


Schmidt, Mario Alberto

***El sistema de control de calidad y la industria 4.0:
estudio de caso de una empresa manufacturera de
Santa Fe***

Maestría en Administración de Empresas

Año: 2024

Licencia:  [CC BY-NC 4.0 Deed | Attribution-NonCommercial 4.0
International | Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Cita recomendada: Schmidt, M.A. (2024). *El sistema de control de calidad y la industria 4.0 : estudio de caso de una empresa manufacturera de Santa Fe*. Universidad Nacional de Rafaela. [Repositorio Institucional Digital UNRaf](#)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RAFAELA

MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

EL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD Y LA INDUSTRIA 4.0:
ESTUDIO DE CASO DE UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE
SANTA FE

ALUMNO

MARIO SCHMIDT

DIRECTOR

MG. SEBASTIÁN DANIELE

RAFAELA, 2023

Índice

Resumen.....	3
Definición del problema	5
Justificación	6
Objetivos	7
<i>Objetivos generales</i>	7
<i>Objetivos específicos</i>	7
Marco teórico.....	8
Metodología	22
Clasificación.....	22
Unidad de análisis	22
Instrumentos de recolección de datos.....	22
Etapas	23
Caracterización de la línea.....	24
Evaluación del sistema de calidad implementado.....	29
Análisis estadístico del sistema de calidad	35
Industria 4.0	42
Sistemas interconectados.....	46
Realidad aumentada	48
Big data	49
Machine learning	50
Visión artificial.....	56
Metrología en línea.....	59
Desarrollo.....	61
Conclusión	76
Referencias.....	78
Anexo	80
Entrevistas	80
Observación de Tareas.....	96
Diagrama en bloques del proceso productivo de Colchón Plus.....	105
Certificados	106

Resumen

En esta tesis se pretende determinar los aportes que la industria 4.0 podría hacer en el proceso de control de calidad de la empresa Colchón Plus, para efectuar propuestas que mejoren el desempeño del sistema productivo. El alcance de este trabajo se limita a la elaboración de propuestas, excluyendo su implementación práctica.

Los objetivos principales son describir el sistema de control de calidad de la empresa Colchón Plus y detectar oportunidades de mejora en el sistema de calidad utilizando herramientas digitales de la industria 4.0.

Durante la fase de investigación, se llevaron a cabo entrevistas con los diferentes participantes del sistema productivo y aquellos involucrados con el control de calidad. Se realizaron observaciones de tareas y se analizó la información estadística del sistema de calidad correspondiente al año 2021, para identificar puntos claves de la cadena productiva. También se investigaron las tecnologías habilitadoras de la industria 4.0 que podrían ser relevantes para el caso.

Como resultado de este estudio, se obtuvieron una serie de propuestas enmarcadas en el concepto de Calidad 4.0. En caso de que la empresa decida implementarlas, se espera obtener diversos beneficios, destacando una línea de producción más eficiente, una disminución de los desperdicios y una mejora en la satisfacción de los clientes.

Introducción

En la actualidad, gracias al auge de los medios de comunicación digitales, las empresas tienen una mayor facilidad para llegar a los consumidores, sin importar su tamaño. Esto significa que prácticamente cualquier emprendimiento puede promocionar sus productos o servicios ante su público objetivo. Sin embargo, este panorama a menudo propicia una intensa competencia entre las empresas, ya que todas buscan asegurarse una parte significativa del mercado. Como resultado, se requiere que los actores involucrados tomen medidas para desarrollar productos relevantes y garantizar la satisfacción de los clientes.

Por tanto, en todas las empresas, independientemente de su tamaño, es esencial garantizar la calidad de los productos entregados a los clientes. Aunque el control de calidad es fundamental, su implementación puede ser un desafío para las organizaciones debido a diversos factores, como limitaciones de recursos humanos, complejidades propias del producto o la velocidad de producción.

Este trabajo tiene como objetivo analizar cómo la adopción de la industria 4.0 puede simplificar este proceso a través de transformación digital de los procesos. Se pretende determinar si es factible desarrollar soluciones que mejoren el control de calidad en la empresa Colchón Plus.

Definición del Problema

El propósito de esta tesis de maestría es analizar cómo la transformación digital, específicamente la adopción de tecnologías de la industria 4.0, puede mejorar el proceso de control de calidad en la empresa Colchón Plus. La pregunta central de esta investigación es si la implementación de sistemas basados en tecnologías de la industria 4.0 puede contribuir a una detección más efectiva de problemas en el proceso de producción, lo que a su vez conduciría a una mayor eficiencia en la fabricación.

Este trabajo final tiene la intención de identificar áreas de mejora y explorar las posibilidades de abordar estas mejoras mediante la aplicación de herramientas de la industria 4.0. Es importante destacar que esta iniciativa no busca reemplazar la intervención humana, sino más bien promover una colaboración más eficiente entre los empleados y las tecnologías disponibles. El resultado final deseado es la optimización del proceso de fabricación.

Justificación

La empresa Colchón Plus se dedica principalmente a la fabricación de diversos modelos de colchones y cuenta con una extensa red logística que abarca todo el país, lo que facilita la distribución de sus productos fabricados en la provincia de Santa Fe, ofreciendo una amplia cobertura territorial.

En la actualidad, cuando un cliente presenta una queja relacionada con la calidad de un colchón, la empresa procede a reemplazar el producto por uno nuevo. No obstante, debido a que la distribución de los productos se lleva a cabo desde Santa Fe a todas las regiones del país, esta acción no es un asunto menor. Por ejemplo, un reemplazo por garantía en la ciudad de Buenos Aires no solo conlleva el costo del producto y afecta la confianza del cliente, sino que también implica un proceso logístico complejo. El transporte del colchón es delicado porque se trata de un producto voluminoso que puede dañarse fácilmente durante el traslado, ya que muy pocos modelos pueden ser contenidos por una caja

Es importante destacar que un colchón de dos plazas de gama media ocupa aproximadamente el 0,5% del espacio de carga en un semirremolque. Además, para mantener la satisfacción del cliente, es crucial proporcionar una solución rápida. En muchos casos, esto implica programar envíos que no son eficientes desde el punto de vista de la operación logística habitual. Por lo tanto, reducir al máximo la salida de productos con defectos de calidad atribuibles al proceso de fabricación es fundamental. En la actualidad, existe un punto de control de calidad al final de la línea de producción, pero presenta dos desafíos significativos: en primer lugar, debido a la diversidad de productos, los auditores deben aplicar criterios de calidad variables de un producto a otro; en segundo lugar, el punto de control abarca el 100% de la producción del sector, lo que ejerce presión sobre los auditores para que realicen la tarea rápidamente y eviten retrasar la línea de producción. Un retraso en el punto de control afecta tanto la producción (generando retrasos) como al proceso logístico (aumentando el tiempo de espera de los camiones en las dársenas).

El propósito principal de este trabajo es evaluar el impacto de la tecnología en el control de calidad, especialmente en casos donde los parámetros de verificación no se relacionan principalmente con medidas cuantitativas. Por ejemplo, es esencial comprobar la ausencia de costuras rotas, la combinación adecuada de colores en las telas o la presencia de manchas en los colchones. Estos aspectos no son fáciles de identificar mediante las tecnologías de automatización convencionales. Por lo tanto, los resultados obtenidos a través de esta tesis tendrán una relevancia significativa en la mejora del control de calidad en la empresa.

Objetivos

A continuación, se detallan los objetivos generales y específicos del trabajo.

Objetivos Generales

- Describir el sistema de control de calidad de la empresa Colchón Plus
- Detectar oportunidades de mejora en el sistema de calidad utilizando herramientas digitales de la industria 4.0.

Objetivos Específicos

- Caracterizar el sistema de calidad implementado en la empresa Colchón Plus
- Determinar la problemática en cuanto al control de calidad en la línea de montaje de la empresa Colchón Plus
- Determinar que herramientas de la industria 4.0 pueden ser aplicables al sistema de calidad de Colchón Plus

Marco Teórico

El concepto "Calidad" es clave en la industria moderna, ya que se refiere a la capacidad de una empresa para producir bienes y servicios que cumplan con los estándares de calidad requeridos por sus clientes y por las normativas legales. La competitividad es un aspecto vital de las empresas en el mercado actual. Poseer una buena calidad permite a las empresas satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes, garantizar su fidelidad y aumentar la reputación de la marca en el mercado.

A continuación, para formalizar la definición de calidad, se citarán a dos autores dedicados a dicho tema. Según Gutiérrez Pulido (2010), "la calidad es ante todo la satisfacción del cliente, la cual está ligada a las expectativas que éste tiene sobre el producto o servicio" (p.20). Esto destaca la vital importancia que tiene el control de la calidad del producto para la prosperidad de la empresa. Para Ishikawa (1989), "el control de calidad consiste en el desarrollo, diseño, producción, comercialización y prestación del servicio de productos y servicios con una eficacia del costo y una utilidad óptima, y que los clientes comprarán con satisfacción" (p. 2).

Además de los beneficios referidos a la percepción del cliente, aplicar el control de calidad a la cadena de producción puede reducir costos y mejorar la eficiencia en los procesos productivos, ya que un producto bien diseñado y fabricado correctamente genera menos desperdicios y defectos, lo que reduce los costos de producción y aumenta la productividad.

La tarea del control de calidad no es un concepto nuevo, ya que, desde la antigua Grecia, los artesanos se preocupaban por producir productos de alta calidad. Uno de los primeros registros de control de calidad data del siglo V a.C., cuando los trabajadores de la construcción griega utilizaban herramientas de medición para asegurar que las columnas en los templos fueran de tamaño y forma uniformes.

Durante la Revolución Industrial, el control de calidad se centró en la inspección final de los productos. Los trabajadores inspeccionaban los productos uno a uno para detectar defectos, pero no se preocupaban por mejorar el proceso de producción. Esto cambió a principios del siglo XX con el enfoque de W. Edwards Deming en la mejora continua de la calidad. Deming propuso el uso de estadísticas y la participación de los trabajadores en la mejora de los procesos para lograr una mayor calidad y productividad.

En los años 50 y 60, Japón adoptó las ideas de Deming y comenzó a emplearlas en su industria. El sistema de producción conocido como "Lean Manufacturan" se desarrolló en Japón y se centró en la eliminación de desperdicios y la mejora continua. Esto llevó a la creación del concepto de "control de calidad total", que se centraba en perfeccionar todos los aspectos del proceso de producción, incluyendo planificación, diseño, fabricación y entrega.

En la década de 1980, se desarrolló la norma ISO 9000 para proporcionar una guía sobre el control de calidad. Esta norma se centraba en la documentación y la gestión de procesos aplicables a todas las industrias. Esto llevó de manera generalizada a todas las industrias adoptar la gestión de calidad y mejora continua.

En base a la experiencia acumulada con los años, se puede afirmar que para mejorar la calidad de los procesos y productos se pueden utilizar herramientas y técnicas, como el análisis de causa raíz, la gestión de riesgos, el diseño experimental, la estadística aplicada y la gestión del cambio. Estas herramientas y técnicas permiten identificar las causas de los problemas de calidad, analizar los riesgos asociados a los procesos productivos, diseñar experimentos para mejorar los procesos, productos y gestionar el cambio en la empresa para garantizar la sostenibilidad de la mejora continua.

Dentro de una empresa, el control de calidad se debe llevar a cabo por un departamento dedicado exclusivamente a esta tarea. Dicha área establecerá parámetros y normativas para asegurar un control consistente en las características de los productos alineados con los requerimientos del mercado. Este departamento interactúa con las áreas de producción mediante los auditores de calidad, quienes serán los encargados de interpretar las normativas y asegurar que los parámetros de calidad del producto final cumplan con las expectativas de los clientes.

El sistema de gestión de calidad está definido por el conjunto de acciones planificadas y sistemáticas necesarias para proporcionar la confianza adecuada en un producto o servicio. Permitiendo satisfacer los requisitos referidos a la calidad. Si bien todas las empresas deberían preocuparse por la calidad de sus productos, no siempre es fácil implementarla debido a la serie de dificultades que se presentan:

- Si la producción es muy diversificada, existirán un gran número de parámetros a chequear, lo que puede generar confusiones al momento de realizar el control.
- Si el ritmo de producción es elevado, la tarea se puede volver repetitiva y estresante, lo que pueden propiciar errores por parte del auditor (los percibirá el usuario final).
- Si el producto es voluminoso, es posible que para realizar su control sea necesario manipularlo y esto puede ocasionar problemas físicos.

Con el objetivo de optimizar los resultados a lo largo del tiempo, el control de calidad fue evolucionando en base a las herramientas y conocimientos disponibles. El propósito de todos estos cambios siempre fue maximizar los resultados y minimizar las posibilidades de error.

Si aplicamos lo visto hasta el momento a la industria de colchones, se observa que el control de calidad es esencial para garantizar la satisfacción del cliente. Algunos de los puntos clave en el control de calidad son los siguientes:

- Selección de materiales de alta calidad: La calidad del colchón depende de los utilizados para su fabricación, los cuales deben ser seleccionados cuidadosamente para garantizar calidad y durabilidad.
- Control de calidad en la producción: Los procesos de producción deben ser rigurosamente controlados para garantizar la consistencia y calidad del producto final. Incluyendo control de cantidad y calidad de materiales utilizados como también el seguimiento de los estándares de producción.
- Inspección final del producto: Cada colchón debe ser inspeccionado cuidadosamente antes de salir de la fábrica para asegurarse de que cumpla con los estándares de calidad y seguridad. Cualquier colchón que no cumpla con estos estándares debe ser descartado o reparado antes de ser enviado al cliente.

A continuación, analizaremos algunos aspectos del aporte de William Edward Deming, considerado uno de los padres de la calidad moderna, a esta temática.

Basándose en el trabajo de Deming sobre la reconstrucción de la industria japonesa después de la segunda guerra mundial, se determinó que "La mejora de la calidad conduce a una reducción de los costos, debido a que hay menos reprocesos, errores y retrasos; se optimiza la línea de producción y los materiales. Esto lleva a una mejora de la productividad a través de la conquista del mercado con una mejor calidad y un precio más bajo, lo que permite mantener el negocio y la creación de más empleo". Como resultado de su trabajo, Deming definió 14 principios que indican cómo se debe administrar una organización para asegurar su éxito a través de la calidad. Esto representa una buena herramienta para determinar si el proceso de calidad está alineado con los resultados esperados por la organización. Estos principios son:

- Crear constancia de objetivos: esforzarse por lograr mejoras constantes de productos y servicios, con el propósito de ser competitivos y garantizar la forma de hacer negocios, lo que permitirá la retención del empleo. No solo efectuar ajustes al final del proceso de producción, sino evaluar si son necesarias las mejoras durante el proceso y aplicarlas de inmediato.
- Adoptar la nueva filosofía: No se pueden tolerar más los niveles comúnmente aceptados de errores, defectos, la supervisión inefectiva e inadecuada, ya que el precio de los defectos los paga el cliente.

- Eliminar la dependencia de la inspección masiva para asegurar la calidad: poner fin a la dependencia de las inspecciones y controles finales para garantizar la calidad. La calidad es un atributo inherente al producto desde el comienzo de su fabricación Esta sección se enlaza con el primer punto que promueve la importancia de las mejoras provisionales.
- Acabar con la práctica de conceder un contrato sólo por su precio: es conveniente construir una relación buena y duradera con los proveedores a largo plazo, que fomente la confianza y aumente la lealtad. Una organización debe confiar en los proveedores ya que suministran partes de la línea de producción y son el primer enlace para que el producto sea de alta calidad.
- Mejorar constantemente y para siempre: La mejora de procesos significa un mejor uso del esfuerzo humano, entrenamiento. Esto significa eliminar barreras para mejorar la calidad y la productividad. La calidad mejorada conduce a un menor desperdicio de otras materias primas, lo que posteriormente tiene un efecto rentable.
- Establecer el entrenamiento o capacitación: la capacitación y el desarrollo de los empleados son necesarios para la supervivencia de una organización. Se deben aprovechar todas las habilidades de las personas. Un entrenamiento no será efectivo hasta que se eliminen las barreras para hacer bien el trabajo.
- Adoptar e implementar el liderazgo: El líder debe enfocarse en la mejora del sistema, y no en corregir productos. Debe también eliminar las barreras que no hacen posible el logro de un buen trabajo. Para Deming es necesario que los líderes conozcan el trabajo que supervisan, para ello deberán tener la posibilidad de informar a la gerencia las condiciones que necesitan ser corregidas.
- Expulsar el miedo: ningún profesional puede dar lo mejor de sí hasta que se sienta seguro. Administrar con temor hará que las personas oculten los problemas existentes en el trabajo
- Romper las barreras: al eliminar los límites entre los departamentos, la cooperación puede ser mejor y los diferentes equipos de expertos desarrollarán su trabajo de forma colaborativa. Esto se puede hacer mediante la creación de equipos multifuncionales.
- Eliminar exhortaciones: eliminar los lemas “estimulantes” del lugar de trabajo. Tales lemas, advertencias y exhortaciones se perciben como condescendientes. Los problemas de calidad y producción no surgen de las acciones individuales, sino del sistema mismo.
- Eliminar gestión por objetivos: evitar enfoques en lograr ciertos márgenes, esto impide que los profesionales realicen bien su trabajo y tomen el tiempo necesario para ello.

Establecer objetivos numéricos sin estar acompañados por un método para lograrlo, no significa nada. La dirección deben centrarse en la calidad en lugar de la cantidad.

- Permitir el orgullo en el trabajo: Dejar que los empleados se sientan orgullosos de su oficio y experiencia. Las personas sienten más satisfacción cuando tienen la oportunidad de ejecutar su trabajo bien, sin sentir la presión de los plazos.
- Establecer la educación: Integrar y promover la capacitación, el autodesarrollo y la mejora para cada empleado. Alentar a los empleados a trabajar en sí mismos y ver sus estudios y capacitaciones como una parte evidente de sus trabajos. Esta acción contribuye a tener un mejor plantel profesional.
- La transformación es trabajo de todos: La gerencia debe estar comprometida en establecer los 13 puntos anteriores, explicar a sus colaboradores la necesidad del cambio y dejar claro que la transformación involucrará a todos.

Ahora, en base a lo anterior, el análisis de Deming se puede aplicar a la industria colchonera de la siguiente manera:

- Enfoque en la calidad: adoptar un enfoque centrado en el cliente, donde se busque elaborar productos de alta calidad que satisfagan las necesidades de los clientes.
- Mejora continua: esto se puede lograr mediante la implementación de procesos de mejora continua que permita a las empresas identificar áreas problemáticas para aplicar cambios para mejorar la calidad y la eficiencia en la producción.
- Reducción de costos: identificando procesos y áreas donde se puedan reducir costos sin comprometer la calidad del producto.
- Toma de decisiones basada en datos: recopilando datos sobre los procesos de producción y la calidad del producto, lo que permitirá tomar decisiones informadas sobre cómo mejorar la producción.
- Liderazgo efectivo: establecer líderes que fomenten una cultura de mejora continua y que estén comprometidos con la calidad, la eficiencia y la satisfacción del cliente.

