	137.679.026	137.679.026	137.679.026	137.679.026
COSTOS PRODUCCIÓN		-110.595.348	-110.595.348	-110.595.348	-110.595.348	-110.595.348
INSUMOS		-10.500.000	-10.500.000	-10.500.000	-10.500.000	-10.500.000
MANTENCIÓN Y REPARACIONES		-3.500.000	-3.500.000	-3.500.000	-3.500.000	-3.500.000
UTILIDAD ANTES DE IMP		13.083.678	13.083.678	13.083.678	13.083.678	13.083.678
IMPUESTO	-24%	-3.140.083	-3.140.083	-3.140.083	-3.140.083	-3.140.083
UTILIDAD DESPUES DE IMP		9.943.595	9.943.595	9.943.595	9.943.595	9.943.595
TASA	12%					
	0,95%					
INVERSIÓN	-5.100.000					
TOTAL	-5.100.000	9.943.595	9.943.595	9.943.595	9.943.595	9.943.595
VAN	107.170.304					
TIR	195%					

6	7	8	9	10	11	12
137.679.026	137.679.026	137.679.026	137.679.026	137.679.026	137.679.026	137.679.026
-110.595.348	-110.595.348	-110.595.348	-110.595.348	-110.595.348	-110.595.348	-110.595.348
-10.500.000	-10.500.000	-10.500.000	-10.500.000	-10.500.000	-10.500.000	-10.500.000
-3.500.000	-3.500.000	-3.500.000	-3.500.000	-3.500.000	-3.500.000	-3.500.000
13.083.678	13.083.678	13.083.678	13.083.678	13.083.678	13.083.678	13.083.678
-3.140.083	-3.140.083	-3.140.083	-3.140.083	-3.140.083	-3.140.083	-3.140.083
9.943.595	9.943.595	9.943.595	9.943.595	9.943.595	9.943.595	9.943.595
9.943.595	9.943.595	9.943.595	9.943.595	9.943.595	9.943.595	9.943.595

Tabla 29 Flujo con inversión, escenario optimista. (Fuente: Elaboración propia)

Escenario pesimista

Este escenario considera la venta del 20% de aumento productivo obtenido con las propuestas de mejoras, que corresponde a la cantidad que se adeuda mensualmente a Sodimac. La utilidad neta mensual obtenida en esta situación es de 5.034.799 pesos y esta cifra proyectada a 12 meses nos dio un beneficio neto de 51.746.483 pesos, donde la inversión se recupera el segundo mes, la tasa interna de retorno es un 99% lo que hace un proyecto rentable para la empresa.

PERIODO (MES)	0	1	2	3	4	5
VENTAS		120.223.805	120.223.805	120.223.805	120.223.805	120.223.805
COSTOS PRODUCCIÓN		-99.999.070	-99.999.070	-99.999.070	-99.999.070	-99.999.070
INSUMOS		-10.100.000	-10.100.000	-10.100.000	-10.100.000	-10.100.000
MANTENCIÓN Y REPARACIONES		-3.500.000	-3.500.000	-3.500.000	-3.500.000	-3.500.000
UTILIDAD ANTES DE IMP		6.624.736	6.624.736	6.624.736	6.624.736	6.624.736
IMPUESTO	-24%	-1.589.937	-1.589.937	-1.589.937	-1.589.937	-1.589.937
UTILIDAD DESPUES DE IMP		5.034.799	5.034.799	5.034.799	5.034.799	5.034.799
TASA	12%					
	0,95%					
INVERSIÓN	-5.100.000					
TOTAL	-5.100.000	5.034.799	5.034.799	5.034.799	5.034.799	5.034.799
VAN	51.746.483					
TIR	99%					

6	7	8	9	10	11	12
120.223.805	120.223.805	120.223.805	120.223.805	120.223.805	120.223.805	120.223.805
-99.999.070	-99.999.070	-99.999.070	-99.999.070	-99.999.070	-99.999.070	-99.999.070
-10.100.000	-10.100.000	-10.100.000	-10.100.000	-10.100.000	-10.100.000	-10.100.000
-3.500.000	-3.500.000	-3.500.000	-3.500.000	-3.500.000	-3.500.000	-3.500.000
6.624.736	6.624.736	6.624.736	6.624.736	6.624.736	6.624.736	6.624.736
-1.589.937	-1.589.937	-1.589.937	-1.589.937	-1.589.937	-1.589.937	-1.589.937
5.034.799	5.034.799	5.034.799	5.034.799	5.034.799	5.034.799	5.034.799
5.034.799	5.034.799	5.034.799	5.034.799	5.034.799	5.034.799	5.034.799

Tabla 30 Flujo con inversión, escenario pesimista. (Fuente: Elaboración propia)

Escenario esperado

Este escenario considera la venta del 50% de aumento productivo obtenido con las propuestas de mejoras, que corresponde a la cantidad que se adeuda mensualmente a Sodimac más el aumento de demanda considerado para el próximo periodo. La utilidad neta mensual obtenida en esta situación es de 6.875.598 pesos y esta cifra proyectada a 12 meses nos dio un beneficio neto de 72.530.416 pesos, donde la inversión se recupera el primer mes, la tasa interna de retorno es un 135% lo que hace un proyecto muy rentable para la empresa.