De lo expuesto anteriormente, se concluye que el control de calidad es de suma importancia, ya que está directamente relacionado con el cumplimiento de los estándares requeridos por el mercado. Esto implica una relación directa con la aceptación o el rechazo del producto por parte del cliente.

La implementación del proceso de control de calidad tiene sus complejidades, ya que éste necesita evolucionar a lo largo del tiempo y adaptarse al proceso productivo.

Para ofrecer alternativas de solución a dicho problema, se pretende analizar las posibles propuestas que surjan al introducir la transformación digital en las empresas.

A continuación, se desarrollará el eje temático de "Transformación Digital".

La transformación digital se ha convertido en un tema clave para la industria en todo el mundo. A medida que la tecnología avanza y los consumidores aumentan sus exigencias, las empresas deben adaptarse a un entorno en constante cambio para mantenerse relevantes y competitivas.

Pero ¿qué se entiende como transformación digital?. Débora Slotnisky (2016) define la transformación digital como "un proceso por el cual se aprovechan las soluciones digitales para hacer lo que hacíamos antes, pero de manera eficiente gracias al aprovechamiento de los datos, los cuales, analizados correctamente, se convierten en conocimiento" (Cap. 1). En términos simples, se trata del proceso de utilizar tecnología digital para mejorar los procesos empresariales y la forma en que las empresas interactúan con sus clientes y proveedores. Esto puede implicar la adopción de nuevas tecnologías, como la inteligencia artificial, el aprendizaje automático, la nube, como así también la integración de la tecnología existente para mejorar la eficiencia y la calidad.

Sobre los beneficios que trae la aplicación de la transformación digital a las empresas, Garrell y Guilera (2019) sostienen que la "cooperación reforzada entre máquinas y humanos permitirá a los fabricantes de componentes producir varios tipos de componentes de una línea de producción en tamaños de lote más pequeños, cuando sea beneficioso. La calidad del producto mejorará a través de la reducción del trabajo manual y el aumento del uso de datos en tiempo real para detectar errores." (p.63)

La transformación digital está modificando la industria de varias maneras.

En primer lugar, está cambiando la forma en que se llevan a cabo los procesos empresariales. Las empresas están utilizando la tecnología para automatizar tareas que anteriormente requerían la intervención humana, lo que reduce los errores y aumenta la eficiencia. Además, la transformación digital está permitiendo a las empresas recopilar y analizar datos en tiempo real, lo que les permite tomar decisiones mejor fundamentadas y estratégicas.

Aunque la transformación digital ofrece muchos beneficios para la industria, también presenta algunos desafíos.

Uno de los mayores es la adopción de nuevas tecnologías. Las empresas pueden tener dificultades para adaptarse a la tecnología digital y pueden necesitar invertir en capacitación y desarrollo de habilidades para sus empleados. Además, la seguridad y la privacidad de los datos pueden ser preocupaciones importantes, especialmente cuando se utilizan tecnologías como la inteligencia artificial y el aprendizaje automático.

A pesar de estos desafíos, la transformación digital sigue siendo una tendencia clave en la industria. Las empresas que adoptan la tecnología digital están en una posición mejor para competir y prosperar en un entorno empresarial en constante cambio. Además, la

transformación digital puede ayudar a las empresas a reducir costos, aumentar la eficiencia y la satisfacción del cliente.

Ahora, si analizamos el caso de la industria colchonera, algunas iniciativas de transformación digital que se pueden aplicar son las siguientes:

- **Análisis de datos:** el análisis de datos es una herramienta útil para mejorar la eficiencia y la calidad de los procesos de producción en la industria colchonera. Los datos recopilados de los sensores y otras fuentes pueden ser analizados para identificar oportunidades de mejora y optimizar la producción.
- **Automatización de procesos:** la automatización de procesos puede ayudar a las empresas a reducir los costos y aumentar la eficiencia en la producción de colchones. La automatización puede incluir desde la implementación de robots en la línea de producción hasta la digitalización de procesos administrativos.
- **Realidad aumentada:** la realidad aumentada puede ayudar a los clientes a visualizar cómo se verá el colchón en su hogar antes de realizar la compra. La implementación de aplicaciones móviles de realidad aumentada puede mejorar la experiencia del cliente y aumentar las ventas.

De la incorporación de la transformación digital a la industria surge el concepto de "Industria 4.0". Hoy en día es muy común escuchar hablar de la industria 4.0 o cuarta revolución industrial. Los autores Basco et al. (2018), establecen que: "La Industria 4.0, también denominada La Cuarta Revolución Industrial, se asocia con la informatización y digitalización de la producción, y con la generación, integración y análisis de una gran cantidad de datos a lo largo del proceso productivo y del ciclo de vida de los productos" (p. 24).

Para Motta et al (2019) "Industria 4.0 es un concepto para referirse a un conjunto de transformaciones productivas e institucionales, que describe la organización de los procesos de producción basada en las tecnologías de la información y dispositivos comunicados autónomamente entre sí a lo largo de la cadena de valor". (p.6)

El primer concepto de industria 4.0 se centra en la dimensión tecnológica, destacando la importancia de la informatización, la digitalización y el análisis de datos. El segundo se centra en la dimensión organizativa, destacando la importancia de la interconexión y la autonomía de los dispositivos.

Teniendo en cuenta esto, podemos concluir que la industria 4.0 es un fenómeno complejo que tiene un impacto en todos los aspectos de la producción industrial.

Las tecnologías 4.0 están transformando los procesos productivos, los modelos de negocio y la relación entre las empresas y sus clientes.

Pero esta revolución no es algo que apareció espontáneamente, sino que es producto de sucesivos hechos que comenzaron a ocurrir aproximadamente 200 años atrás.

A continuación, se describirá brevemente el camino recorrido por la industria:

Las revoluciones industriales se iniciaron con la aparición de tecnologías innovadoras que modificaron las formas de producción industrial, produciendo fenómenos económicos y sociales que cambiaron el curso de la historia. Durante los siglos XIX y XX, a consecuencia de los avances tecnológicos, la sociedad experimentó 3 revoluciones industriales.

En Inglaterra, entre los años 1750-1840, se inició la primera revolución industrial. El desencadenante de este evento fue la máquina de vapor. Se introdujeron a la cadena productiva sistemas mecánicos y se comenzó a utilizar para la elaboración de productos la energía hidráulica y la máquina de vapor. Se aumentaron los volúmenes de producción y la economía comenzó a adoptar como base la actividad industrial.

Las tecnologías evolucionaron hasta que se llegó a la segunda revolución industrial, que ocurrió alrededor de 1870. Aparecieron las líneas de montaje y en las actividades industriales se comenzó a utilizar la energía electromecánica. Se continuó acentuando la migración de la población desde el campo a las ciudades. Se aumentaron los niveles de producción y comenzaron a aparecer los conceptos de calidad.

Con los avances en el campo de la electrónica, llegamos a la tercera revolución industrial. Esta ocurrió aproximadamente en 1969 y se caracterizó por la automatización de los procesos y por la introducción de las computadoras.

El grado de automatización fue avanzando hasta llegar a la 4ta revolución industrial, llegando a la integración de los sistemas y a la transformación digital de los procesos.

La tecnología comienza a interactuar con el humano, ayudándolo a tomar decisiones.

Profundizando en la temática de la industria 4.0, se detallará qué tecnologías comprende esta nueva etapa.

Según lo expresado por Blasco et al. (2018), la 4ta revolución industrial engloba las 10 tecnologías habilitadoras que se mencionan a continuación: sistemas interconectados, robótica, internet de las cosas, manufactura aditiva, Big Data, la nube (también denominada cloud computing), simulación de entornos digitales, inteligencia artificial, ciberseguridad y realidad aumentada.

Cada empresa realiza sus procesos de una manera determinada y cada rubro tiene sus particularidades, entonces el desafío es la manera de adaptar las diferentes tecnologías para que aporten positivamente en cada actividad. Adicionalmente, existen diferentes niveles de maduración tecnológica en las empresas, lo que significa que cada una de ellas tendrá diferentes grados de dificultad para incorporarse a esta cuarta revolución.

Aunque todas las tecnologías habilitadoras de la industria 4.0 son prometedoras en sus beneficios, hay que determinar cuáles tendrán mayor impacto en el desempeño de la empresa. Para ello, es necesario determinar el nivel tecnológico con el que cuenta la

organización, la permeabilidad al cambio y el compromiso con la innovación por parte de la directiva. Todo esto será clave para lograr el éxito de las acciones que se implementen. Luego de todo lo planteado, surge la pregunta sobre el nivel de adopción de las tecnologías de la industria 4.0 en la Argentina.

Según Albrieu et al. (2019) en su trabajo llamado “Travesía 4.0: Hacia la Transformación Industrial Argentina” indica que la travesía recién comienza. Su trabajo identifica a tres grupos de empresas:

- Un pequeño conjunto (6% de la muestra) que, pese a no ser enteramente 4.0, se encuentra próximo a la cima tecnológica;
- Un grupo, que incluye al 45% de la muestra, que se caracteriza por emplear tecnologías de desarrollo medio y ser activo para cerrar las brechas que lo separan de la frontera tecnológica
- Otro grupo abarca cerca de la mitad de las empresas, las cuales usan tecnologías de primera y segunda generación y parecen inactivas frente al cambio tecnológico.

Los autores cuando hacen referencia a las generaciones tecnológicas se refieren a la siguiente clasificación:

- Primera generación: sistema productivo carente de flexibilidad, automatización rígida y aislada, con el uso de tecnologías de información y comunicación (TICs) en contabilidad, planificación o en la producción.
- Segunda generación: sistema productivo flexible, automatización flexible o semiflexible con el uso de TICs, sin integración o sólo integración parcial entre las áreas de la empresa (por ejemplo, CAD-CAM, que integra la planificación y la producción).

Del análisis de encuestas realizadas a diferentes empresas, Albrieu et al, en su obra “Travesía 4.0: Hacia la Transformación Industrial Argentina” destaca 3 aspectos importantes:

- Las tecnologías de la industria 4.0 son de uso marginal
- Existe porcentaje de empresas que continúan utilizando tecnologías previas a la aparición de la industria 4.0
- La mayoría de las industrias aún no ha tomado medidas para cerrar la brecha que las separa de la industria 4.0.

Los autores también detallan que la buena noticia es que Argentina tiene uno de los entramados industriales más profundos de América Latina ya que cuenta con los activos necesarios para poder completar esta travesía hacia la adopción de la industria 4.0, que debe ser vista como una buena oportunidad para revitalizar el sector productivo

Basco et al (2018) en su obra "Industria 4.0 fabricando el futuro" expresa que según una encuesta realizada por la consultora Boston Consulting Group (BCG) en 2017 a ejecutivos de empresas industriales argentinas, el 76% de los entrevistados reconoce que la evolución de su compañía hacia la industria 4.0 forma parte de los temas de discusión de la alta gerencia (p.84).

Si bien los vaivenes políticos / económicos y la dificultad de acceso a financiamiento son un factor desalentador para que las empresas evolucionen a la industria 4.0, los beneficios de la transformación están presentes en la mente de los empresarios. Será de vital importancia el rol del estado para que implemente políticas que facilite el acceso al financiamiento para que allane el camino este proceso evolutivo.

En cuanto a la razón por la que las empresas incorporan tecnología por parte de las pymes argentinas, según Motta et al. (2019) fue consecuencia de la necesidad de solucionar uno o más problemas específicos presentados en las empresas. Estos estaban relacionados con un amplio abanico de cuestiones, como por ejemplo fallas en los procesos de producción. (p.35)

El autor especifica que las inversiones en tecnologías 4.0 son para buscar mejoras en la calidad del producto final, reducir costos y facilitar el aumento de la escala de producción. (p.35)

Sobre los beneficios en la incorporación de tecnologías de la industria 4.0, Motta et al. (2019), detalla en su informe, que un tercio de las pymes analizadas mencionó explícitamente como uno de los principales beneficios de la incorporación de las tecnologías digitales fue el aumento de las ganancias o el ahorro de costos, las mejoras en calidad y las mejoras en las condiciones de trabajo. En algunos casos también se mencionaron como beneficios la mejora en las relaciones con sus clientes y la ampliación de la escala de producción. (p.38)

Volviendo al significado de industria 4.0, el concepto en sí, Quezada Torres (2023) se refiere a la aplicación de tecnologías avanzadas y la integración de sistemas inteligentes en los procesos de producción para mejorar la eficiencia y la calidad de los productos. Teniendo en cuenta este concepto, algunas de las iniciativas de la industria 4.0 que se pueden aplicar a la industria colchonera son las siguientes:

- Internet de las cosas (IoT): la aplicación de sensores en la producción de colchones puede ayudar a recopilar datos sobre los procesos de producción y el rendimiento de los productos. Los sensores pueden detectar la calidad de los materiales y posibles fallas en la producción.
- Realidad aumentada: la utilización de realidad aumentada puede ayudar en la producción y en la formación de los trabajadores. Por ejemplo, se puede utilizar para

guiar al personal de producción en la instalación de diferentes componentes de los colchones.

- Impresión 3D: La tecnología de impresión 3D puede ayudar en la producción de prototipos.
- Robótica: la automatización de algunos procesos de producción puede reducir los costos y aumentar la eficiencia en la producción de colchones.

Garrell y Guilera en su obra “La industria 4.0 en la sociedad digital” expresa que: “Las empresas, para ser competitivas, deben afrontar dos retos: por un lado, llegar a ser tan eficientes como la media de su subsector, pero por otro, para poder consolidar, deben dar un paso más para conseguir ofrecer, en algún punto, una de «las mejores prácticas» de su nicho de mercado. Solo así podrán competir a largo plazo”. (Garrell & Guilera , 2019, pág. 184).

Considerando lo desarrollado hasta ahora, se concluye que la calidad en la fabricación es clave para el éxito de cualquier empresa que desee competir en el mercado actual.

El control de calidad en la actualidad es un proceso continuo y sofisticado que abarca todas las fases del proceso productivo y es esencial para garantizar la satisfacción del cliente, mantener la competitividad en el mercado y promover un futuro sostenible.

Se utilizan tecnologías y técnicas de mejora continua para optimizar la calidad y eficiencia. Para lograr una buena calidad, es necesario aplicar los principios básicos de la gestión de calidad, establecer un sistema de gestión de calidad efectivo y utilizar diversas herramientas y técnicas para mejorar los procesos y productos. De esta manera, las empresas pueden satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes, reducir los costos de producción, aumentar su productividad y rentabilidad.

El control de calidad ha sido un proceso constante de mejora y adaptación a los cambios en la tecnología y la industria. La adopción generalizada de la gestión de calidad y la mejora continua ha llevado a una mayor eficiencia y productividad en todas las industrias.

Por otro lado, la industria 4.0 ofrece entre muchas ventajas, una mayor capacidad para recopilar y analizar datos, como así también la integración de los distintos procesos.

Esto representa una gran oportunidad para las empresas que buscan mejorar su competitividad y ofrecer mejores productos y servicios a sus clientes

Para aprovechar al máximo estas oportunidades, las empresas deben estar dispuestas a invertir en tecnología, capacitación, desarrollo de competencias, y estar dispuestas a adaptarse a un entorno de negocios cada vez más digital y automatizado.

La incorporación de tecnología en los procesos da como resultado el nacimiento de nuevos conceptos.

En base a la combinación de los temas desarrollados anteriormente surge un nuevo concepto que tendrá gran impacto en el caso de Colchón Plus. Esta nueva temática será la Calidad 4.0 que surge de la unión de los conceptos relacionados con la Calidad e Industria 4.0.

Dan Jacob (2020) define la calidad 4.0 "como la combinación de nuevas tecnologías con métodos de calidad tradicionales para llegar a nuevos óptimos en excelencia operacional, desempeño e innovación".

La calidad 4.0 se enfoca en el uso de la tecnología para mejorar la calidad de los productos y servicios de una empresa, y para optimizar sus procesos de producción y gestión de calidad. Se trata de una evolución de la calidad total que se centra en su mejora continua y que ahora se apoya en tecnologías digitales avanzadas para mejorar la eficiencia y eficacia de los procesos.

Las tecnologías digitales avanzadas que se utilizan en la calidad 4.0 permiten una mayor capacidad de recopilación y análisis de datos, lo que se traduce en una mejor toma de decisiones, mayor capacidad para detectar y resolver problemas de calidad de manera rápida y eficiente. Además, estas tecnologías también permiten la implementación de sistemas de seguimiento y monitoreo en tiempo real, lo que mejora la capacidad de la empresa para identificar y resolver problemas de calidad antes de que se conviertan en un problema mayor.

Respecto al impacto de la Calidad 4.0, para Carmen Quezada Torres especifica que la "Calidad 4.0 también tiene un impacto significativo en términos de colaboración y comunicación. Las herramientas digitales facilitan la colaboración en tiempo real entre diferentes equipos y departamentos sin importar la distancia física entre ellos promoviendo una visión compartida de los objetivos de calidad y una rápida resolución de problemas. Además, la realidad aumentada (RA) y la realidad virtual (RV) pueden proporcionar asistencia remota y capacitación interactiva mejorando la eficiencia y la efectividad en la formación y ejecución de tareas de calidad." (Quezada Torres, 2023)

En cuanto a los beneficios de aplicar calidad 4.0, según Motta et al (2019) "los costos de producción, logística y calidad podrían bajar entre un 10% y un 20% con la introducción de robótica avanzada, cobots (robots colaborativos), automatización de logística en planta y de testeo en tiempo real" (p.7)

En resumen, la calidad 4.0 es una nueva forma de gestionar la calidad en la que se integran tecnologías digitales avanzadas, para mejorar la eficiencia y eficacia de los procesos de gestión de calidad, la integración de procesos, equipos, departamentos y la satisfacción del cliente. Se espera que esta evolución de la calidad total siga siendo cada vez más importante a medida que las empresas busquen aprovechar al máximo las ventajas de la

tecnología digital para mejorar su calidad y su competitividad en un mercado cada vez más exigente.

A continuación, se detallará lo que Vivek Murugesan (2022) diferencia entre lo que se puede considerar calidad 4.0 y lo que no se puede.

Qué es Calidad 4.0?

- Aplicación de metodologías de Transformación Industrial: Las metodologías de Transformación Industrial (IX) son un enfoque proactivo y coordinado para transformar digitalmente las operaciones industriales mediante el aprovechamiento colectivo del poder de los datos, las tecnologías digitales y los sistemas ciber físicos.
- Lograr beneficios de cambio gradual: el objetivo de la Calidad 4.0 y otros programas de transformación industrial es establecer metas ambiciosas y lograr mejoras de cambio gradual en las métricas operativas.
- A lo largo de la cadena de valor: algunas de las propuestas de valor más importantes de programas transformadores como Calidad 4.0 surgen de la integración de personas, procesos y recursos tecnológicos en toda la cadena de valor.