PERIODO (MES)	0	1	2	3	4	5
VENTAS		126.769.513	126.769.513	126.769.513	126.769.513	126.769.513
COSTOS PRODUCCIÓN		-103.972.674	-103.972.674	-103.972.674	-103.972.674	-103.972.674
INSUMOS		-10.250.000	-10.250.000	-10.250.000	-10.250.000	-10.250.000
MANTENCIÓN Y REPARACIONES		-3.500.000	-3.500.000	-3.500.000	-3.500.000	-3.500.000
UTILIDAD ANTES DE IMP		9.046.839	9.046.839	9.046.839	9.046.839	9.046.839
IMPUESTO	-24%	-2.171.241	-2.171.241	-2.171.241	-2.171.241	-2.171.241
UTILIDAD DESPUES DE IMP		6.875.598	6.875.598	6.875.598	6.875.598	6.875.598
TASA	12%					
	0,95%					
INVERSIÓN	-5.100.000					
TOTAL	-5.100.000	6.875.598	6.875.598	6.875.598	6.875.598	6.875.598
VAN	72.530.416					
TIR	135%					

6	7	8	9	10	11	12
126.769.513	126.769.513	126.769.513	126.769.513	126.769.513	126.769.513	126.769.513
-103.972.674	-103.972.674	-103.972.674	-103.972.674	-103.972.674	-103.972.674	-103.972.674
-10.250.000	-10.250.000	-10.250.000	-10.250.000	-10.250.000	-10.250.000	-10.250.000
-3.500.000	-3.500.000	-3.500.000	-3.500.000	-3.500.000	-3.500.000	-3.500.000
9.046.839	9.046.839	9.046.839	9.046.839	9.046.839	9.046.839	9.046.839
-2.171.241	-2.171.241	-2.171.241	-2.171.241	-2.171.241	-2.171.241	-2.171.241
6.875.598	6.875.598	6.875.598	6.875.598	6.875.598	6.875.598	6.875.598
6.875.598	6.875.598	6.875.598	6.875.598	6.875.598	6.875.598	6.875.598

Tabla 31 Flujo con inversión, escenario esperado. (Fuente: Elaboración propia)

Capítulo 9 Conclusión

En conclusión, luego de la implementación de Smed se pudo notar una amplia reducción del tiempo en la preparación de la máquina 407, de 80,66 a 18,02 minutos, con la aplicación de 7 mejoras y una inversión total de 5.100.000 pesos.

En relación al beneficio neto de la empresa sin inversión es de 42.990.528 pesos proyectado a un plazo de 12 meses, mientras que el beneficio neto con inversión a ese mismo plazo es de 107.170.304 pesos en el mejor escenario, mientras que en el peor caso con proyecto, el beneficio neto a 12 meses es de 51.746.483 pesos, lo cual es mayor a los beneficios sin proyecto, con lo cual se validan las propuestas de mejoras. No obstante el resultado obtenido no es totalmente representativo debido a que se necesita un tiempo de prueba mayor para saber el real impacto de tal mejora. Los resultados se obtuvieron a partir de la medición realizada durante el mes de septiembre, por ende los resultados se condicionaron a la medición de aquel mes, por este motivo se necesita un mayor plazo para saber cómo se comporta la línea productiva con las mejoras incorporadas.

A futuro se pretende ver el comportamiento de la máquina 407 para obtener un resultado más significativo en relación al real impacto que producirá las mejoras incorporadas en el procedimiento de preparación y en la productividad de máquina.

Como producto de este proyecto se generaron Swi, Opl y una lista de actividades de preparación a realizar con mejoras incorporadas para estandarizar los nuevos procedimientos y ser aplicados por cualquier operador de la máquina 407.

Para finalizar se puede concluir que el proyecto en esta instancia es altamente rentable, donde la inversión necesaria para lograr aquel aumento productivo se recupera en el mejor caso el primer mes, por lo cual se superaron las expectativas en relación al beneficio que la empresa podrá adquirir.