Qué no es Calidad 4.0?

- La calidad 4.0 no se trata solo de tecnología, esta incluye transformar la forma en que se gestionan y ejecutan los procesos y equipos de calidad que utilizan la tecnología como habilitador.
- Calidad 4.0 no reemplaza los métodos tradicionales de calidad, los construye y los mejora. Si bien es un concepto nuevo, no reemplaza los principios y metodologías de calidad existentes como los 5 Whys, el análisis de causa raíz, Lean, Six Sigma, control de procesos, etc. Se centra en identificar brechas en estos procesos, en gestiones existentes y transformarlos digitalmente para lograr beneficios de cambio gradual.

En resumen, este nuevo concepto no busca dejar obsoletos los métodos de control de calidad que se venían utilizando hasta ahora, sino que la combinación de ambos puede potenciar el proceso, haciéndolo más eficiente y efectivo.

La implementación de la calidad 4.0 en Colchón Plus puede mejorar significativamente la eficiencia y eficacia de los procesos de calidad, lo que a su vez puede satisfacer al cliente y mejorar la rentabilidad.

Las tecnologías de monitoreo en tiempo real pueden ayudar a identificar problemas de calidad en los productos de manera más rápida y precisa, lo que a su vez puede reducir los costos de reemplazo en garantía y mejorar la satisfacción del cliente al proporcionar un producto de calidad superior. Además, el análisis avanzado de datos puede ayudar a

identificar tendencias y predecir problemas futuros, lo que permite a las empresas tomar medidas preventivas para evitar problemas de calidad antes de que ocurran.

Si bien la implementación de la calidad 4.0 en la industria de fabricación de colchones puede mejorar la calidad de los productos, reducir costos y aumentar la satisfacción del cliente, para adoptar con éxito esta iniciativa, Colchón Plus deberá estar dispuesta a invertir en tecnología, capacitar a su personal y adaptar sus procesos a las nuevas prácticas de calidad.

Metodología

Clasificación

Para la elaboración de este trabajo se utilizó un diseño mixto. Por un lado, se llevó a cabo una investigación cualitativa para estudiar las características del sistema de calidad utilizado en la fabricación de colchones de resortes. Por otro lado, se realizó una investigación cuantitativa de la información disponible en la empresa para determinar patrones de fallo. Además, se efectuó una investigación bibliográfica para profundizar en las particularidades de las tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0.

Unidad de Análisis

La investigación se centró en el proceso de producción de colchones de resortes, una de las líneas de producción de la empresa. Se analizó el proceso de calidad para caracterizarlo y detectar puntos de mejora mediante la utilización de tecnologías habilitadoras de la industria 4.0. El enfoque se centró en una de las líneas de productos (colchones de resorte) a lo largo de la cadena de producción, con el objetivo de comprender el sistema de control de calidad implementado. A partir de esto, se identificaron oportunidades de mejora que podrían resolverse con las tecnologías de la industria 4.0.

Para conocer los problemas de calidad que experimentaron los clientes, se analizaron los informes estadísticos de los reclamos recibidos durante el ejercicio 2020-2021. En cuanto al sistema de calidad, la fuente de información fueron las personas que formaban parte del área de calidad y los operadores que realizaban tareas críticas en la línea de ensamblaje.

Instrumentos de Recolección de Datos

Para cumplir con los objetivos de caracterizar el sistema de calidad implementado y determinar la problemática en la línea de montaje, se entrevistaron con quienes ejecutaron el sistema de calidad. Además, se entrevistó a los operarios y supervisores de los puestos clave de la línea de producción. Se realizaron observaciones de las tareas ejecutadas por los auditores en las diferentes etapas de la línea y de los operarios que se desempeñaban en procesos clave en la línea de armado de colchones de resorte. Este proceso se llevó a cabo en diferentes momentos del día para variar los turnos de trabajo.

A continuación, se detalla un listado de los temas centrales que se observaron e indagaron.

- Identificar los procesos críticos (desde el punto de vista de la calidad) en la línea de fabricación.
- Elaborar una lista de las tareas que se ejecutan en cada proceso crítico de fabricación.
- Determinar los pasos necesarios para completar el proceso de control de calidad.
- Detectar las dificultades que surgen durante el proceso de control de calidad.

- Identificar las dificultades que enfrenta el operador al ejecutar el proceso de fabricación. Se realizó un análisis cuantitativo de los datos estadísticos generados por el sistema de calidad implementado en la línea de armado de colchones de resortes de la empresa Colchón Plus, teniendo en cuenta los datos del ejercicio operativo 2020-2021.

Para cumplir con el objetivo específico de "determinar qué herramientas de la Industria 4.0 pueden ser aplicables al sistema de calidad de Colchón Plus", se llevaron a cabo las siguientes acciones:

- Análisis bibliográfico de publicaciones relacionadas con la temática de la Industria 4.0 y sus tecnologías habilitadoras.
- Asistencia a un curso impartido por la Universidad de San Martín sobre las tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0.

Etapas

Se llevaron a cabo las siguientes acciones para el desarrollo del trabajo:

- Se realizaron entrevistas a distintos participantes del proceso de fabricación y control.
- Se analizó la información estadística correspondiente a los reclamos de calidad recibidos durante el ejercicio 2021.
- Se observaron las tareas desempeñadas por los auditores de calidad en la línea de fabricación.
- Se observaron las tareas desempeñadas por los operadores de procesos críticos de calidad en la línea de fabricación.
- Se analizó la información obtenida para detectar puntos de mejora.
- Se realizó una investigación bibliográfica para profundizar los conocimientos sobre las tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0.
- Se elaboró una propuesta basada en los resultados obtenidos.

En cuanto al alcance de este trabajo, se aclara que el mismo comprendió únicamente el proceso de fabricación de colchones de resortes, no se incluyó el proceso de compra de insumos, materias primas ni el proceso logístico

El resultado de este trabajo consiste en propuestas de mejora, pero no se incluyen la implementación de estas.

Caracterización de la Línea



En primer lugar, es importante destacar que el modelo de negocio de Colchón Plus es Business to Business, lo que significa que no venden directamente al consumidor final, sino que trabajan a través de intermediarios. La empresa se compromete a entregar el pedido de mercancía al cuarto día hábil después de su confirmación, realizando la entrega en el depósito o punto de venta del intermediario.

Debido a que muchos intermediarios (normalmente las grandes cadenas de comercialización) exigen que sus productos tengan detalles exclusivos que los distinguan, la variedad de modelos de productos que ofrecen es extensa. Por lo tanto, diariamente se fabrican muchos modelos, pero poca cantidad de cada variedad.

Para incentivar la compra de mayores cantidades de un mismo modelo, se ofrecen descuentos a los clientes, aunque la variedad sigue siendo importante debido a la cantidad de clientes.

El sistema de control de calidad se implementa en toda la cadena productiva para detectar tempranamente fallas para evitar agregar valor a productos defectuosos. De esta manera, se busca disminuir los costos de la no calidad.

El proceso productivo de la línea de colchones de resortes de Colchón Plus comienza con la adquisición de telas, espumas, bases de resortes, hilos, accesorios de costura y adhesivos. Todas las materias primas son adquiridas y almacenadas en un depósito propio, y se determina el nivel de compra en función de la demanda del mercado para asegurar su disponibilidad.

En esta etapa del proceso, pueden surgir varios problemas, como la rotura de telas, manchas en las telas y la adquisición de bases de resortes con medidas incorrectas.

Para evitar estos problemas, se someten todas las materias primas a diferentes procesos para obtener el colchón finalmente deseado.

Cuando llega la materia prima a la planta, se realiza un control estadístico de la mercadería arribada. Si se detecta alguna falla, se realiza el control del 100% del pedido y se realiza el correspondiente reclamo al proveedor. Este control incluye la densidad de la espuma, la inspección de la integridad de los bloques y el control dimensional de las bases de resorte.

Sin embargo, hay una excepción en el control de calidad de la tela, ya que es muy complejo. Es necesario desenrollar la tela y luego volver a bobinarla para su control de calidad. En este caso, si se detecta un fallo, se controla otro rollo al azar. Si se encuentra otro fallo, se realiza la devolución de la partida. Si solo se detecta un rollo defectuoso, se realiza el reclamo correspondiente por esa unidad.

En el caso de la espuma, sucede algo similar. Si se detecta un fallo de densidad, se realiza la devolución de toda la partida, ya que la falla estará presente en todos los bloques de la misma espuma, debido a que es resultado de un proceso continuo.

El primer paso del proceso productivo de las espumas en la línea de producción de Colchón Plus es el corte de estas para generar placas de distintos espesores. Durante esta etapa, se debe prestar atención a posibles errores, siendo el más común de ellos el corte de las placas fuera de medida. El sector de corte de espumas de la fábrica cuenta con un proceso automatizado y las densidades de espuma se distinguen por colores, lo que reduce significativamente la posibilidad de errores. No obstante, para asegurar la calidad del proceso, se realiza un control al azar de las placas cortadas. De esta manera, se minimiza la probabilidad de que se produzcan fallas y se garantiza la calidad del producto final.

Una vez obtenidas las placas de espuma, se integran las telas y los hilos para dar forma a las tapas y laterales acolchados del colchón en el sector de matelaseado. En esta etapa del proceso, se deben cumplir con diferentes características y requerimientos de diseño para satisfacer las demandas de los clientes. Debido a la amplia variedad de modelos fabricados, la variedad de medidas, colores, tipos de tela, espesores de acolchado y diseños de matelaseado es extremadamente amplia.

En esta etapa pueden ocurrir algunos errores, como:

- Diseños con puntadas saltadas
- Tapas fuera de medida
- Selección incorrecta del diseño del bordado
- Selección de los materiales que componen al subproducto
- Manchas
- Roturas de telas.

Para minimizar estos problemas, se implementa una estrategia de control de calidad que consiste en que el operador, al realizar la puesta a punto de la máquina, verifique que la parte producida corresponda con lo solicitado. Además, el operador debe realizar un control primario de la lubricación de la máquina y notificar a mantenimiento sobre cualquier exceso de lubricante que pueda ocasionar manchas. Por la alta producción del sector, no se puede auditar el 100% de los productos, por lo que se hace un control estadístico para garantizar la calidad de los subproductos.

El siguiente paso es el armado del kit. En esta etapa se abastece de bloques de espuma cortados en diferentes medidas, tapas, laterales y bases de resortes. Esta fase depende en gran medida del trabajo manual. Un grupo de personas son las encargadas de colocar en cada kit los materiales necesarios para elaborar el colchón deseado. Este es un proceso que requiere mucha flexibilidad, ya que no es raro que las partidas sean menores a 5 productos. Cuando se complete el kit, se realiza el armado preliminar uniendo las partes con adhesivo.

La problemática de este sector es:

- Kits armados de forma incorrecta.
- Kits incompletos.
- Manchas.
- Roturas de telas.

El principal error que puede producirse es que el kit no se arme con las partes requeridas por el modelo de colchón. Este error puede ocurrir debido a la gran variedad de colchones que se producen o bien por algún restyling que no fue correctamente notificado. Es un sector difícil de auditar debido al ritmo de producción alto, además si los componentes del kit no se tratan correctamente, pueden aparecer manchas o roturas en los laterales o tapas del colchón.

El proceso que se realiza antes del puesto de control de calidad es el cerrado del colchón, que es el último paso para obtener el resultado final.

La persona encargada de este proceso se conoce comúnmente como "Cerrador". Se toma el colchón y mediante la intervención de una máquina de coser, se le aplica una faja de tela llamada "vivo" en todo su contorno. La habilidad del operador reside en que el vivo quede aplicado de manera uniforme en todo el perímetro del colchón y que la tela no quede con pliegues o suelta. Las tapas deben tener la tensión adecuada para que el colchón tenga un buen aspecto. Otro parámetro importante es la costura, que debe ser continua y lo más recta posible, sin que haya puntadas saltadas.

Los defectos que se pueden producir en este puesto son:

- Costuras con puntadas saltadas.
- Tapas poco tensadas a la estructura del colchón.
- Color de hilo incorrecto.
- Modelo de vivo incorrecto.
- Manchas.
- Rotura de telas.

Es el proceso más crítico de la línea porque se considera artesanal. La calidad final del producto está ligada a la habilidad del cerrador. El cerrador marca el ritmo de producción de la línea, por lo que es un puesto con un alto incentivo por producción.

El control de calidad lo realiza el mismo cerrador. Cuando termina un colchón, debe revisarlo para comprobar que el mismo haya quedado correctamente elaborado y que no tenga fallas visibles.

Una vez finalizada la operación, el producto terminado se coloca sobre una cinta transportadora que lo conduce al control final para someterlo a un chequeo general

Los errores que se pueden producir en este puesto son:

- No detectar:
 - Puntadas saltadas en las costuras o bordados
 - Tapas poco tensadas a la estructura del colchón
 - Colchón confeccionado con materiales incorrectos
 - Colchón confeccionado con diseños incorrectos.
- Manchas
- Rotura de telas
- Etiquetado incorrecto
- Falta de certificado de garantía

Los errores son críticos porque lo que no se detecte en este punto lo detectará el usuario final, lo que causará insatisfacción del cliente y afectará la imagen de la marca. Esto ocasionará la devolución del producto.

Teniendo en cuenta que Colchón Plus distribuye en todo el país, pueden presentarse devoluciones desde lugares lejanos, lo que implicará un proceso logístico costoso.

El funcionamiento de este puesto es complejo porque hay muchos parámetros a controlar por la gran cantidad de modelos producidos. A todo esto, se le suma la presión de no retrasar la línea de producción.

La última tarea que se realiza en el sector de armado de colchones es el embalado del producto. En este puesto, el producto pasa por una máquina automatizada que se encarga de embolsarlo. Cuando el colchón está embalado, se lleva al sector de expedición para que se despache a su destino.

En este puesto se podrían producir los siguientes defectos:

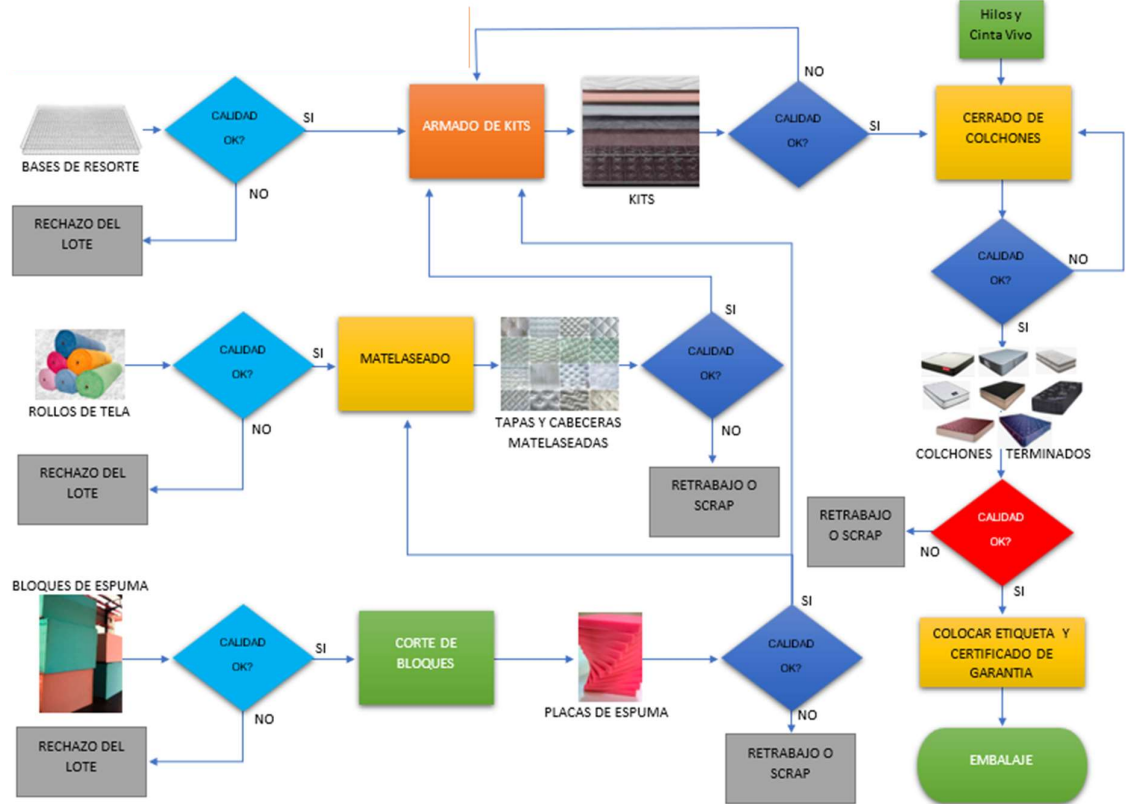
- Manchas
- Rotura de telas
- Falta de etiqueta o certificado de garantía

En este punto, la posibilidad de errores es baja porque es un proceso automatizado. De todas maneras, el operador de la máquina debe cumplir más un rol de auditor de calidad que de operador, ya que la máquina es automática. Debe chequear constantemente que no se produzcan manchas, roturas o el faltante de etiqueta o garantía en los productos procesados.

Tras observar el comportamiento de los operadores en los diferentes procesos de la línea, se ha notado que se preocupan por realizar su trabajo correctamente, pero no están atentos a detectar problemas del proceso anterior. Esto significa que, si nadie ha prestado atención al error que ocurrió en la etapa previa, el puesto de control final será el único responsable de verificar el 100% de la producción. Como resultado, se aumenta la presión sobre el puesto de control de calidad, ya que el nivel de fallas en la línea aumenta y la probabilidad que se pase por alto alguna no conformidad es mayor, lo que podría provocar que el producto defectuoso llegue al cliente y se produzca una devolución.

El puesto de control de calidad está bajo mucha presión por el alto ritmo de producción. Por lo tanto, los auditores tienen poco tiempo para realizar una inspección, lo que aumenta la probabilidad de que no se detecten errores.

Imagen 1: Diagrama en bloques del proceso productivo de Colchón Plus



Nota. Elaboración propia

Evaluación del Sistema de Calidad Implementado

Para determinar si el sistema de calidad implementado está alineado con los intereses de la organización, utilizaremos los 14 puntos definidos en la Cadena de Deming para analizar cuáles de ellos se encuentran involucrados en el sistema implementado:

- **Crear constancia de objetivos:** esforzarse por mejorar constantemente los productos y servicios con el objetivo de ser competitivos, garantizar la coherencia en la forma de hacer negocios y retener empleos. Es importante no solo realizar ajustes al final del proceso de producción, sino también evaluar si son necesarias mejoras durante el proceso y comenzar de inmediato. Basándonos en entrevistas y observaciones, se puede decir que la organización muestra interés en la calidad entregada a sus clientes y aunque el sistema podría ser mejorado, la idea es anticipar la detección de problemas antes de obtener un producto defectuoso. Podemos afirmar que la organización cumple con este punto.
- **Adoptar una nueva filosofía:** en una nueva etapa económica, la gerencia debe asumir la responsabilidad de estar abierta a cambios y desafíos. Sin cambio, una empresa no puede sostenerse en un momento en que la innovación se produce diariamente. Se evidencia que la empresa está abierta a la innovación, ya que se implementan acciones alineadas con la transformación digital. Podríamos decir que este punto también se cumple.
- **Eliminar la dependencia de la inspección en masa:** es mejor realizar controles de calidad durante el proceso para detectar problemas antes y mejorar continuamente. Este punto se relaciona con el primero que promueve la importancia de las mejoras provisionales. Aunque el sistema de control de calidad se distribuye por la cadena productiva, no se puede prescindir del control 100% porque el proceso final, el más importante desde el punto de vista de la calidad percibida por el cliente, se puede considerar artesanal. Se podría decir que cada producto fabricado es único y, por lo tanto, será necesario realizar un control 100% para asegurar la detección de fallas. Si tomamos el concepto literal de este punto, podríamos decir que no se cumple, pero si entendemos las complicaciones del proceso, se podría decir que lo realizado alcanza para cumplir el objetivo.
- **Acabar con la práctica de conceder un contrato de compra solo por su precio:** en esta investigación, no se analiza el proceso de compra, pero se tiene en cuenta que el sector de calidad realiza controles de calidad de la materia prima.
- **Mejora continua y para siempre:** se evidencia que la organización no da por finalizado el proceso de evolución del sistema de calidad, ya que siempre está atenta a incorporar nuevos controles para detectar nuevos puntos de mejora.

- Instituir la formación y reformatión: se evidencia que el personal involucrado en el proceso de calidad recibe con frecuencia capacitación sobre cambios en el producto o nuevos fallos detectados.
- Adoptar e implementar el liderazgo: es necesario estimular el liderazgo. Al área de calidad se le da la importancia y relevancia suficiente para que pueda liderar las acciones necesarias para lograr las mejoras del producto, como así también para encontrar los focos problemáticos que generan inconformidades.
- Expulsar el miedo: se debe eliminar el temor en el lugar de trabajo para que todos puedan desempeñarse de manera efectiva para la empresa, sentirse seguros y asumir riesgos. La comunicación transparente, motivación, respeto, interés mutuo y el trabajo en equipo pueden contribuir a esto. Con el sistema actual, este punto no se está cumpliendo, porque se ha detectado que el puesto de control de calidad, por momentos, se encuentra bajo mucha presión. Por otro lado, en muchas operaciones, el mismo operador tiene que cumplir la doble función de producir y verificar la calidad de lo realizado.
- Romper las barreras: al eliminar los límites entre los departamentos, la cooperación puede ser mejor y los diferentes equipos de expertos pueden entenderse de manera óptima. Esto se cumple porque, al momento de buscar el origen de un fallo, se trabaja de manera cooperativa entre las áreas de producción, calidad y mantenimiento.
- Eliminar exhortaciones: eliminar los lemas "estimulantes" del lugar de trabajo. Tales lemas, advertencias y exhortaciones se perciben como condescendientes. Los problemas de calidad y producción no surgen de acciones individuales, sino del sistema mismo. Sobre este tema, no se observan exhortaciones referidas a la temática de calidad, ni la organización lo considera como una herramienta viable de mejora.
- Eliminar gestión por objetivos: no más enfoques en lograr ciertos márgenes; esto impide que los profesionales realicen bien su tarea y tomen el tiempo necesario para ello. Correr a través del trabajo puede causar errores de producción. Los gerentes deben centrarse en la calidad en lugar de la cantidad. Este punto afecta al normal funcionamiento del puesto de control final de calidad, ya que, en situaciones de alta producción, el puesto de control ve reducido el tiempo para controlar cada producto.
- Permitir el orgullo de la mano de obra: dejar que los empleados se sientan orgullosos de su oficio y experiencia nuevamente. Esto se relaciona con el undécimo punto. Los empleados sienten más satisfacción cuando tienen la oportunidad de ejecutar su trabajo de manera correcta y profesionalmente, sin sentir la presión de los plazos. Se tiene claro que este punto es vital para Colchón Plus, porque precisamente el último proceso que se le realiza al colchón se puede considerar artesanal. La calidad percibida por el cliente

tiene una alta dependencia de la pericia del operador. Siempre se busca establecer parámetros de base en cuanto a la calidad para aplicar el mismo criterio en todos los puestos.

- Establecer educación: integrar y promover la capacitación, el autodesarrollo y la mejora para cada empleado. Al alentar a los empleados a trabajar para sí mismos y ver sus estudios y capacitaciones como una parte evidente de sus tareas, pueden elevar su desempeño a un nivel superior. La organización comprende la importancia de este punto e invierte esfuerzos para mejorar el nivel de preparación de sus colaboradores.
- La transformación es trabajo de todos: establecer acciones concretas para implementar transformaciones y cambios en toda la organización. Por lo observado en planta, la empresa busca aplicar las innovaciones del mercado siempre que sea posible.

En base en lo analizado respecto al ciclo de Deming, se puede remarcar como debilidad del sistema que, en varios puntos de la cadena productiva, el control de calidad está a cargo de producción, lo que no es una situación ideal, ya que el operador tiene un incentivo económico proporcional al volumen producido, por lo que la persona no mantiene el balance entre cantidad/calidad. También se evidencia que cada eslabón de la cadena de producción se centra en controlar su proceso, pero no presta atención a que el producto arrastra inconvenientes desde procesos anteriores (al menos los más leves).

Por otro lado, el puesto de control final de calidad está sujeto al cumplimiento del objetivo de producción establecido para el día en curso, lo que conlleva a que, en ciertos momentos, cuando el ritmo de producción es alto, no se disponga de todo el tiempo necesario para realizar el control del cumplimiento de todos los parámetros de calidad establecidos.

Como aspectos positivos, se lleva adelante un registro de los tipos de fallos y con esta información se analiza el desempeño de los puestos de control y la aparición de nuevas "no conformidades".

También se destaca la integración del área de calidad con las áreas de producción y mantenimiento, ya que al buscar el origen de un fallo se trabaja en conjunto y se generan acciones específicas para evitarlos. Asimismo, contribuye positivamente que la empresa considere que el sistema de calidad está en continua evolución abierta a la incorporación de tecnología o a brindar capacitación a su personal con el fin de mejorar la detección o eliminación de fallos.

Como conclusión de este eje temático, se observa que el sistema de calidad es consistente, está en continua evolución, pero necesita contar con una estructura de base con mayor cantidad de participantes. Se nota que cada puesto se centra en realizar su tarea de la mejor manera posible, pero se presume la falta de atención con la aparición de fallos

generados en procesos anteriores (por lo general pequeños) y que afectan la calidad final del producto.

Si el sector de calidad contara con una estructura mayor, se lograría quitar a producción la tarea de ser auditor de calidad de procesos previos, independizando el control de calidad del ritmo de producción y garantizando en todo momento un mismo estándar de calidad.

Tras entrevistar a diferentes participantes de la cadena productiva y de control de calidad, se puede resaltar que la empresa ha implementado un sistema de calidad que abarca desde la recepción de materias primas hasta el producto final que, aunque tiene puntos débiles y necesita mejoras, es eficaz.

Además, se puede destacar que el área de control final está en continuo aprendizaje, ya que se toma el tiempo de analizar las causas por las que se producen las devoluciones y, en base a esto, se realizan los ajustes pertinentes.

Después de realizar entrevistas y observaciones de tareas, se identificaron varias dificultades desde el punto de vista de la calidad, las cuales podrían ser puntos de mejora significativos para mejorar la calidad del producto.

Tabla 1: Problemas identificados en la línea de producción

Problemática	Posible Causa
Errores humanos al chequear las características del producto	Debido a la profundidad de la línea de productos, existen muchos modelos con pequeñas diferencias y esto dificulta el control (muchas combinaciones posibles)
Tiempo de entrenamiento relativamente alto	
Posible error del dibujo patrón matelaseado	
Errores de comunicación	Muchos participantes que no acceden a un mismo canal de comunicación
Posibles errores dimensionales	Errores en la puesta a punto de los equipamientos productivos.

Chequeos poco exhaustivos	Si bien los auditores van revisando los diferentes procesos, los cambios de partidas son muy frecuentes, por lo tanto, el control de calidad depende del propio operador, que en ocasiones puede priorizar la cantidad sobre la calidad
Falta de control post proceso en el armado de colchones	El operador se encuentra enfocado en la cantidad, por lo tanto, puede ser que se priorice la cantidad a la calidad
Falta de controles dimensionales	
Producción muy diversificada	Esto se debe a los acuerdos comerciales con los clientes
Movimientos poco ergonómicos	Algunos productos son muy voluminosos, por lo tanto, son muy pesados.
Puesto de control de calidad muy estresante	Debido al ritmo de producción y a la profundidad de la línea de productos, este puesto presenta la particularidad de un continuo cambio de los criterios de control
Defectos en la costura	Debido al tamaño de los productos y a la velocidad de la línea, puede ser que se pasen por alto algunos de estos fallos
Manchas o roturas en la tela	
No existe un tablero en tiempo real de fallos relevados en la línea de montaje	La información relevada en los puestos de control de calidad se carga manualmente de manera asincrónica

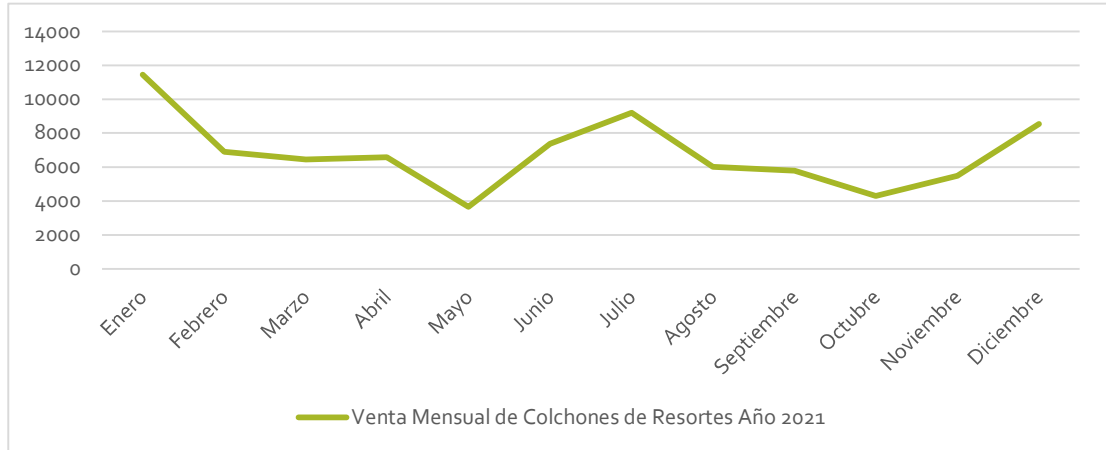
No existe una segunda instancia de auditoría	Los ajustes del sistema de control se realizan en función de las devoluciones. Esto puede ser muy tarde
Plantel de calidad reducido	Se debe buscar un equilibrio en el tamaño del plantel en función a las variaciones de la producción
Trabajo manual/artesanal	Debido a la profundidad de la línea, automatizar el proceso de armado del colchón es muy complejo debido a la variedad de materiales y la cantidad de cambios de partida.

Nota. Elaboración propia

Análisis Estadístico del Sistema de Calidad

A continuación, se realizará un análisis estadístico de la información correspondiente al año 2021. Para contextualizar el análisis, en un primer momento se determinará la curva de demanda de colchones de resortes que tuvo la empresa durante el año 2021.

Figura 2: Venta mensual de colchones de resortes – Año 2021

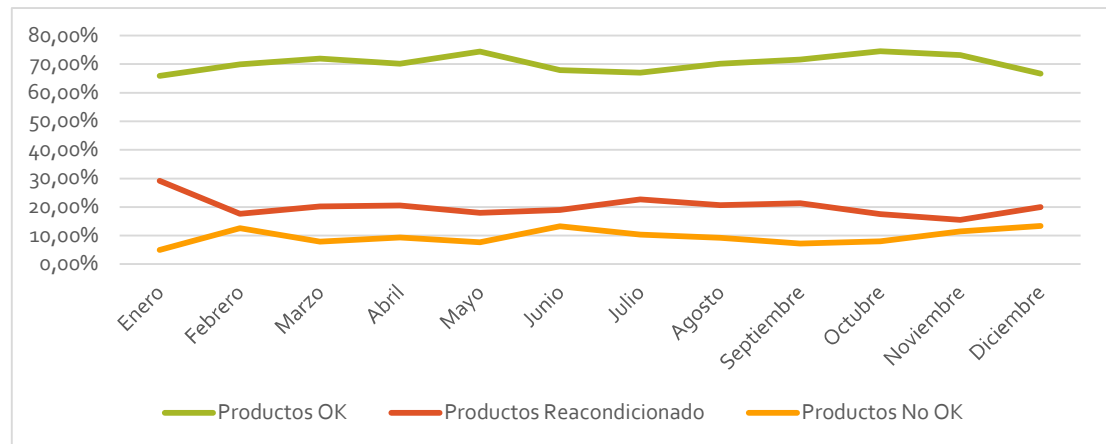


Nota. Elaboración propia

Se observa que la demanda de colchones de resortes no es constante y puede considerarse estacional. Se notan aumentos en la demanda coincidentes con el cobro de aguinaldos y fechas importantes para el comercio. Además, en algunos casos, hay grandes variaciones mensuales en las cantidades a producir.

El siguiente análisis que se realizó fue para determinar cómo la demanda afecta la calidad de la línea de producción.

Figura 3: Venta mensual de colchones de resortes – Año 2021



Nota. Elaboración propia

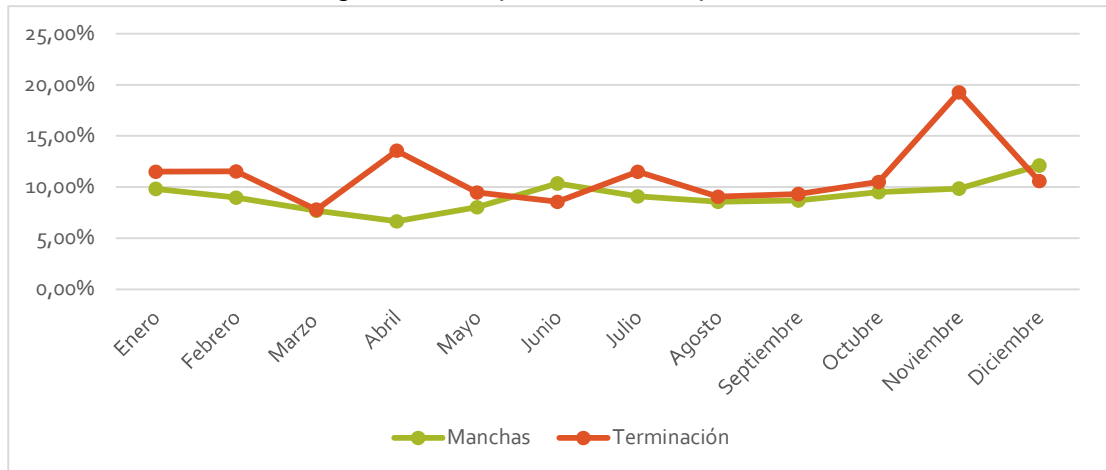
En primer lugar, hay un gran porcentaje de la producción que no puede comercializarse. Aproximadamente el 30% de la producción tiene algún tipo de inconveniente.

Si tomamos la producción promedio mensual de 2021, que era un poco más de 6000 colchones mensuales, casi 1800 de ellos tenían algún tipo de problema. Pero ¿qué ocurre con estos valores mensualmente?

Se puede apreciar que en los meses en que aumenta la producción, el rendimiento de la línea (en términos de calidad) empeora su desempeño. Se puede observar que disminuye el porcentaje de colchones cuya calidad es aceptable para ser comercializados.

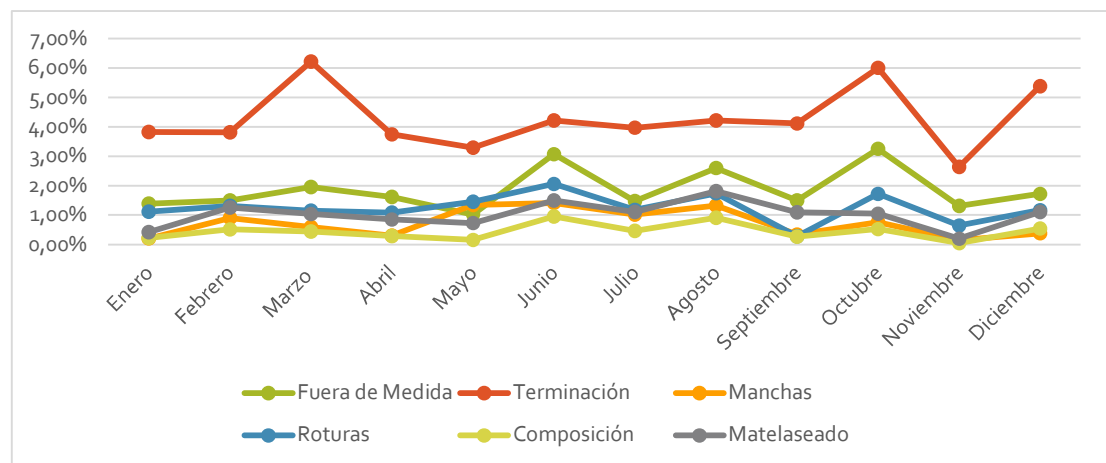
A continuación, se analizarán las fallas que caracterizan el porcentaje de productos cuyo estándar de calidad no se ajusta a la oferta de Colchón Plus.

Figura 4: Principales fallos recuperables



Nota. Elaboración propia

Figura 5: Principales fallos no recuperables



Nota. Elaboración propia

Las fallas detectadas en el control final son errores ocurridos en el proceso productivo que no se detectaron o corrigieron a tiempo.

Según la gravedad de las fallas, se pueden agrupar en dos categorías: productos a reacondicionar y productos No OK.

Dentro de los productos a reacondicionar, se pueden considerar las siguientes fallas:

- Tela manchada (siempre y cuando se pueda eliminar la mancha)
- Mala terminación.

Estas no conformidades se pueden solucionar mediante un retrabajo.