10 Bibliografías

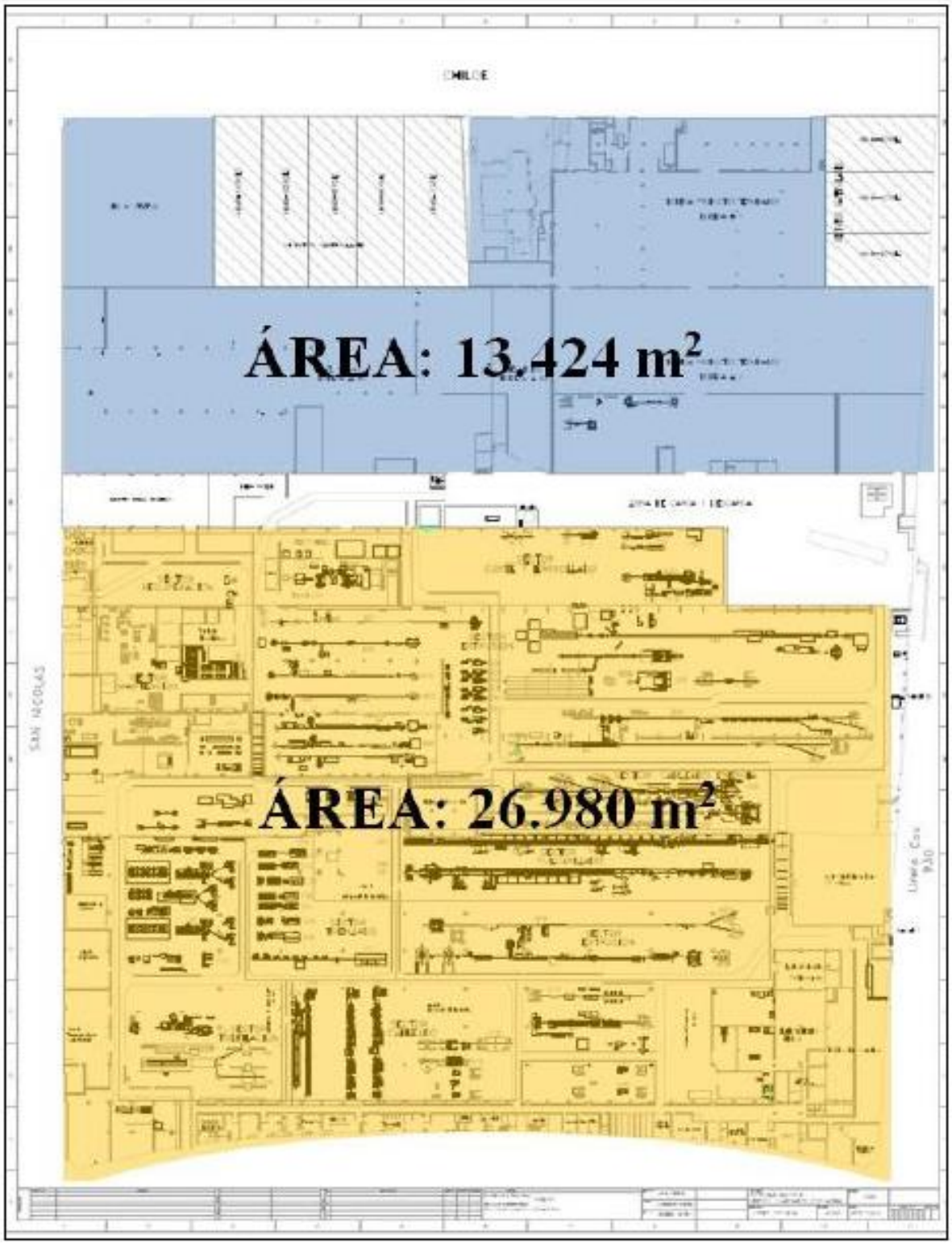
- Jesús Ugalde Víquez, 2003, Programación de operaciones, Páginas 112-116
- Documentos facilitados por Nexans Chile S.A
- Nexans S.A, 2016, Documentos de entrenamiento, SMED
- Nexans S.A, 2016, Documentos de entrenamiento, SWI
- Nexans S.A, 2016, Documentos de entrenamiento, OPL
- Nexans S.A, 2016, Documentos de entrenamiento, Mejora continua
- Control estadístico de la calidad, Douglas C. Montgomery, Limusa Wiley, 3° edición, 2008
- Mantenimiento total productivo: Una visión global, Carola Mónica Gómez Santos, páginas 49-52
- Administración de la producción y operaciones, Chase, Jacobs, Aquilano, Mc Graw Hill, 10° edición, 2005
- Lluís Cuatrecasas, 2006, Gestión integral de la calidad, Páginas 70-86
- Mario Corrales y Mario Obando, 2007, Matemática estadística tomo 2, Página 100
- José Víctor Delgado, 2015, Planificación estratégica, Página 145
- Jay Heizer y Barry Render, 2004, Principios de administración de operaciones 5ta edición, Páginas 50-67
- Miguel Fernández Gómez, 2014, Lean Manufacturing en Español, Páginas 120-145
- Página web de Nexans S.A. “www.Nexans.com”
- Página web de Madeco S.A. “www.Madeco.cl”
- Página web de Sodimac S.A. “www.Sodimac.cl”

11 Anexos

ANEXO 1: Presencia a nivel mundial de Nexans

(Presencia mundial de Nexans. Fuente: Catalogo de Nexans)