En el caso del grupo de productos No OK, se tienen en cuenta las siguientes fallas:

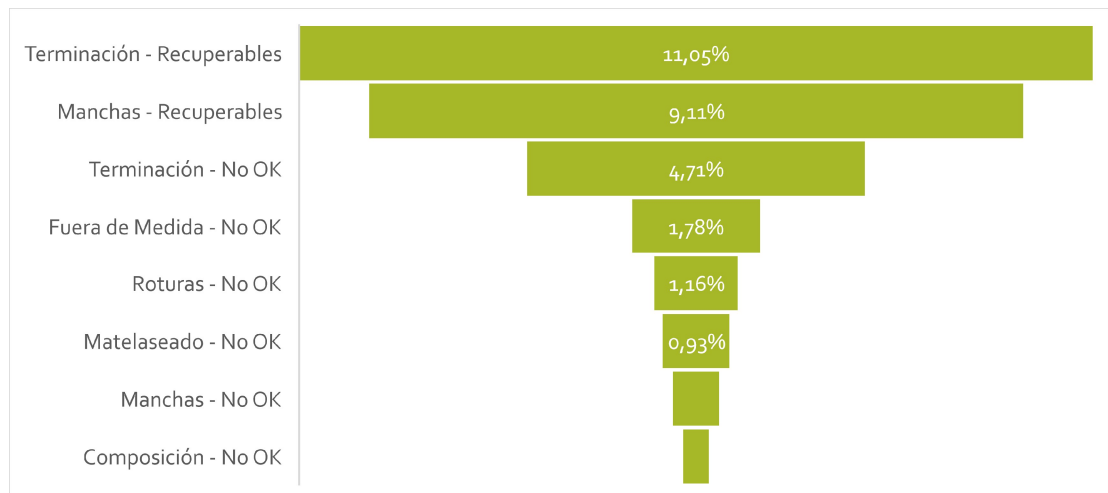
- Error de diseño
- Rotura de telas
- Manchas imposibles de sacar
- Costuras desprolijas
- Errores de medida

Estas fallas no se pueden subsanar, por lo tanto, el producto se considera scrap.

Es importante señalar que ambos grupos son perjudiciales para la eficiencia del sistema productivo, ya que generan costos innecesarios debido a las horas de retrabajo adicionales o al agregado de valor a productos que irán a engrosar los números de scrap producido.

Unificando todos los fallos, se realizará un gráfico para determinar un orden de mérito de todos ellos.

Figura 6: Porcentajes de fallos

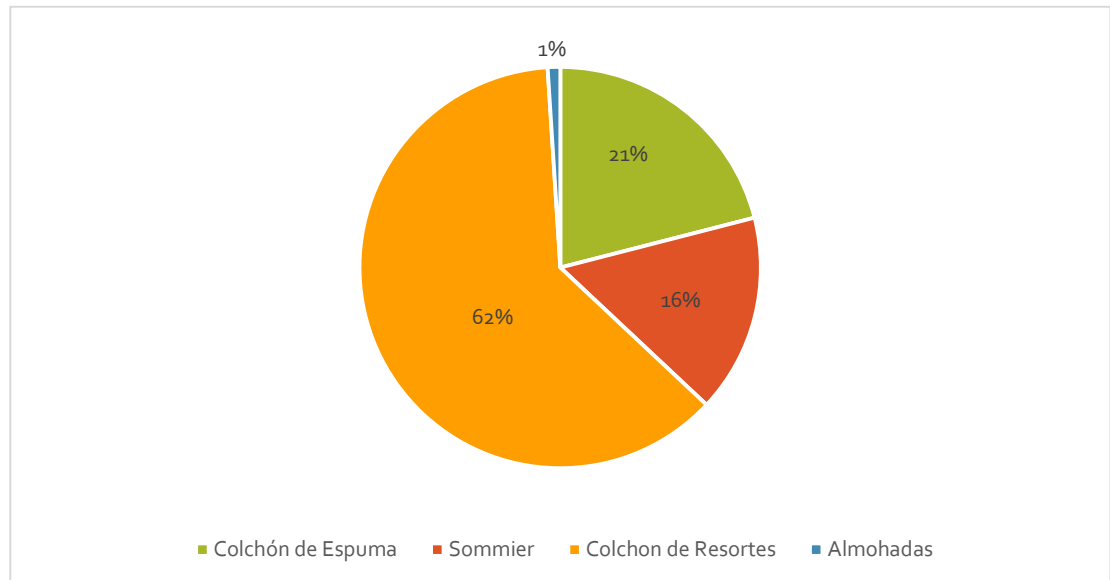


Nota. Elaboración propia

Es necesario destacar que estas son las estadísticas relevantes a partir de lo detectado en el puesto de control de calidad.

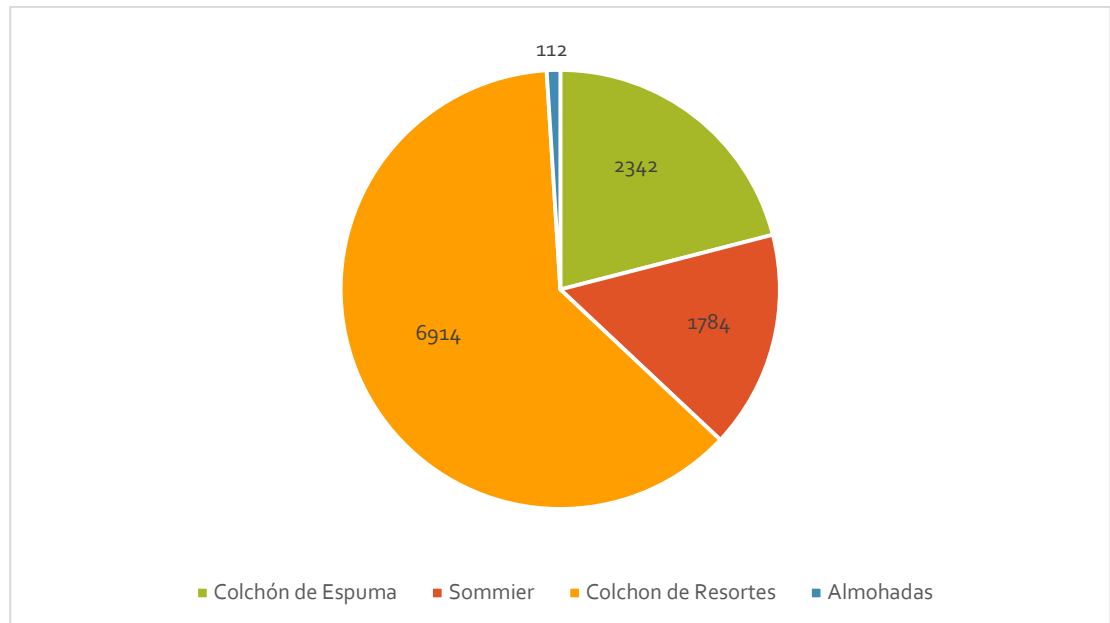
También será necesario determinar la eficiencia del control final. Para ello, se analizará el porcentaje de devoluciones que existieron en el año 2021. En un primer momento, se determinará qué tan representativas son las devoluciones producidas en el sector de colchones de resortes.

Figura 7: Devoluciones en porcentaje – Año 2021



Nota. Elaboración propia

Figura 8: Cantidad de unidades devueltas – Año 2021

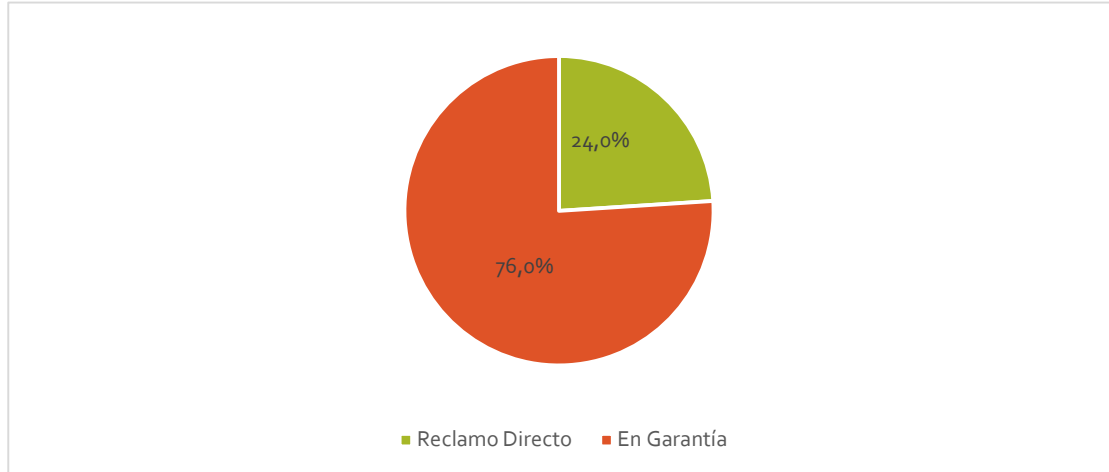


Nota. Elaboración propia

Considerando el total de productos elaborados por Colchón Plus, las devoluciones de colchones de resortes son las más representativas.

Profundizando un poco más el análisis sobre los colchones de resortes devueltos, se tratará de identificar los fallos que no fueron detectados por el control de calidad.

Figura 9: Motivo de las devoluciones de colchones de resortes – Año 2021

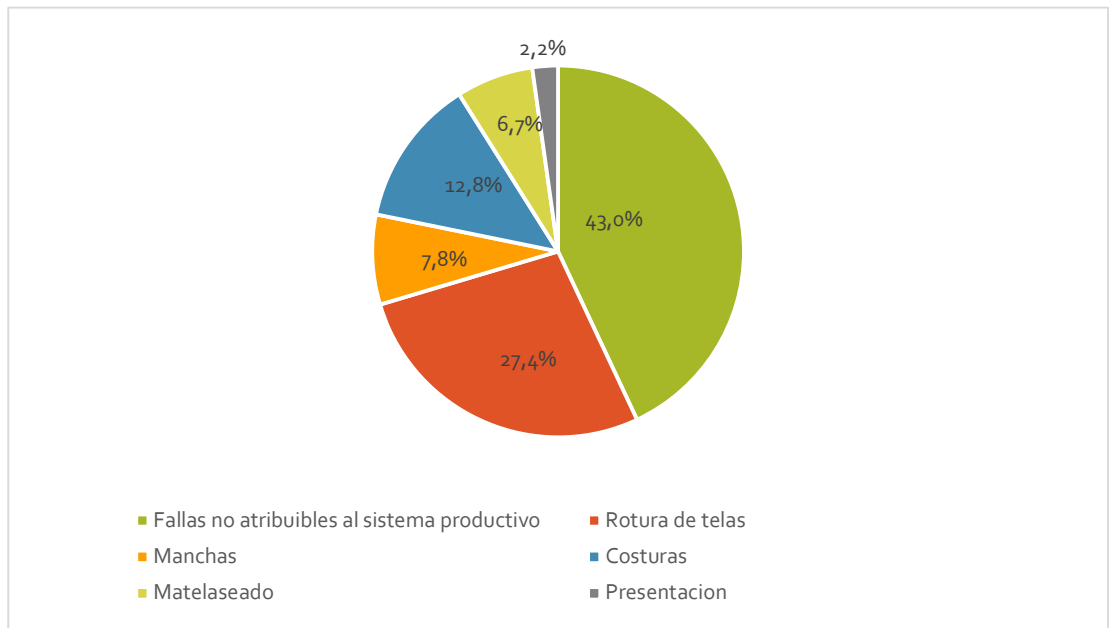


Nota. Elaboración propia

Del total de colchones devueltos, el 24% corresponden a reclamos directos. Esto significa que el cliente recibió el producto, pero por alguna razón, no quedó satisfecho.

A continuación, se analizará qué tipo de fallas se relevaron analizando los productos devueltos en garantía

Figura 10: Motivo de las devoluciones en garantía de colchones de resortes – Año 2021



Nota. Elaboración propia

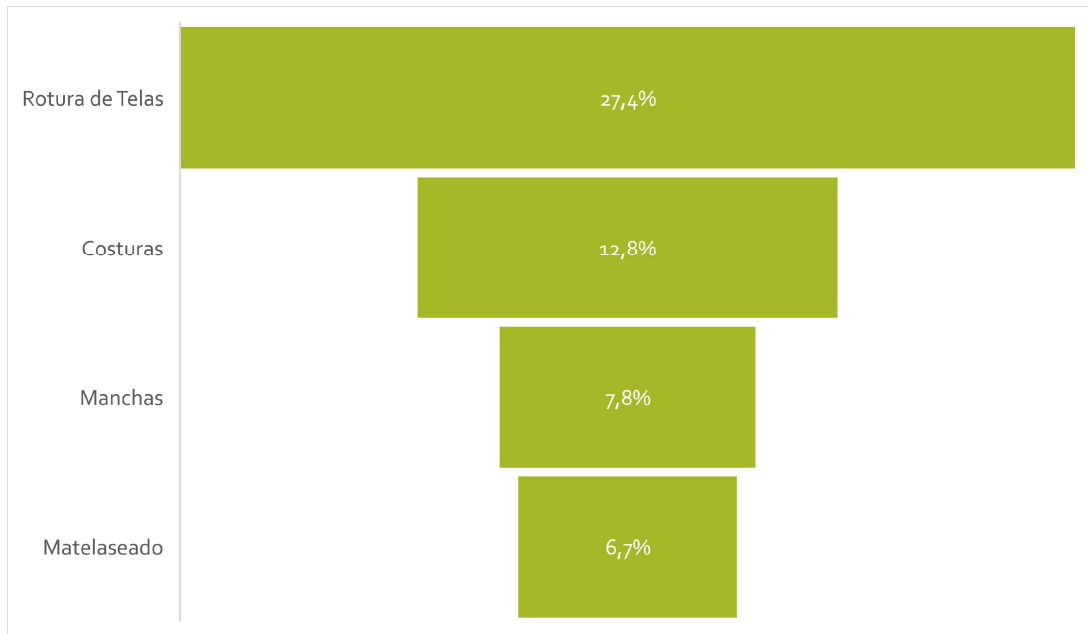
Al analizar los motivos de los reclamos directos, se puede observar que en gran parte no están relacionados con el sistema productivo, sino que se deben a problemas como el embalaje roto, mal asesoramiento o no haber alcanzado el confort esperado.

Más de la mitad de las fallas son atribuibles al sistema productivo que no detectó el control final ni las instancias previas de control.

Este resultado era esperable en función de la entrevista realizada al auditor que desempeña sus funciones en el puesto de control final.

Si tenemos en cuenta la incidencia de cada falla en el porcentaje de devoluciones y dejando de lado las fallas no atribuibles al sistema productivo, podemos ordenar las causas de reclamo de la siguiente manera (de mayor incidencia a menor:)

Figura 11: Fallos detectados en devoluciones



Nota. Elaboración propia

En conclusión, se puede afirmar que el sistema de calidad implementado tiene un grado medianamente aceptable de efectividad para evitar que muchos de los fallos lleguen directamente a los clientes. No obstante, hay que mejorar el control de calidad, tanto en el puesto de control final como en la cadena productiva para evitar agregar valor a productos con defectos y evitar que lleguen productos defectuosos a los clientes.

Actualmente, el sistema productivo presenta una ineficiencia promedia aproximada del 30% en términos de calidad. Este costo de la "no calidad" requiere la toma de decisiones para disminuirlo.

Con este trabajo se buscará dar una solución a la problemática relevada desde el punto de vista tecnológico.

Se realizarán propuestas de proyectos de implementación que podrán aplicarse en la línea de producción que mejorarán el desempeño del sistema de control de calidad de la empresa.

Pero antes de abordar las posibles soluciones, se indagará sobre las nuevas posibilidades que ofrece la Industria 4.0.

Industria 4.0



En primer lugar, para desarrollar este eje temático se tomó un curso universitario llamado “Introducción a la Industria 4.0 y sus tecnologías habilitadoras” dictado por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) en conjunto con el Instituto de Calidad Industrial (INCALIN) dependiente de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM).

Con una duración de 36 horas, y previa aprobación de un examen de evaluación final, se obtuvo un certificado que se adjunta en el anexo de este trabajo. Dicha capacitación formó parte del programa “Productividad 4.0 - 2022” llevado adelante por el gobierno nacional, lo que permitió tener un primer contacto con la temática. En esta capacitación se trataron temas sobre los pilares tecnológicos que soportan la Industria 4.0 y los posibles aportes a los procesos industriales.

En base a la información obtenida del curso y a la investigación bibliográfica se realiza el siguiente desarrollo:

La Industria 4.0 es un término que describe la cuarta revolución industrial, caracterizada por la integración de tecnologías digitales en los procesos de fabricación y producción industrial.

Esta revolución se basa en la digitalización y la conectividad de todos los elementos de la cadena de valor, desde la planificación y el diseño hasta la producción, la logística y el mantenimiento. Tiene como objetivo aumentar la eficiencia, productividad y flexibilidad de los procesos de producción, como también mejorar la calidad de los productos y reducir los costos.

La industria 4.0 está soportada por 10 pilares tecnológicos que se detalla a continuación:

Sistemas Interconectados

Este pilar comprende todo lo relacionado con la integración de áreas de control. Ejemplos de esto incluyen la interconexión de máquinas para sincronizar sus ritmos de trabajo, el sistema de una fábrica interconectada con el proveedor de materia prima para lograr una óptima cadena de suministro, o el de una empresa con su proveedor de logística para estar

informados sobre la llegada puntual de los pedidos. Estas interconexiones tienen como propósito lograr eficiencia en los procesos y optimizar los ciclos de trabajo.

Robótica

La robótica presenta grandes avances. Por este motivo, estos robots son cada vez más autónomos, colaborativos y flexibles. Hoy en día pueden trabajar de manera colaborativa y segura con los humanos. Esto no se limita solo a la colaboración en el desarrollo de tareas, sino que los robots también pueden tener la capacidad de aprender de los humanos.

Big Data

Debido a la incorporación de tecnología a nivel de planta y la sistematización de los procesos administrativos, es relativamente sencillo recolectar grandes cantidades de datos. Sin embargo, el verdadero desafío radica en poder analizar toda esta información. En el ámbito de la industria 4.0, los resultados obtenidos de este análisis son muy valiosos a la hora de tomar decisiones.

Simulación

Las simulaciones 3D, muy utilizadas en ingeniería, pueden usarse para desarrollar gemelos digitales de plantas industriales. Así, se pueden realizar pruebas que afecten a la cadena productiva sin cambios físicos. Por ejemplo, se puede simular un cambio de diseño y evaluar su impacto en la cadena productiva.

Internet de las cosas

Cada día se encuentran más dispositivos con electrónica integrada que permiten conectarse entre sí o a la red de manera independiente. Esto facilita su interconexión, la recolección de información y su posterior análisis a través de servicios centralizados o descentralizados. Estos dispositivos permiten construir una red de toma de decisiones sin necesidad de contar con una infraestructura de datos a gran escala.

Ciberseguridad

El aumento de la interconectividad entre los dispositivos en la industria 4.0 requiere la implementación de sistemas de seguridad que protejan los equipos contra intrusiones o el robo de datos. Los virus informáticos orientados a los sistemas industriales no siempre buscan dejar fuera de servicio a los equipos, sino que apuntan al robo de secretos industriales o a ralentizar las cadenas de producción. Los profesionales dedicados a la industria 4.0 deben ser conscientes que, al interconectar un equipo con la red, están creando un posible punto de ingreso que, si no está suficientemente protegido, puede ser catastrófico.