ANEXO 2: Layout de planta

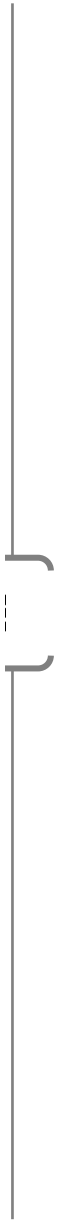


(Layout de planta. Fuente: Gerencia de operaciones de Nexans

ANEXO 3: Ruta de productos por familia

FAMILIA	MAQUINAS / PROCESOS / PRODUCTOS	105	122	130
		Trefilado Grueso	Trefilado intermedio	Trefilado Fino
CLASE 2 LV	COMPRIMIDO/COMPACTO MONOPOLAR	x	x	x
	COMPRIMIDO/COMPACTO MULTICONDUCTOR DELGADO (BAJA TENSIÓN)			
	COMPRIMIDO/COMPACTO MULTICONDUCTOR GRUESO (BAJA TENSIÓN)			
DESNUDO	CU	x	x	x
FREETOX-FLEX	FLEXIBLE MONOPOLAR LIBRE DE HALOGENO >= 8 AWG		x	
MULTIFLEX MONO	FLEXIBLE MONOPOLAR PVC < 8 AWG			
	FLEXIBLE MONOPOLAR PVC >= 8 AWG			
FREETOX (H07Z1-K)	FREETOX (H07Z1-K)			
MV	MONOPOLAR DE MEDIA TENSION	x	x	
	MULTICONDUCTOR DE MEDIA TENSION			
FREETOX-FLEX MULTI	MULTICOND. FLEX DELGADO LIBRE DE HALOGENO			
	MULTICOND. FLEX GRUESO LIBRE DE HALOGENO			
MULTIFLEX MULT.	MULTICONDUCTOR FLEX DELGADO MULTIFLEX			
	MULTICONDUCTOR FLEX GRUESO MULTIFLEX			
SHD GOMA	SHD GOMA			
SHD POLIURETANO (EU)	SHD POLIURETANO (EU)			
SUPERNYA	SUPERNYA	x		
THHN	THHN 10, 12 Y 14 AWG	x	x	x
	THHN 8 AWG A 500 MCM	x	x	x
OTROS	PRT			
	SETP	x	x	
	SOUDRONIC	x		
	TPS	x		
	XT	x	x	
	TEDT		x	
	H05Z1Z1-F			
	GENERICOS (CUERDAS FLEXIBLES/COMPRIMIDOS)	x	x	

131	135	200	201	202	203	204	205	210	211	215	216	218	219	220	221
Trefilado Fino	Trefilado intermedio	Cableado de fases y blindadora	Cableado de desnudos	Cableado de desnudos	Cableado de desnudos	Cableado de desnudos	Cableado de desnudos	Blindadora	Cableado de torones	Cableado doble torsión	Cableado doble torsión	Cableado de torones Flexibles	Cableado de torones Flexibles	Cableado de torones	Cableado de torones
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
X	X					X									
	X		X	X	X	X	X		X			X	X		
X	X		X	X	X	X	X	X				X	X	X	
X	X		X	X	X	X	X	X				X	X	X	
											X		X		
		X	X	X	X	X	X	X	X					X	
		X	X	X	X	X	X				X				
		X	X	X	X	X	X				X				
		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	
		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	
		X	X	X	X	X	X	X						X	
		X	X	X	X	X	X		X					X	
						X								X	
	X		X		X	X	X		X			X	X		
	X		X		X	X	X		X			X	X		
									X				X		
	X														
		X	X	X	X	X	X	X	X						
											X				
X	X		X		X	X	X		X			X	X	X	X

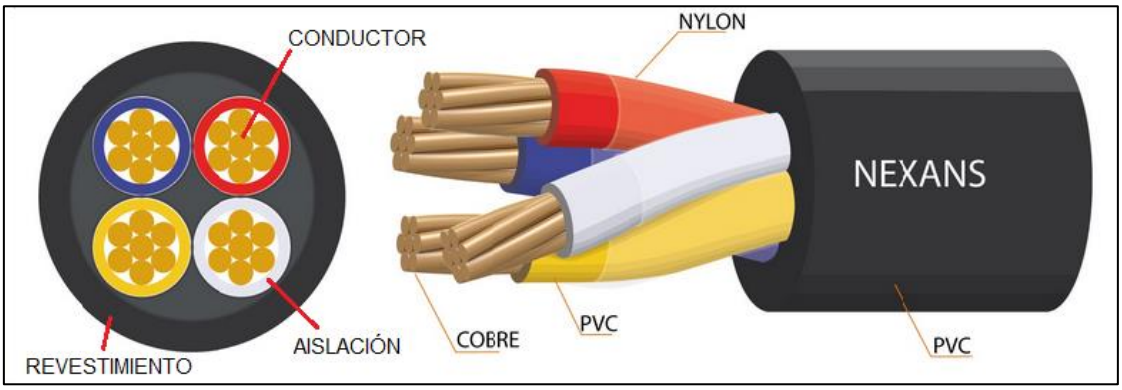


222	223	224	225	226	227	230	231	232	253	300	301	302	303	304	308
Cableado de torones	Cableado de torones	Cableado de torones	Cableado de torones	Cableado de torones	Cableado de torones	Trenzadora		Trenzadora	Cableado de fases	Aislación	Chaqueta	Aislación y chaqueta THHN	Aislación	Aislación	Aislación Nya
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
X			X	X						X	X		X		
X				X						X	X	X	X	X	
X				X						X	X	X	X	X	
X			X	X						X		X		X	X
X	X								X	X	X				
X									X	X	X		X	X	
X									X	X	X		X	X	
X									X	X	X	X	X	X	
X									X	X	X	X	X	X	
X				X		X	X	X	X						
X								X	X	X					
														X	X
	X		X	X					X			X		X	
	X		X	X					X			X		X	
													X	X	X
										X				X	X
										X		X			
									X	X	X			X	
														X	
X	X	X	X	X	X										