Manufactura aditiva

Con la aparición de las diferentes tecnologías de impresión 3D, se posibilita la fabricación de piezas a partir de la superposición de capas, partiendo de un modelo diseñado por algunos de los sistemas CAD disponibles en el mercado. Así, se reduce la duración de la etapa de diseño, ya que para obtener un prototipo no es necesario pasar por las etapas de diseño de matrices. Se puede ir directamente desde el modelo virtual al real. Esta tecnología, además de acortar las fases de prototipado, abre otras posibilidades, como la provisión de repuestos. Esta tecnología permitiría que los fabricantes de máquinas vendan de manera virtual sus repuestos, entonces el cliente que dispone de una impresora adecuada puede adquirir el repuesto virtual e imprimirlo. Esto ahorraría tiempo y costos logísticos.

Inteligencia Artificial

Tradicionalmente, las máquinas se programaban utilizando algoritmos que respondían a condiciones específicas. La eficacia de la respuesta de dichos algoritmos dependía fuertemente del expertise del programador en detectar todas las combinaciones posibles de condiciones externas. A medida que las tecnologías de sensado fueron evolucionando y los sistemas de computadoras incrementaron su potencialidad, hicieron posible que los programas dejaran de responder a condiciones determinadas para pasar a tratar de imitar el proceso de razonamiento de un humano. Esta nueva tecnología no busca reemplazar al humano, sino que pretende aprender de sus reacciones y colaborar en la ejecución de tareas complejas o predecir futuros eventos.

Realidad Aumentada

La Realidad Aumentada es una tecnología que permite complementar el mundo real con información o modelos digitales, gracias a la interacción de la visión artificial, la simulación y la interconexión de dispositivos. Esta tecnología puede ser muy útil en procesos que requieren una gran cantidad de información, por ejemplo, un operador de una máquina que necesita acceder a su manual en tiempo real, o un operador de mantenimiento que necesita acceder a los manuales de los dispositivos mientras trabaja en ellos. La Realidad Aumentada elimina las fronteras entre el mundo real y el virtual, fusionándolos en una única realidad donde ambos medios interactúan de manera fluida y permanente.

Debido a la pandemia, la Realidad Aumentada ha tenido un fuerte impulso. Por ejemplo, muchas empresas han adoptado esta tecnología para realizar puestas en marcha de equipamientos recientemente adquiridos debido a las restricciones de viaje.

La Nube

La disponibilidad de un datacenter propio no era una posibilidad que todas las empresas podían tener, pero con la aparición de la Nube, las organizaciones, independientemente de su tamaño y posibilidades, pueden acceder a uno mediante una suscripción o licencia. Esta opción presenta la ventaja de poseer la capacidad de procesamiento sin tener que preocuparse por el mantenimiento, la reposición de equipos por rotura o las actualizaciones. Sin embargo, los usuarios pueden tener cierta incertidumbre acerca de qué sucederá con los datos almacenados en la Nube si se da de baja la suscripción. Cuando esta información está compuesta por datos de facturación, datos de clientes o fórmulas para elaborar un producto determinado, la confidencialidad de la información es de vital importancia.

Visión Artificial

La visión artificial es una de las tecnologías que más ha evolucionado en los últimos años dentro de la Inteligencia Artificial y es una de las disciplinas que protagonizan la llamada industria 4.0.

Dependiendo de las características de los procesos de cada industria, los diferentes pilares de la industria 4.0 se irán interrelacionando con las diferentes actividades y desarrollarán un diferencial que contribuirá positivamente en el desarrollo de la empresa.

En el caso que estamos estudiando, tomará relevancia los pilares que pueden generar un alto impacto en el sistema de control de calidad.

Por las características del proceso desarrollado en Colchón Plus, se considera que los pilares que causarán un gran impacto son los referidos a sistemas interconectados, realidad aumentada, Machine Learning y Visión Artificial. Además de estas tecnologías habilitadores, se desarrollará la metrología en línea que surge de la combinación de los pilares anteriormente nombrados.

Sistemas interconectados



Este pilar comprende todo lo relacionado con la integración de áreas de control. Básicamente consiste en la comunicación de máquina a máquina (también se incluyen las conexiones entre sistemas o sistemas con máquinas) que permite el intercambio de información entre ellas, sin intervención humana. Esta tecnología ha tenido un desarrollo significativo en los últimos años, y se ha convertido en una pieza fundamental de la industria 4.0. En este marco, los sistemas interconectados se utilizan para comunicar diferentes máquinas y dispositivos, y para recopilar y compartir datos en tiempo real. Esto permite a las empresas automatizar procesos, mejorar la eficiencia, la productividad, y tomar decisiones más informadas.

Aplicaciones de los sistemas interconectados en la industria 4.0

Tienen un amplio abanico de aplicaciones en la industria 4.0, entre las que destacan las siguientes:

- **Mantenimiento predictivo:** se utiliza para recopilar datos de los equipos y máquinas, y para analizar estos datos en busca de patrones que puedan indicar un posible fallo. Esto permite a las empresas programar el mantenimiento de los equipos antes de que se produzcan fallos, lo que puede evitar costes de producción y pérdidas de productividad.
- **Logística:** se emplea para rastrear el movimiento de mercancías a lo largo de la cadena de suministro. Esto permite a las empresas gestionar de forma más eficiente sus inventarios y entregas.
- **Seguridad:** se utiliza para monitorizar los equipos y sistemas de seguridad, y para alertar a los operadores en caso de incidentes. Esto permite a las empresas proteger sus activos y a sus empleados.

- Optimización de procesos: se emplea para recopilar datos de los procesos productivos, y para analizar estos datos en busca de oportunidades de mejora. Esto permite a las empresas optimizar sus procesos y aumentar su eficiencia.

Beneficios de los sistemas interconectados en la industria 4.0

Ofrecen una serie de beneficios a las empresas, entre los que destacan los siguientes:

- Automatización de procesos: permite automatizar procesos que tradicionalmente eran realizados por humanos. Esto puede liberar a los trabajadores para que se centren en tareas de mayor valor añadido.
- Mejora de la eficiencia: puede ayudar a las empresas a mejorar su eficiencia recopilando y analizando datos en tiempo real. Esto puede ayudar a las empresas a tomar decisiones más informadas y a optimizar sus procesos.
- Mayor productividad: puede ayudar a las empresas a aumentar su productividad al automatizar procesos y mejorar la eficiencia.
- Mejora de la seguridad: beneficia a las empresas en la mejora de su seguridad al monitorizar los equipos y sistemas.
- Reducción de costos: ayuda a las empresas a reducir sus costos al automatizar procesos y mejorar la eficiencia.

Los sistemas interconectados son clave para la industria 4.0. Esta tecnología ofrece una serie de beneficios a las empresas, entre los que destacan la automatización de procesos, la mejora de la eficiencia, la mayor productividad, la mejora de la seguridad y la reducción de costos.

Realidad Aumentada



La Realidad Aumentada es una tecnología habilitadora de la industria 4.0 que combina el mundo físico y el digital, mejorando la productividad y la eficiencia en diversas aplicaciones. Es una tecnología que superpone información digital, como imágenes, videos, gráficos o datos, con el mundo real a través de dispositivos tecnológicos, como gafas o aplicaciones móviles.

A continuación, se detallan los servicios más destacados que proporciona esta tecnología.

- **Visualización en Tiempo Real:** proporciona información en tiempo real, lo que significa que los elementos digitales se actualizan de manera dinámica y se superponen en la vista del usuario.
- **Seguimiento y Reconocimiento:** utiliza sensores para rastrear la posición y orientación del usuario y de objetos en el entorno, permitiendo una superposición precisa.
- **Interacción:** Los usuarios pueden interactuar con objetos y datos superpuestos en la interfaz de realidad aumentada a través de gestos, voz o controles táctiles.

La realidad aumentada tiene una amplia gama de aplicaciones en la Industria 4.0, incluyendo:

- **Mantenimiento y Reparación:** Los técnicos pueden utilizar gafas de realidad aumentada para acceder a manuales digitales, diagramas y asistencia en tiempo real mientras realizan tareas de mantenimiento y reparación. Esto permite a los técnicos resolver problemas de forma más rápida y precisa, reduciendo el tiempo de inactividad de las máquinas.

- **Diseño y Prototipado:** La realidad aumentada permite a los ingenieros visualizar modelos 3D y datos de diseño de manera interactiva, lo que facilita la creación y revisión de prototipos. Esto ayuda a los ingenieros a identificar y corregir errores de diseño antes de que se produzcan en los productos reales.
- **Formación y Capacitación:** Los trabajadores pueden recibir capacitación en entornos simulados y seguros con la ayuda de la realidad aumentada. Esto reduce los riesgos y los costos asociados con la formación, y permite a los trabajadores adquirir las habilidades necesarias para desempeñar sus tareas de manera más eficiente.
- **Logística y Almacenamiento:** La realidad aumentada puede mejorar la eficiencia en la gestión de inventarios, permitiendo una identificación más rápida de productos y un seguimiento en tiempo real. Esto ayuda a las empresas a reducir costos y mejorar la satisfacción del cliente.

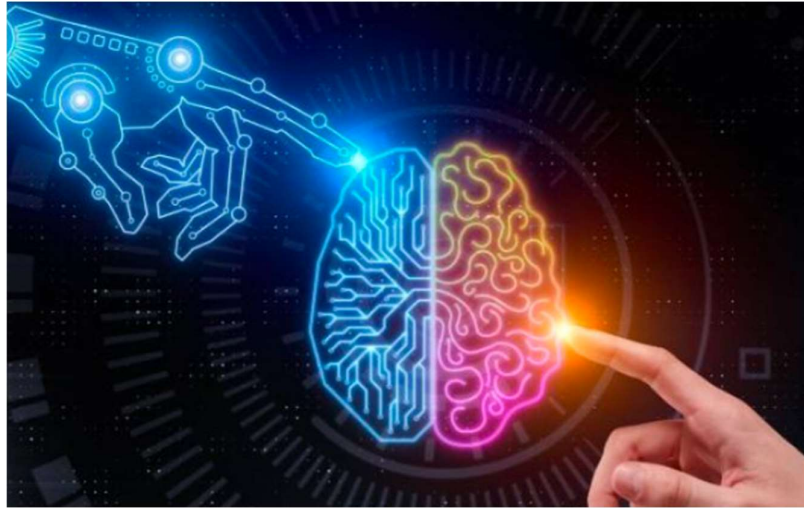
La Realidad Aumentada está transformando la forma en que las empresas operan, mejorando la productividad, la eficiencia y la calidad. A medida que esta tecnología continúa madurando, su adopción en entornos industriales seguirá creciendo, lo que llevará a una mayor automatización y una toma de decisiones basada en datos más precisos. La realidad aumentada es un pilar muy importante de la Industria 4.0 y un ejemplo de cómo la tecnología está dando forma al futuro de la fabricación y la industria en general.

Big Data



Este término se refiere a datos caracterizados por su volumen (gran cantidad), velocidad (a la que se generan, accede, procesan y analizan) y variedad de datos (estructurados y no estructurados). Los datos pueden ser adquiridos por máquinas y equipos, sensores, cámaras, software de producción. El análisis de estos datos mediante algoritmos de machine learning es clave para la toma de decisiones en tiempo real, permitiendo alcanzar mejores estándares de calidad de producto y procesos. Esta es una tecnología que está implícita en la mayoría de los pilares de la Industria 4.0 (Machine learning, realidad aumentada, etc.).

Machine Learning



En un primer momento, para adquirir conocimiento sobre esta temática se tomó un curso sobre "Python para Ciencia de Datos" dictado por Edutech y avalado por la Universidad Tecnológica Nacional (UTN). El mismo tuvo una duración de 80 hs. y, previo a la aprobación de un examen, se obtuvo un certificado que se adjunta en el anexo. En dicho curso se trataron temas referidos a la analítica de datos y a la aplicación de algoritmos de machine learning.

En base a la información obtenida en el curso y a la investigación bibliográfica realizada, se desarrolla el siguiente contenido.

El término se utilizó por primera vez en 1959. Forma parte de las ciencias de la computación y una rama de la inteligencia artificial. Ha ganado relevancia en los últimos años debido a la mayor disponibilidad de datos, ya que cada vez es más accesible la recolección de estos y al creciente poder de cálculo de las computadoras.

Jeff Hawkins, en su libro "Sobre la inteligencia", publicado en 2004, definió la inteligencia como "la capacidad de predecir el futuro, por ejemplo, el peso de un vaso que levantaremos o la reacción de los demás a nuestros actos, basándonos en los patrones almacenados en la memoria (el marco memoria-predicción)". Ese mismo principio está detrás del Machine Learning (ML), también conocido como aprendizaje automático.

El aprendizaje automático, comúnmente conocido como "Machine Learning", es una forma de la inteligencia artificial que permite a un sistema reaccionar de acuerdo con un aprendizaje a partir de los datos adquiridos, en lugar de hacerlo en una programación basada en determinadas situaciones preestablecidas por un desarrollador.

El Machine Learning basa su funcionamiento en algoritmos, estos buscan emular el funcionamiento de la mente humana. El comportamiento de dichos algoritmos mejora a medida que se alimentan de datos.

Una vez que se dispone de un volumen de información para alimentar el sistema, es necesario entrenarlo para mejorar su desempeño. Por esta razón, para obtener resultados óptimos, es necesario contar con un conjunto de datos con mejor calidad posible.

Un modelo de machine learning es una expresión de un algoritmo que analiza grandes volúmenes de datos con el fin de determinar relaciones entre variables o bien realizar predicciones. Estos modelos basados en datos son los principales impulsores de la Inteligencia Artificial. Un modelo de machine learning se genera cuando se entrena un algoritmo con datos.

Un modelo de machine learning se puede entrenar con un conjunto de datos antes de ser implementado. Las mejoras en la precisión son el resultado del proceso de entrenamiento. De esta manera, se podría tener al modelo de machine learning corriendo en paralelo al sistema y habilitar su utilización cuando se determine que el proceso de entrenamiento ya ha alcanzado su madurez correcta. Se puede decir que un sistema que basa su funcionamiento en machine learning, si es alimentado con datos de calidad, es un sistema que mejora su desempeño continuamente.

Se dice que un agente aprende cuando su desempeño mejora con la experiencia y mediante el uso de datos; es decir, cuando la habilidad no estaba presente en su origen. En el proceso de aprendizaje automático, un procesador analiza los datos, establece un modelo basado en ellos y utiliza ese modelo para dar una respuesta ante un interrogante planteado. Viéndolo como un todo, se constituye en una aplicación de software que puede resolver problemas.

El aprendizaje automático también está relacionado con el reconocimiento de patrones. Puede considerarse un intento de automatizar algunas partes del método científico mediante métodos matemáticos. Por lo tanto, es un proceso de adquisición del conocimiento. Algunos sistemas intentan eliminar toda necesidad de intuición o conocimiento en los procesos de análisis de datos, mientras que otros tratan de establecer un marco de colaboración entre el experto y la computadora. De todas formas, el criterio de una persona no puede reemplazarse, ya que el diseñador del sistema especifica la forma de representación de los datos, los métodos de manipulación y la caracterización de estos.

Las técnicas de machine learning mejoran la precisión de los modelos predictivos. Dependiendo de la naturaleza del problema empresarial abordado, existen diferentes enfoques según el tipo y volumen de los datos. A continuación, se presentarán los diferentes enfoques de los algoritmos de machine learning.

Aprendizaje supervisado

El aprendizaje supervisado comienza con un conjunto de datos establecidos y una cierta comprensión de cómo se clasifican estos datos. La intención del aprendizaje supervisado es encontrar patrones en los datos que se puedan aplicar a un proceso de análisis. Estos datos tienen características etiquetadas que definen el significado de ellos. Por ejemplo, en el caso del control de calidad, se podrían tener dos grandes categorías de productos: "OK" y "No OK", y luego el algoritmo podría seguir decidiendo con base en estas categorías definidas.

Aprendizaje no supervisado

El aprendizaje no supervisado se utiliza cuando el problema requiere una gran cantidad de datos sin etiquetar. La comprensión del significado detrás de estos datos requiere algoritmos que clasifiquen los datos en función de los patrones o clústeres que encuentran. El aprendizaje no supervisado lleva a cabo un proceso iterativo, analizando los datos sin intervención humana. Por ejemplo, se utiliza en la tecnología de detección de spam en correos electrónicos. Hay demasiadas variables en los correos electrónicos deseados y de spam para que un analista etiquete una cantidad masiva de correos no solicitados. En su lugar, los clasificadores de machine learning, basados en clustering y asociación, se aplican para identificar correos no deseados.

Aprendizaje por refuerzo

El algoritmo aprende observando el mundo que le rodea. Su información de entrada es la retroalimentación que obtiene del mundo exterior como respuesta a sus acciones. Por lo tanto, el sistema aprende a base de ensayo-error. El aprendizaje por refuerzo es el más general de las categorías existentes. En lugar de que un entrenador indique al agente qué hacer, el agente inteligente debe aprender cómo se comporta el entorno mediante recompensas (refuerzos) o castigos derivados del éxito o fracaso. El objetivo principal es aprender la función de valor que ayude al agente inteligente a maximizar la señal de recompensa y así optimizar sus políticas para comprender el comportamiento del entorno y tomar buenas decisiones para lograr sus objetivos.

Deep Learning

El deep learning es un método específico de machine learning que incorpora redes neuronales para aprender de los datos de manera iterativa. Es especialmente útil para aprender patrones de datos no estructurados. Las redes neuronales complejas del deep learning están diseñadas para emular cómo funciona el cerebro humano, permitiendo que las computadoras puedan ser entrenadas para dar respuesta a situaciones puntuales y problemas mal definidos. Las redes neuronales y el deep learning se utilizan a menudo en el reconocimiento de imágenes, voz y aplicaciones de visión por computadora.

En general, los modelos de machine learning son importantes porque permiten a las máquinas automatizar tareas complejas y mejorar su rendimiento a medida que reciben más datos. El algoritmo por utilizar dependerá de las características del proceso y siempre será seleccionado en función de la calidad de los resultados obtenidos.

El machine learning requiere que se aplique un conjunto de datos correctos a un proceso de aprendizaje. Es imposible que un algoritmo entregue resultados acertados si fue entrenado con un data set de mala calidad. Una organización no necesita de big data para utilizar las técnicas de machine learning; sin embargo, el big data puede ayudar a mejorar la precisión de las respuestas de los modelos. Con big data, ahora es posible virtualizar los datos para que se puedan almacenar de la forma más eficiente y eficaz en función de los costos, ya sea en el entorno local o en la nube. Además, las mejoras en la velocidad y confiabilidad en la red han eliminado otras limitaciones físicas asociadas con la gestión de cantidades masivas de datos a una velocidad aceptable.

Añadiendo a esto el impacto de los cambios en el precio y la sofisticación de la memoria de la computadora, ahora es posible imaginar cómo las compañías pueden aprovechar los datos de forma que hubieran sido inconcebibles hace solo cinco años.

Machine learning ofrece un valor potencial a las empresas que tratan de aprovechar el big data y les ayuda a comprender mejor los cambios en el comportamiento, las preferencias o la satisfacción del cliente. Los directivos están empezando a descubrir que muchas cosas que están sucediendo en sus organizaciones e industrias no se pueden entender con una simple consulta. No se trata de las preguntas que usted conoce; son los patrones y las anomalías ocultos en los datos lo que pueden ayudarlo o dañarlo.

Si analizamos el machine learning desde el punto de vista de los datos, podemos distinguir una serie de modelos de acuerdo con la manera en que los organiza para poder analizarlos. A continuación, se detallan brevemente los más importantes:

Modelos Geométricos: construidos por instancias que pueden tener una, dos o múltiples dimensiones. Si hay un borde de decisión lineal entre las clases, se dice que los datos son linealmente separables.

Modelos Probabilísticos: intentan determinar la distribución de probabilidades descriptoras de la función que vincula a los valores de las características con valores determinados. Uno de los conceptos claves para desarrollar modelos probabilísticos es la estadística bayesiana.

Modelos Lógicos: transforman y muestran las probabilidades en reglas organizadas en forma de árboles de decisión.

Los modelos también pueden clasificarse como modelos de agrupamiento y modelos de gradiente. Los primeros intentan dividir el espacio de instancias en grupos. Los segundos, como su nombre lo indica, representan un gradiente en el que se puede diferenciar entre cada instancia.

La ventaja de machine learning es que aprovecha algoritmos y modelos para predecir resultados. Es importante asegurarse de que los científicos de datos que realizan el trabajo usen los algoritmos correctos, asimilen los datos más apropiados (que sean precisos y limpios) y utilicen los mejores modelos de rendimiento. Si todos estos elementos se reúnen, es posible entrenar continuamente al modelo y explotar los resultados aprendiendo de los datos. La automatización de este proceso de modelado, su entrenamiento y pruebas, conduce a predicciones precisas que pueden respaldar las decisiones empresariales.

Aplicaciones Prácticas del Machine Learning

El Machine Learning es uno de los pilares sobre los que se soporta la transformación digital. En la actualidad, ya se está empleando para encontrar nuevas soluciones en diferentes campos, entre los que cabe destacar:

Recomendaciones: hace sugerencias de compras en base a su historial de compra, comercios visitados e intereses. Es ampliamente utilizado por las plataformas de comercio electrónico.

Vehículos inteligentes: existen diferentes proyectos que aplican el machine learning ya sea para brindar mayor confort o bien para asistir al conductor a evitar accidentes. También existen muchos proyectos orientados a vehículos de conducción autónomos utilizando técnicas de machine learning.

Redes sociales: las principales redes sociales utilizan algoritmos de Machine Learning para reducir en gran medida el spam publicado en ellas o para detectar tanto noticias falsas como contenidos no permitidos en retransmisiones en directo, los cuales son bloqueados automáticamente.

Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN): a través de la comprensión del lenguaje humano, asistentes virtuales como Alexa o Siri pueden traducir instantáneamente diferentes idiomas, reconocer la voz del usuario e incluso analizar sus sentimientos.

Búsquedas: los buscadores de la web utilizan el aprendizaje automático para optimizar sus resultados en función de su eficacia, midiendo la misma a través de los clics del usuario.

Medicina: muchos investigadores utilizan el machine learning para detectar anticipadamente el cáncer de mama, ya que su detección temprana aumenta las probabilidades de curación.

Ciberseguridad: los nuevos antivirus utilizan el aprendizaje automático para mejorar el escaneado, acelerar la detección y mejorar la habilidad de reconocer anomalías.

Visión Artificial



La visión artificial es un sistema de herramientas que permite obtener, comprender y analizar imágenes para procesar esta información. En este sistema se combinan hardware y software para que los dispositivos puedan ejecutar las funciones. Utiliza algoritmos para comprender los datos visuales digitales de la misma manera que lo hace el ojo humano. Los modelos pueden traducir lo que ven en datos y, en conjunción con algoritmos de aprendizaje automático, tomar acciones o recomendaciones significativas basadas en la información. La visión artificial es fundamental en el desarrollo de la Cuarta Revolución Industrial porque permite optimizar el funcionamiento de los procesos.

Principio de funcionamiento de la visión artificial

Un sistema de visión artificial necesita de varios componentes para su correcto funcionamiento. Estos son:

- Iluminación: cualquier sistema de visión artificial requiere una selección determinada de luz porque el sistema no puede procesar y analizar aquello que no puede ver.
- Lentes: encargados de concentrar la luz en el sensor de la imagen.
- Cámara: es el sensor de imagen que transforma la luz en datos de imágenes para su transmisión.
- Procesador de imagen: conocidos como controladores, son los encargados de extraer la información más relevante utilizando algoritmos específicos.
- Comunicación: una vez que el sistema procesa la información, traslada esos datos a otros sistemas.

Visión Artificial Industrial

Uno de los sectores en donde más utilidad tiene es en el sector logístico, ya que ayuda a detectar y prevenir futuros incidentes. Otra aplicación relevante es en la línea de producción, donde se usa la visión artificial para verificar que el montaje de todas las piezas se haga correctamente y que la pintura esté perfecta para salir a distribución. Esto permite

optimizar el funcionamiento de los procesos industriales y descubrir fallos, verificar los números de lote o fechas de vencimiento de productos.

Sistemas de Visión Artificial

Un sistema de visión artificial necesita de varios componentes para su correcto funcionamiento. Primero, a través de un sensor se identifica el producto, luego la fuente de luz se enciende y la cámara fotografía el producto. La imagen capturada se convierte en datos digitales mediante el procesador de imagen. El software de análisis de imagen examina el archivo en busca de fallas según los criterios definidos previamente. El producto no pasará la inspección si se encuentra algún defecto. La visión artificial cuenta con tres tipos de sistemas distintos aplicables en función de las características del proceso:

- **Sensores de visión inteligente:** es el tipo de sistema más simple, pues sus capacidades son las más limitadas y está diseñado para aplicaciones que no representen una complicación mayor. Se puede utilizar para la trazabilidad en procesos productivos en cualquier tipo de fábrica. Son de bajo costo, por lo tanto, es un sistema bastante competitivo dentro del mercado industrial.
- **Cámaras inteligentes y sistemas de visión integrados:** este sistema es más completo, ya que permite un procesamiento de imagen más avanzado. Se puede conectar a otras tecnologías y sistemas automatizados, facilitando la interacción con otros dispositivos. Este sistema puede solucionar cualquier aplicación industrial. Como puede conectarse a otros equipos, puede ayudar a mejorar los procesos productivos.

Sistemas de Visión Avanzados

Los sistemas de visión avanzados cuentan con sensores de visión sofisticados y poseen altas capacidades de procesamiento, lo que les permite procesar grandes cantidades de datos simultáneamente.

Aplicaciones de sistemas de visión artificial: Los sistemas de visión artificial pueden desempeñar varias funciones dependiendo de las necesidades de la empresa, entre ellas se encuentran:

- Detección de objetos
- Detección de fallos
- Medición
- Localización
- Clasificación de imágenes
- Reconocimiento facial
- Coincidencia de características

Aplicaciones resueltas con sistemas de visión artificial:

Gestión de almacenes

La visión artificial se utiliza en el proceso de lectura de códigos de barras y etiquetas en componentes y productos. Esto contribuye al control de inventario y al proceso de fabricación, asegurando que se agreguen los componentes correctos a lo largo del proceso productivo.

Beneficios de la visión artificial

Implementar la visión artificial en una empresa brinda muchas ventajas, ya que no solo resuelve problemas de fabricación, sino que también ayuda a mejorar los procesos productivos. Algunos de los más importantes son:

Precisión mejorada

Por naturaleza, las decisiones humanas tienen ciertos sesgos sobre la realidad. La visión artificial basa las decisiones en datos, no en suposiciones. Además, opera a un nivel muy pequeño, como lo es el píxel, lo que el cerebro humano no es capaz de procesar. De esta forma, los resultados son mucho más precisos, ayudando a mejorar la detección de defectos con una efectividad cercana al 90%.

Mejora en la productividad

La visión artificial puede analizar imágenes en segundos, permitiendo a las personas desarrollar otras tareas que requieren de la mente para ejecutarse.

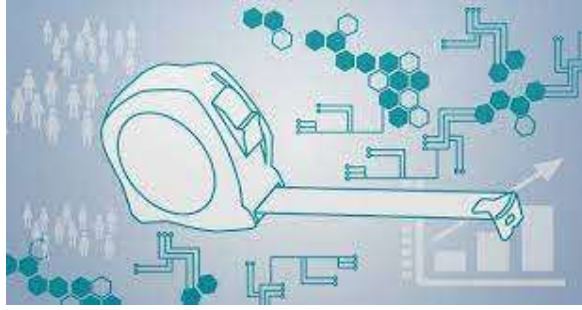
Reducción de costos

Un sistema de visión puede mejorar la velocidad de fabricación y reducir la tasa de scrap para que se aprovechen mejor las materias primas y se reduzca el retrabajo, dando como resultado una reducción de los gastos generales.

Mejora la seguridad

Como la visión artificial se encarga de una tarea que produce fatiga en los operadores, crea un entorno de trabajo más seguro, donde disminuirán las lesiones crónicas y las fallas recurrentes.

Metrología en Línea



La metrología en línea surge de la integración de varias tecnologías habilitadoras de la industria 4.0, como ser inteligencia artificial, sistemas interconectados y la visión artificial (dependiendo las aplicaciones, también se podrían incluir otras tecnologías habilitadoras). Es una de las tendencias clave de la industria 4.0, ya que permite a las empresas mejorar la calidad de sus productos, optimizar sus procesos productivos y reducir costos.

La metrología en línea tiene una serie de ventajas, entre las que se incluyen:

- Mejora de la calidad del producto final: Permite detección de errores o desviaciones en su origen, dando la posibilidad de corregirlos o evitarlos.
- Optimización de los procesos productivos: La metrología en línea permite identificar áreas de mejora en los procesos productivos, lo que puede conducir a una mayor eficiencia y productividad.
- Reducción de costos: La detección y corrección de errores o desvíos puede ayudar a reducir los costos de producción.

Además de estas ventajas, la metrología en línea también puede ayudar a las empresas a cumplir con los estándares de calidad.

Ejemplos de metrología en línea

En la industria automotriz, la metrología en línea se utiliza para controlar el tamaño y la forma de las piezas durante el proceso de fabricación. Esto ayuda a garantizar que los vehículos cumplan con las normas de seguridad y calidad.

En la industria de alimentos y bebidas, se emplea para controlar la calidad de los productos, como la temperatura, el peso y el contenido de nutrientes.

En la industria farmacéutica, se utiliza para garantizar la calidad de los medicamentos, como la pureza y la concentración. Esto ayuda a garantizar que los medicamentos sean eficaces y seguros.

La metrología en línea es una tecnología que tiene el potencial de transformar la industria. Al permitir a las empresas realizar mediciones precisas y oportunas, puede ayudar a mejorar la calidad, la eficiencia y la productividad.

Como conclusión a este apartado, podemos decir que los pilares de la industria 4.0 parecen tener el potencial suficiente para generar un alto impacto en la forma de producir de Colchón Plus. Si bien todos los pilares tienen la posibilidad de crear mejoras, se destacan el machine learning, la visión artificial, los sistemas interconectados y la metrología en línea, que si bien no es un pilar, es una combinación de los anteriores que tendrá mucho impacto en el caso de estudio. Estos pueden producir un cambio rotundo en la forma en que Colchón Plus controla la calidad de sus productos.

Desarrollo

En base al análisis de la situación actual del sistema de calidad de Colchón Plus, una conclusión simple sería que es necesario ampliar su estructura para ser más efectivo e independiente de la producción. Siguiendo un enfoque simplista, se podría decir que esto se puede llevar a cabo aumentando la dotación de personal abocado al proceso de inspección. Pero antes de implementar esta acción, se debe tener en cuenta que, para medir el desempeño de una organización, usualmente se tiene en cuenta la productividad de la empresa. Este indicador surge del cociente entre las unidades producidas y la dotación de personal. Se puede interpretar que este indicador debería tender a disminuir o, a lo sumo, mantener constante la relación, lo que significa que, si aumenta la dotación de personal, al menos debería aumentar la producción en la misma proporción. Por esta razón, antes de incrementar la cantidad de personal, será una mejor alternativa optimizar el desempeño de la estructura actual mediante la incorporación de tecnología.

Entrecruzando la información obtenida del análisis de la cadena de producción y del control de calidad, podemos destacar como claves las siguientes habilidades que debe tener un auditor de calidad:

- Conocimientos técnicos: debe tener un buen nivel de conocimiento para evaluar con precisión los procesos y productos.
- Habilidad para analizar: serán valoradas habilidades analíticas sólidas para poder identificar las causas fundamentales de los problemas y proponer soluciones efectivas.
- Habilidad para resolver problemas: el auditor de calidad debe ser capaz de analizar la información recolectada durante la auditoría y aplicar su conocimiento técnico para dar una solución y mejorar los procesos.
- Conocimientos de normativas: serán muy valorados el conocimiento sólido de las normativas y estándares de calidad relevantes para poder evaluar el cumplimiento de ellas.
- Habilidad para trabajar en equipo: será necesario poseer la capacidad de trabajar colaborativamente, ya que muchas veces la auditoría de calidad implica trabajar con diferentes áreas de la organización.
- Habilidad para adaptarse al cambio: el auditor de calidad debe ser capaz de adaptarse a las nuevas realidades y a los nuevos desafíos, ya que el mundo de los negocios y los estándares de calidad están en constante evolución.

Desde el punto de vista clásico de la automatización de procesos, es muy complejo automatizar un puesto de control de calidad, debido a que existe una infinita variedad de alternativas que se pueden traducir en una “no conformidad”, por lo tanto, tratar de sustituir

el criterio de una persona con tecnologías tradicionales es un gran desafío difícil de lograr en su totalidad.

Para dar una alternativa viable de resolución, entraría en juego las tecnologías habilitadoras de la industria 4.0. Los criterios de inspección que utiliza un auditor de calidad pueden ser emuladas con la ayuda de las tecnologías de la industria 4.0. Por ejemplo, la agudeza visual mediante la visión artificial, ya que hoy en día los sistemas de visión tienen un nivel de calidad que permiten observar detalles que pueden ser difíciles de apreciar por una persona.

Mediante la utilización del Machine Learning es posible que un sistema pueda analizar la información obtenida y proyectar un resultado. Una ventaja adicional de esto es que se pueden realizar estos procesos con alta velocidad y sin que el individuo sufra de fatiga por las horas continuas de atención.

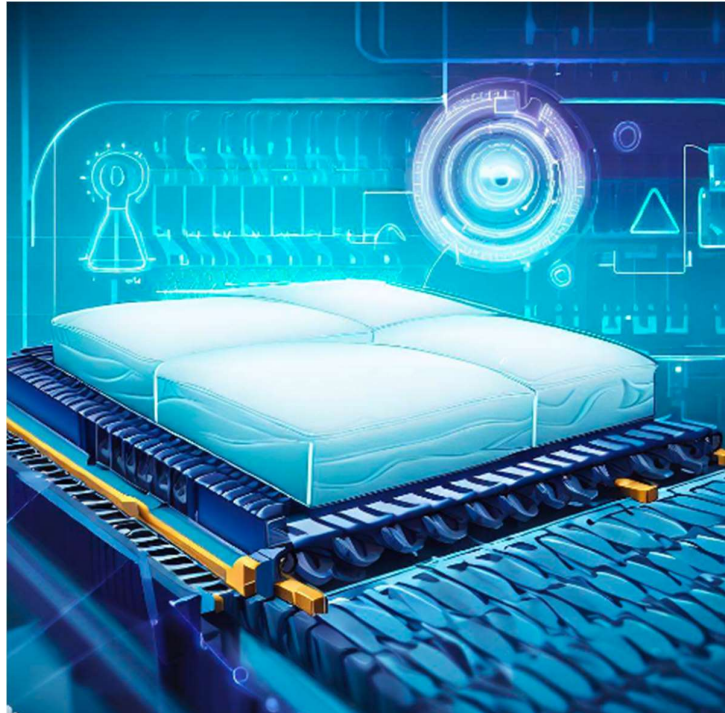
Pero para que un control automatizado de calidad pueda funcionar, será necesario disponer de una gran base de datos con las características de los productos. Según la información relevada, la empresa ya tiene una base de datos de los productos que fabrica. Dicha información está en tablets a disposición de los operarios. Esta información es valiosa porque puede servir de base de conocimiento de un algoritmo de inteligencia artificial; así, se compara la imagen capturada por el sistema de visión artificial con la base de datos y así determinar si el producto es correcto.

El algoritmo de inteligencia artificial trabajará en colaboración con el operador. Este aprenderá de las decisiones tomadas por la persona para saber qué está ok y qué no.

Es conveniente trabajar de esta manera debido a que el proceso de cierre del colchón es un proceso manual y se puede considerar en cierto grado artesanal. Por lo tanto, los productos finales tendrán ciertas variaciones, que quizás para una persona sean levemente perceptibles, pero para un automatismo, estas diferencias pueden ser grandes. Por eso, será conveniente que el algoritmo aprenda los límites que determinan que un producto cumple o no con los parámetros establecidos.

A continuación, en base al análisis de la situación de Colchón Plus y de las posibilidades de la industria 4.0, se realizarán una serie de propuestas que podrán ser aplicadas en diferentes etapas del proceso productivo.