	310	311	315	320	331	332	400	401	404	406	407	410	411	412	601	602	612
Aislación		Aislación y chaqueta Flexibles	Extrusión	Chaqueta	Media tension	Media tension					Corte y rollos	Corte y rollos			Estañadora	Estañadora	
		x	x	x				x		x					x	x	
							x				x	x			x	x	
		x	x	x													
		x	x	x													x
		x	x	x													x
		x	x	x													
		x	x	x													
		x	x	x													

ANEXO 4: Información adicional del Proceso general de fabricación de cables.

Para comprender el proceso de fabricación de la empresa es fundamental conocer la estructura básica de un cable que consiste en un conductor ya sea de cobre principalmente o aluminio que son la base de este producto, una aislación que interrumpe el contacto con cualquier otro ente conductor, y finalmente un revestimiento cuya función es dar consistencia y aislación al cable final.



(Cable Thhn. Fuente: Catalogo de Nexans)

Máquina de Trefilado

(Máquina de trefilado. Fuente: Catalogo de Nexans)

Máquina de Cableado o trenzado

(Máquina de cableado. Fuente: Catalogo de Nexans)

Máquina de Extrusión

(Máquina de extrusión. Fuente: Catalogo de Nexans)

Máquinas utilizadas en los procesos productivos

N° Máquina	Descripción de máquina	N° Máquina	Descripción de máquina
101	Trefiladora Vaughm	**305**	Trefiladora Tubera 2 1/2
105	Trefiladora Niehoof MM85	**306**	Trefiladora Tubera 2 1/2
106	Trefiladora Niehoof MM85	**307**	Trefiladora Tubera 2 1/2
110	Trefiladora Barcro	**308**	Línea Extrusión Uniline
121	Trefiladora Niehoof	**310**	Línea Extrusión Royle 4. 1/2"
122	Trefiladora Multihilo Intermedia	**311**	Línea Extrusión Davis Standard
130	Trefiladora Multihilo Fina	**315**	Línea Extrusión Davis Standard 4. 1/2
131	Trefiladora Niehoff Multihilo Fina	**320**	Línea Extrusión Davis Standard
133	Trefiladora Syncro Fina	**330**	Extrución y vulcanizado Royle 3.1/2"
134	Trefiladora Vaughm Ext	**331**	Extrución y vulcanizado Steam Cure
135	Trefiladora Vaughm Ext	**332**	Extrución y vulcanizado Dry Cure
136	Trefiladora Vaughm Ext	**400**	Cortadora Retazo
140	Laminador Robertson	**401**	Cortadora de Rollos
141	Laminador Bull-B	**402**	Cortadora de Rollos Davis
200	Cableadora Drum Twister Caballe	**403**	Cortadora de Rollos Davis
201	Cableadora Watson	**404**	Cortadora de Rollos SK
202	Cableadora Watson	**405**	Cortadora de Rollos
203	Cableadora Watson Tubular	**406**	Cortadora de Rollos
204	Cableadora Tubular	**407**	Cortadora de Rollos PS
205	Cableadora 54+1 Caballe	**410**	Cortadora de Rollos PS
210	Cableadora Armadora Kraft	**411**	Enrolladora Barricas
211	Cableadora Northampton	**412**	Enrolladora Barricas
215	Cableadora Doble Torsión Edmans 36"	**500**	Pareadora de Cee
216	Cableadora Doble Torsión Krupp	**501**	Pareadora de Cee
218	Buncher Niehoff 800	**502**	Pareadora de Cee
219	Buncher Niehoff 800	**503**	Pareadora de Cee
220	Buncher Lesmo	**504**	Pareadora de Cee
221	Buncher Lesmo	**505**	Pareadora DT Cecco
222	Buncher Caballe	**506**	Pareadora DT Cecco
223	Buncher Lesmo 800	**507**	Pareadora Cecco 24"
224	Buncher Caballe 630	**550**	Formadora de Unidades Caballe
225	Buncher Niehoff 630	**551**	Formadora de Unidades
226	Buncher Niehoff 630	**560**	Cortadora Cameron (tela)
227	Buncher Caballe 630	**561**	Cortadora Goebel (papely myl)
228	Buncher Cecco	**562**	Cortadora Cameron (aluminio)
230	Trenzadora Wardwell 24	**563**	Cortadora Cameron (arpillera)
231	Trenzadora Wardwell 24	**601**	Estañadora Cook Gruesa
232	Aisladora Vertical Kraft	**602**	Estañadora Cook Gruesa (2)
233	Aisladora Vertical Kraft	**603**	Horno recocido
234	Aisladora Horizontal Aimco	**611**	Reenrolladora
250	Aisladora KMB - VS	**612**	Reparadora Pares Davis Electri

251	Aisladora KMB - VS	**613**	Chispera Parchad
253	Cableadora 2400 pares Drum Twister	**621**	Cámara de Aire Caliente
300	Línea Extrusión Davis Estándar	**622**	Henschel 2
301	Línea Extrusión Davis Estándar	**623**	Banbury
302	Línea Extrusión THHN	**624**	Henschel 1
303	Línea Extrusión Maillefer	**650**	Control de calidad
304	Línea Extrusión Davis Standard	**660**	Equipos de Embalaje y Despacho

(Máquinas utilizadas en Nexans. Fuente: Nexans Chile)

Clasificación de máquinas según actividad productiva

Trefilación	Cableado de fase	Cableado desnudo	Bunch (Cableado)	Blindado
105	200	201	211	210
110	216	202	218	252
122	253	203	219	
130	215	204	221	
131		205	222	
135			223	
101			225	
121			226	
106			227	
			220	

(Clasificación máquinas. Fuente: Nexans Chile)

Trenzado	Extrusoras	Corte y rollo	Chispeado	Estañado
232	300	401	612	602
231	301	404		
	303	406		
	304	407		
	308	410		
	311	412		
	320	400		
	302	411		
	621	405		
	310			
	315			

(Clasificación máquinas. Fuente: Nexans Chile)

ANEXO 5 Información adicional de la línea productiva SFT.

Productos

Supernya

Los cables Supernya son conductores eléctricos fabricados de cobre con pvc como material de aislamiento. Estos cables comúnmente son utilizados en instalaciones eléctricas de viviendas. Soporta una temperatura máxima de servicio de 70 grados Celsius.

Se fabrican en formatos de 10, 25. 50 Y 100 metros que pueden tener calibre de 1,5, 2,5, 4 y 6 mm^2.

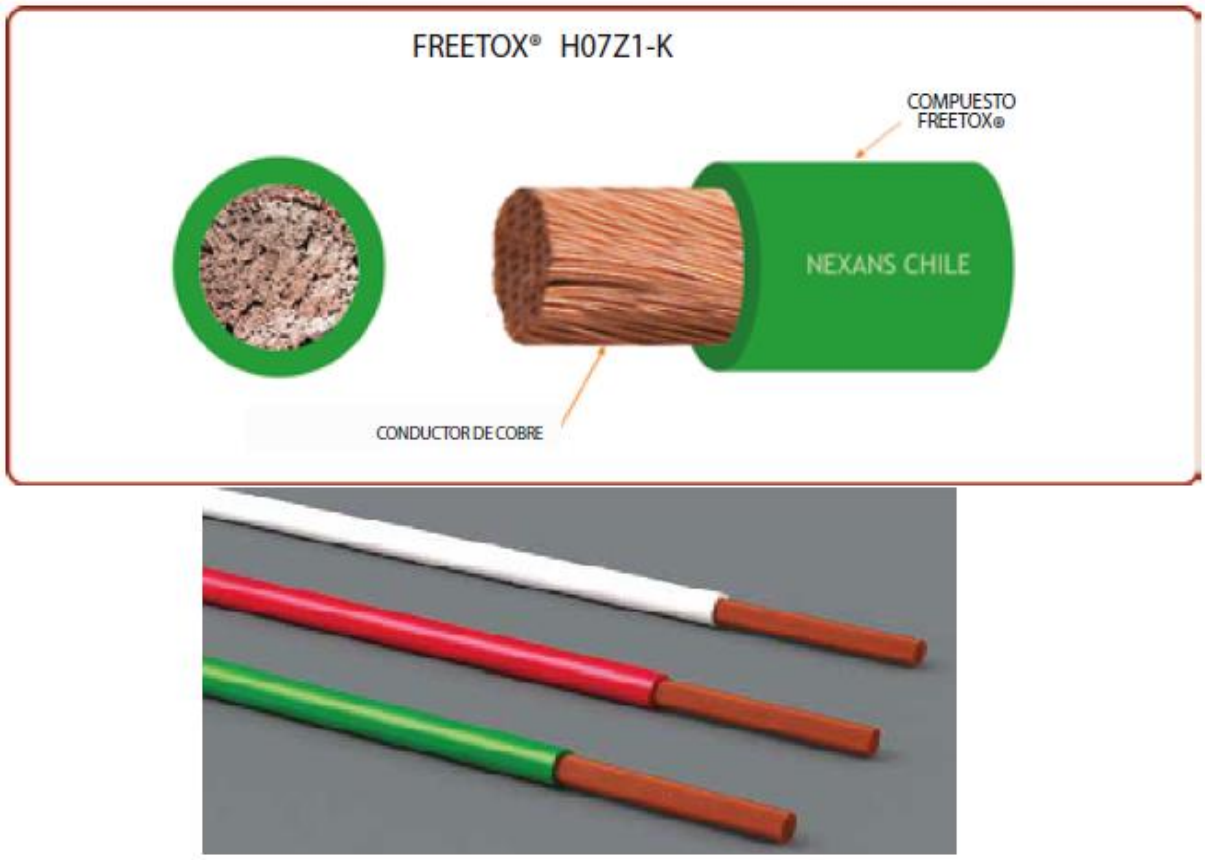
(Cable Supernya. Fuente: Nexans Chile)

El proceso productivo de los cables Supernya comienza en el momento que se tiene la materia prima preparada para dar inicio a la faena, esta materia consiste en un alambrón de cobre, el cual pasa por un proceso de trefilado grueso para lograr el diámetro requerido para la producción. Luego pasa por un proceso de cableado desnudo y de torones en donde se le da la estructura al cable en formación. Teniendo la estructura, este producto pasa por el proceso de extrusión en donde se le aplica el aislante, se hace un control de calidad y finalmente pasa por

el proceso de corte y enrollado para así tener el producto final que es un rollo de cable Supernya.

Freetox H07Z1-K

Los cables Freetox H07Z1-K son conductores compuestos por varias hebras finas de alambre de cobre y una cubierta de compuesto Freetox que es un recubrimiento libre de halógeno. Estos cables son utilizados comúnmente para los sistemas de alumbrado y para instalaciones en hospitales, casinos, hospitales y lugares de gran concentración de personas. Se fabrican en formatos de 10, 25, 50 Y 100 metros que pueden tener calibre de 1,5, 2,5, 4 y 6 mm^2.



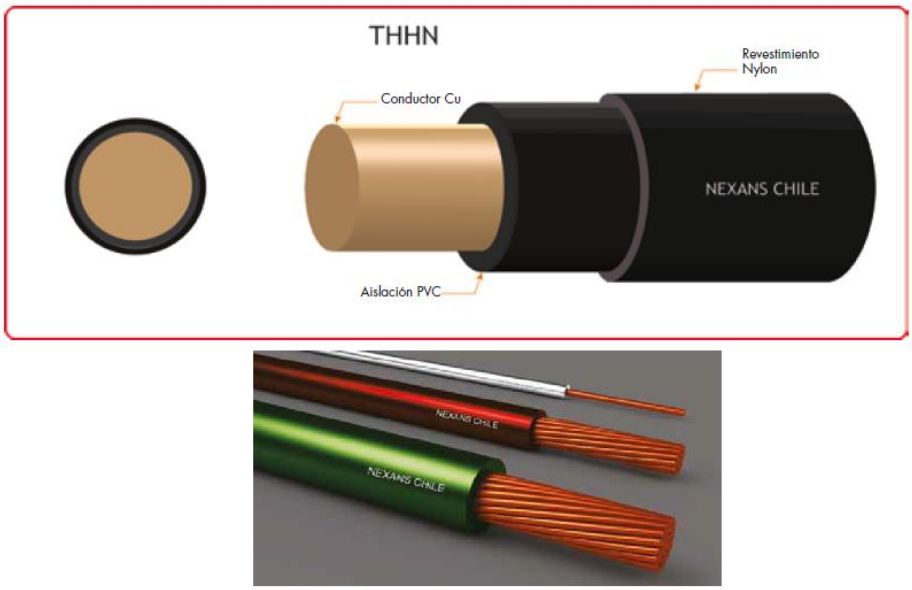
(Cable Freetox. Fuente: Nexans Chile)

El proceso productivo de los cables Freetox H07Z1-K comienza cuando el alambrón de cobre pasa por el proceso de trefilado grueso, intermedio y fino para reducir considerablemente el diámetro del alambre, luego pasa por el proceso de cableado para dar la estructura del cable. Posterior a esa etapa se va al proceso de extrusión donde se le aplica un

componente aislante libre de halógenos. Finalmente este producto es cortado y enrollado para luego aplicar un control de calidad para tener el cable comercial Freetox H07Z1-K.

Thhn

Los cables Thhn son conductores formados por un conductor de cobre con una aislación y revestimiento de Nylon. Este tipo de cable soporta una temperatura máxima de servicio de 90 grados Celsius, son comúnmente utilizados en bencineras e instalaciones industriales, además son libres de halógenos lo cual le da una propiedad especial de ser más estable al estar en contacto con fuego, no se consume rápidamente.



(Cable THHN. Fuente: Nexans Chile)

El proceso productivo de los cables Thhn comienza cuando el alambrón es sometido al proceso de trefilado grueso e intermedio para reducir el diámetro del conductor. Posterior a este proceso pasa por cableado o Bunch para dar la estructura al conductor. Luego este cable es recubierto por un compuesto aislante llamado Nylon en el proceso de extrusión para posteriormente ser cortado y enrollado por la máquina 407 y finalmente ser sometido a una prueba de calidad para así tener el producto terminado y listo para la venta.

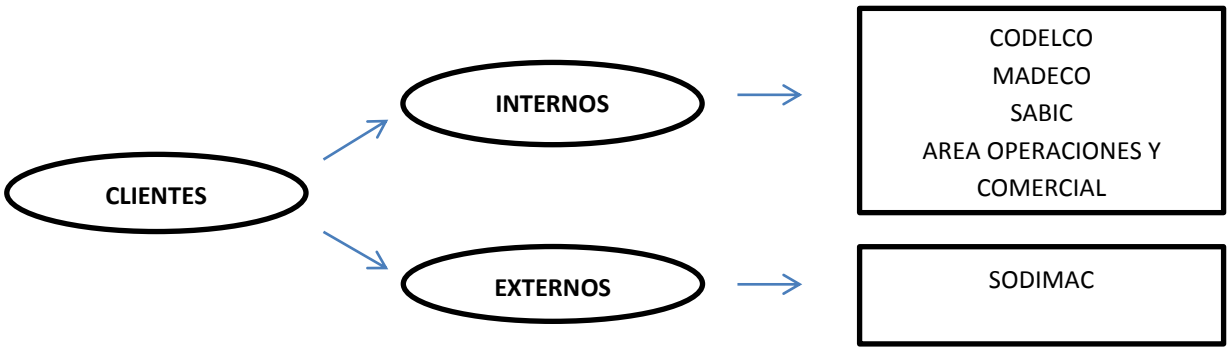
Clientes en la línea productiva SFT

Los clientes son por definición toda entidad a la cual está destinada una cierta producción o servicio. Es decir el último eslabón de la cadena de suministro.

Estos clientes pueden ser internos o externos.

Los clientes internos es todo miembro de la empresa que recibe un resultado de algún producto fabricado en esta para mejorarlo antes de llegar al cliente. También cae en esta categoría los proveedores y socios de la empresa.

Los clientes externos son los que consumen un producto fabricado por una empresa, como también pueden ser otras empresas que realicen algún enlace con esta.



(Clientes de Nexans. Fuente: Elaboración propia)

SIPOC en línea SFT

Proveedor	Insumos	Proceso	Salida	Cliente
Los principales proveedores de Nexans son Codelco y Sabic	Para el proceso se necesita mano de obra como los operadores de las máquinas junto con las Materias primas para el proceso	Consiste básicamente en la ejecución de 3 procesos, trefilado, cableado, extrusión y corte y enrollo.	Los productos que se obtienen de este proceso son los cables Freetox, Supernya y Thhn	El único cliente en la línea productiva SFT es Sodimac

(Sipoc. Fuente: Elaboración propia)

ANEXO 6 Check list de insumos para eliminación de actividades de desperdicio

Regla: Por cada "NO" Informar a responsable.	Fecha:
Inspector:	

Causales de desperdicio de tiempo		**Responsables**
¿Hay (cantidad) o más pallets especiales (azules) en la zona de carga de la máquina?	☐ SI ☐ NO	Informar a Programador de la Producción (Cristóbal Lagos).
¿Hay (cantidad) o más pallets especiales (azules) en la Zona de acopio?	☐ SI ☐ NO	Informar a Programador de la Producción (Cristóbal Lagos).
¿Hay (cantidad) o más cajones para producir?	☐ SI ☐ NO	Informar a Programador de la Producción (Cristóbal Lagos).
¿La Transpaleta está Funcionando?	☐ SI ☐ NO	Informar Jefe de Mantención (Rubén Ortiz).
¿Se dispone de rollos para chipeadora? (Uno en máquina y otro en Bodega)	☐ SI ☐ NO	Informar a Jefe de Bodega (Carlos Fernández).
¿Se dispone de rollos para la impresora de etiquetas? (Uno en máquina y otro en Bodega)	☐ SI ☐ NO	Informar a Jefe de Bodega (Carlos Fernández).
¿Se dispone de film para la producción diaria?	☐ SI ☐ NO	Informar a Jefe de Bodega (Carlos Fernández).

Observaciones

(Check list de insumos. Fuente: Elaboración propia)

ANEXO 7 Check list de ajustes para eliminación de actividades de desperdicio. Fuente: Elaboración propia.

Regla: Por cada "NO" Informar a responsable para la realización de ajustes.	Fecha:
Inspector:	

Causales de desperdicio de tiempo		**Responsables**
¿La chipeadora se encuentra calibrada?	☐ SI ☐ NO	Informar a técnicos de mantención (Julio Pereira, Álvaro Barroso o Marco Vergara)
¿Los topes de la salida del horno se encuentran ajustados?	☐ SI ☐ NO	Informar a técnicos de mantención (Julio Pereira, Álvaro Barroso o Marco Vergara)
¿Los film se encuentran centrados?	☐ SI ☐ NO	Informar a técnicos de mantención (Julio Pereira, Álvaro Barroso o Marco Vergara)
¿Los polines de centrado se encuentran ajustados?	☐ SI ☐ NO	Informar a técnicos de mantención (Julio Pereira, Álvaro Barroso o Marco Vergara)

Observaciones

(Check list de ajustes. Fuente: Elaboración propia)