Sistema de Control Visual



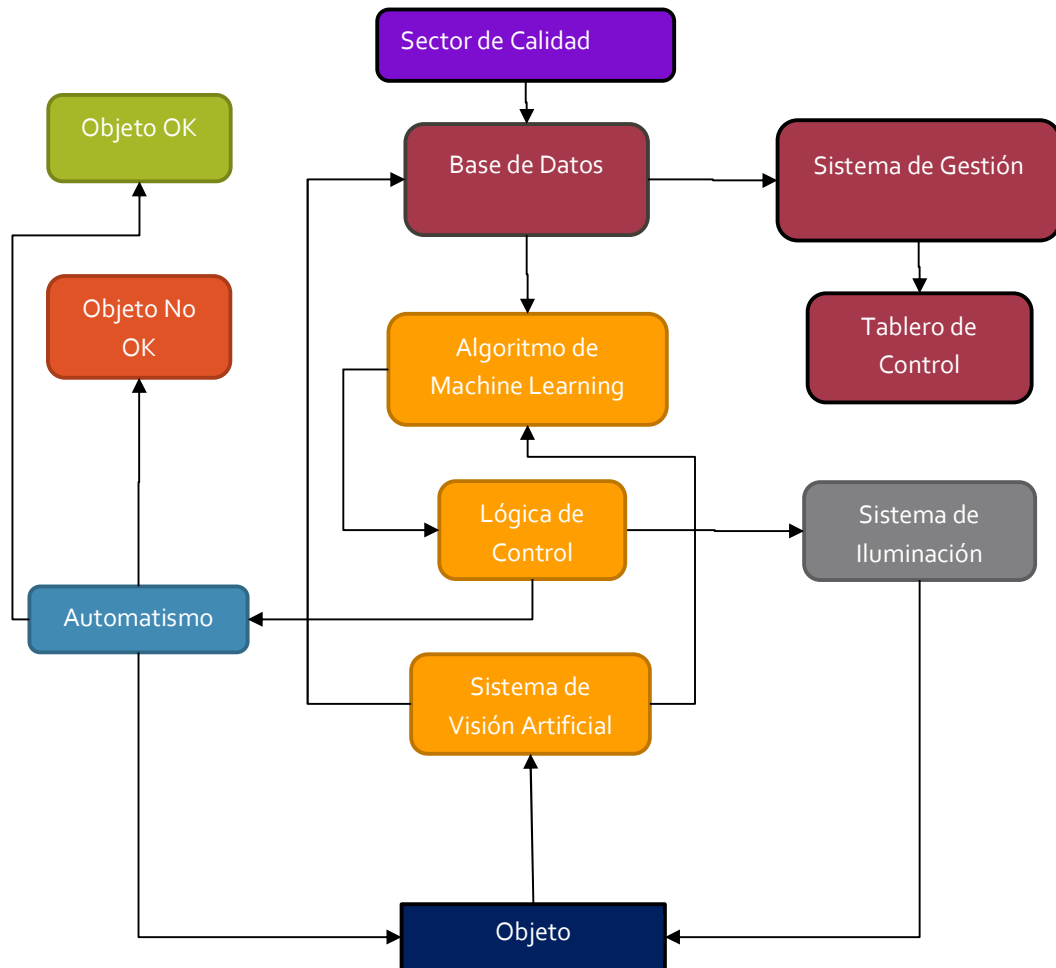
El sistema propuesto incorporará una cámara de alta calidad en combinación con un sistema de iluminación para capturar imágenes de los productos. Una vez que estas imágenes se encuentren digitalizadas, un algoritmo de machine learning, del tipo supervisado, asumirá la tarea de analizar múltiples parámetros para evaluar si el producto cumple con las especificaciones de calidad establecidas. Inicialmente, este algoritmo funcionará como un "aprendiz" y, con el tiempo, evolucionará hacia el rol de un "auditor de calidad".

Es importante destacar que en ningún momento se pretende que este "Auditor Virtual" opere de forma independiente. Más bien, se piensa como una herramienta complementaria para el personal encargado del control de calidad, con el propósito de aliviar su carga de trabajo, reduciendo el nivel de estrés y fatiga asociados. Además, dado que el control de calidad involucra la aplicación de criterios subjetivos, la persona seguirá realizando ajustes periódicos a lo largo del tiempo para mejorar el desempeño del sistema.

La potencialidad de esta propuesta radica en su capacidad para resolver una amplia gama de problemas en varios puntos de la línea de producción.

Además, dado que el sistema interactuará con las bases de datos de la empresa, será fácilmente actualizable en caso de cambios en los modelos de productos o ajustes en los criterios de control de calidad. Otra aplicación valiosa será la generación de un tablero de indicadores en tiempo real que mostrará los desvíos de calidad a medida que ocurren en la línea de producción. Esta función permitirá generar alertas ante tendencias negativas o desviaciones significativas con respecto a los estándares, lo que ayudará a prevenir problemas más graves.

Figura 12: Diagrama en bloques del sistema de control visual



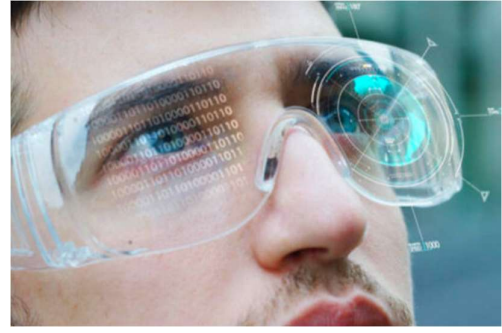
Nota. Elaboración propia

El sistema debe cumplir los siguientes requisitos:

- Cámara de alta resolución: el dispositivo deberá contar con una cámara de alta resolución para capturar imágenes detalladas del colchón.

- Iluminación adecuada: es importante que el dispositivo cuente con una iluminación adecuada para que las imágenes capturadas sean de buena calidad y se puedan analizar con precisión.
- Algoritmos de Machine Learning: se deben desarrollar algoritmos que puedan analizar las imágenes capturadas por la cámara y detectar posibles defectos en el colchón.
- Base de datos: se debe contar con una base de datos de imágenes de colchones que permita entrenar y mejorar continuamente el modelo de Machine Learning.
- Interfaz de usuario: el dispositivo debe contar con una interfaz de usuario amigable y fácil de usar que permita visualizar los resultados de las pruebas y tomar decisiones en consecuencia.
- Sistemas de alerta: el dispositivo debe contar con dispositivos que notifiquen a los usuarios cuando se detecte un defecto en el colchón.

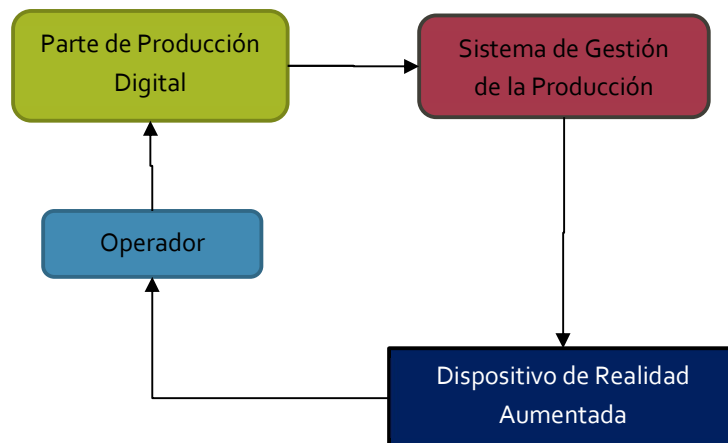
Sistema de Realidad Aumentada



En situaciones en las que un puesto de trabajo involucra el manejo de una cantidad considerable de información relacionada con modelos específicos del producto, se propone la implementación de un sistema que ofrezca una amplia cantidad de datos y permita una interacción directa con el operador de dicho puesto. Esto es particularmente relevante en el caso del empleado encargado de ensamblar los conjuntos de componentes que integran el producto, ya que este proceso implica la manipulación de numerosos materiales cuya combinación varía según el modelo del colchón en producción.

En consecuencia, equipar a este puesto con un sistema de realidad aumentada representaría una solución de gran potencial. Con el apoyo de esta tecnología, el encargado de armar el conjunto de componentes siempre tendría acceso a la información detallada sobre las características de los materiales y no necesitaría depender de su memoria para recordarlas. Dado que la gama de materiales utilizados es amplia y diversa, este sistema contribuiría significativamente a prevenir errores derivados de confusiones durante el proceso de ensamblaje de los conjuntos de componentes.

Figura 13: Diagrama en bloques del sistema de realidad aumentada



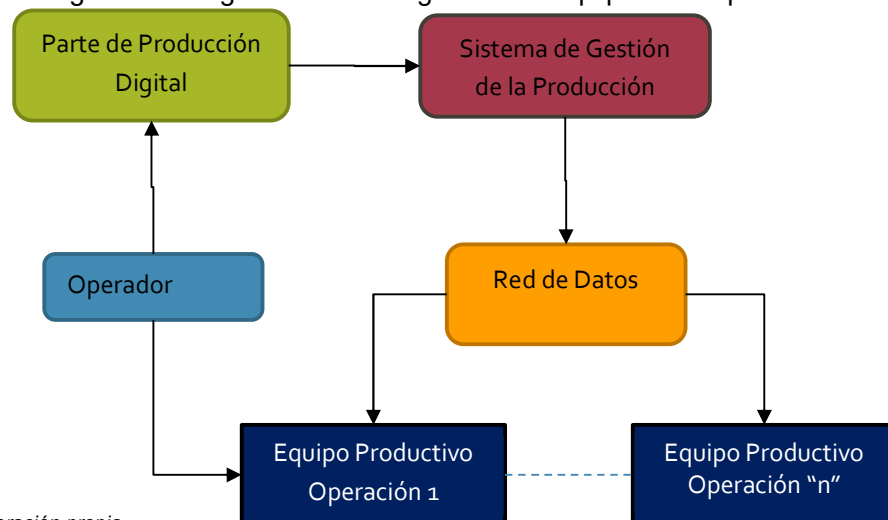
Nota. Elaboración propia

Integración de Equipamiento Productivo



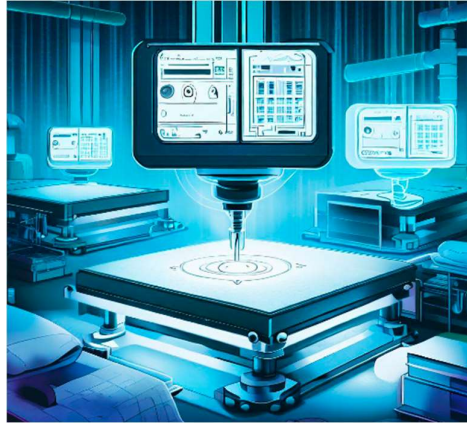
Dada la dinámica constante de cambios de parámetros de funcionamiento del equipamiento de producción, se propone la integración del sistema de gestión de la producción con el equipamiento productivo. Esto se constituirá como una solución efectiva para optimizar los procesos en los cuales los cambios de configuración requieren ajustes en los parámetros operativos. Un ejemplo concreto de esta propuesta puede ser el sector de matelaseado, donde al seleccionar un pedido en el registro de producción, el operador permitiría al sistema realizar ajustes automáticos en el diseño del matelaseado y las dimensiones de la tapa correspondientes a dicho pedido. Esta automatización evitaría posibles errores derivados de la selección incorrecta de diseños o de la configuración de medidas. Otro buen ejemplo sería el sector de corte de bloques, donde al realizar un cambio de configuración, el sistema ajustaría automáticamente la cantidad de placas necesarias y sus dimensiones correspondientes para el nuevo pedido. Este enfoque busca mejorar la eficiencia y la precisión en la gestión de los cambios de partida de producción, minimizando posibles fallos humanos y optimizando el rendimiento de la maquinaria.

Figura 14: Diagrama de la integración de equipamiento productivo



Nota. Elaboración propia

Metrología en Línea

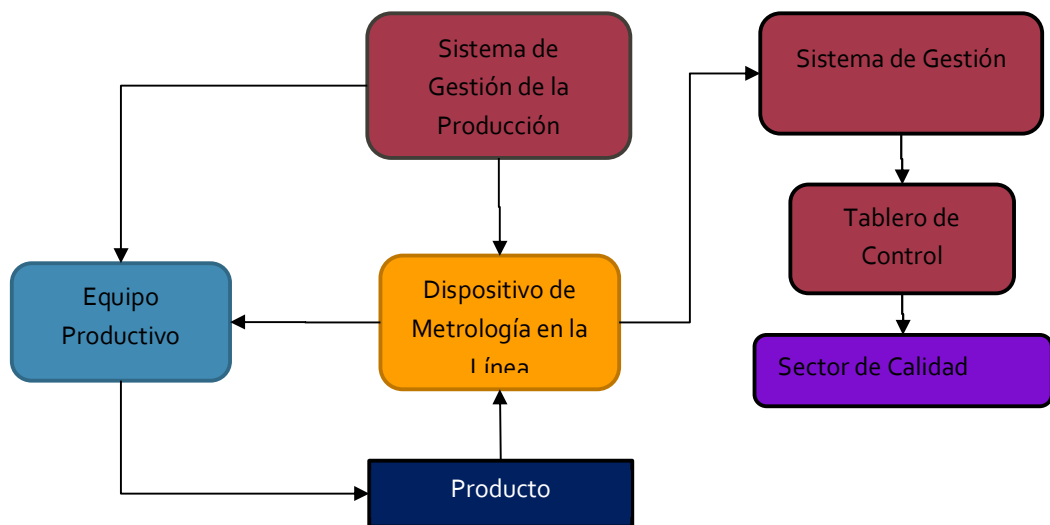


La solución propuesta implica la instalación de dispositivos en la salida de diversos equipos de producción, como por ejemplo una matelaseadora, con el fin de identificar si la producción cumple con las dimensiones predefinidas. Esta solución se basa en la aplicación de la tecnología de visión artificial. En este contexto, se emplea una cámara para capturar imágenes de los productos, y luego se procede a medir sus dimensiones mediante la cuantificación de píxeles en la imagen.

El dispositivo debe estar integrado con el sistema de producción para identificar el modelo en fabricación y ajustar los parámetros que determinan si el producto cumple con las especificaciones requeridas. En caso de detectar una discrepancia, el dispositivo tiene la capacidad de detener el ciclo de producción y notificar al operador la causa de la interrupción.

Al mantener una interconexión constante con el sistema de producción, el dispositivo cuenta en todo momento con información actualizada, lo que contribuye a evitar que la cadena de producción continúe generando valor en productos que presentan defectos.

Figura 15: Diagrama del sistema de metrología en línea



Nota. Elaboración propia

Propuesta de Implementación en la Línea Productiva

A continuación, se confecciona una tabla con los problemas relevados en la línea y la propuesta para cada uno de ellos

Tabla 2: Soluciones propuestas para cada problemática relevada

Problemática	Posible causa	Sector	Tecnología habilitadora de la industria 4.0	Solución propuesta
Puesto de control de calidad sometido a mucha presión	Debido al ritmo de producción y a la profundidad de la línea de productos, este puesto presenta la particularidad de un continuo cambio de los criterios de control	Control de calidad	Machine learning Interconexión de sistemas Automatización Visión artificial	Implementar sistema de control visual
Errores humanos al chequear las características del producto	Debido a la profundidad de la línea de productos ofrecidos, existen muchos modelos con pequeñas diferencias y esto dificulta el control (muchas combinaciones posibles)	Armado de kits Auditoría de Calidad	Realidad Aumentada	Implementar Sistema de realidad aumentada
Tiempo de entrenamiento relativamente alto				

Posible error del dibujo patrón matelaseado		Matelaseado	Interconexión de sistemas	Interconectar máquinas con sistema de gestión de la producción
Errores de comunicación	Muchos participantes que no acceden a un mismo canal de comunicación	Todos los puestos	Interconexión de sistemas	Mayor presencia de dispositivos móviles con información relevante a la tarea realizada de manera específica en cada puesto
Posibles errores dimensionales		Corte de bloques Matelaseado	Machine learning Automatización Visión artificial	Implementar sistema de metrología en la línea
Chequeos poco exhaustivos	Si bien los auditores van revisando los diferentes procesos, los cambios de partidas son muy frecuentes, por lo tanto, el control de calidad depende del propio operador, que en ocasiones puede priorizar la cantidad sobre la calidad	Matelaseado Armado de kits	Machine learning Interconexión de sistemas Automatización Visión artificial	Sistema de control visual

Falta de control post proceso en el armado de colchones		Cerrado de colchones	Machine Learning Automatización Visión artificial	Implementar sistema de control visual
Falta de controles dimensionales por falta de tiempo	El operador se encuentra enfocado en la cantidad, por lo tanto, puede ser que se priorice la cantidad a la calidad	Matelaseado Corte de bloques	Interconexión de sistemas Metrología en línea	Interconectar máquinas con el sistema gestión de la producción. Implementar sistema de metrología en la línea
Movimientos poco ergonómicos	Es necesario mover el colchón para poder controlarlo	Control de Calidad	Machine Learning Automatización Visión Artificial	Automatización del puesto de control para evitar que el operador manipule el producto
Defectos en la costura	Debido al tamaño de los productos y a la velocidad de la línea, puede ser que se pasen por alto algunos de estos fallos	Armado de Colchones	Machine Learning Automatización Visión Artificial	Implementar sistema de control Visual

<p>Manchas o roturas en la tela</p>	<p>Debido al tamaño de los productos y a la velocidad de la línea, puede ser que se pasen por alto algunos de estos fallos</p>	<p>Matelaseado</p>	<p>Machine Learning Automatización Visión Artificial</p>	<p>Implementar sistema de control Visual</p>
<p>No existe un tablero en tiempo real de fallos relevados en la línea de montaje</p>			<p>Sistemas interconectados</p>	<p>La información recolectada por los sistemas de visión puede ser cargadas de manera instantánea a bases de datos y en función de esta información se puede armar un tablero de control que muestre la situación de la línea</p>
<p>Plantel de calidad corto de persona</p>	<p>Se debe buscar un equilibrio en el tamaño del plantel en función a las variaciones de la producción</p>	<p>Control de calidad</p>	<p>Machine Learning Automatización Visión Artificial Interconexión de Sistemas</p>	<p>Con la ayuda de las tec. de la industria 4.0 se busca mejorar el desempeño del sistema de calidad implementado</p>

Trabajo manual/artesanal	Debido a la profundidad de la línea, automatizar el proceso de armado del colchón es muy complejo debido a la variedad de materiales y la cantidad de cambios de partida.	Cerrado de Colchones	Machine Learning Automatización Visión Artificial	Implementar sistema de control Visual en cada cerradora
--------------------------	---	----------------------	---	---

Nota. Elaboración propia

Según la óptica de V. Murmujean (2022), estas propuestas de integración del sistema de gestión de la producción, el equipamiento productivo y el sistema de calidad determinan una genuina implementación de Calidad 4.0 debido a:

- Aplicación de metodologías de Transformación Industrial: se propone la aplicación de pilares tecnológicos a lo largo de la cadena productiva con el fin de hacer más eficiente la operación disminuyendo el costo de la “no calidad”.
- Lograr beneficios de cambio gradual: se proponen alternativas que se pueden implementar de manera iterativa con el fin de ir logrando cambios graduales. Una vez que se implemente la solución completa el objetivo es llevar a la mínima expresión la probabilidad de que el cliente reciba un producto con defectos de fabricación.
- A lo largo de la cadena de valor: las propuestas realizadas están orientadas para ser aplicadas a lo largo de la cadena productiva y no están centradas solamente en una operación.

Discusión

En base a lo estudiado, se podría determinar que, para mejorar los resultados, Colchón Plus debería incrementar el volumen de personal en el área de control final. Si bien esto, en un principio, parecería ser cierto, hay que tener en cuenta que jugaría en contra de la eficiencia productiva de la planta. Se emplearía una mayor cantidad de personal para producir la misma cantidad de unidades, lo que le quitaría flexibilidad a la empresa para

adaptarse a la cambiante demanda del mercado y podría generar, en algunos casos, situaciones de inviabilidad del negocio. Con este trabajo se pretende realizar una serie de propuestas que permitan mejorar la eficiencia del sistema implementado.

Ya que las acciones propuestas abarcan toda la línea de producción, se deberá determinar por qué proceso comenzar. Según la lógica, se debería atacar primeramente el lugar en donde se origina el problema, ya que de esta manera se lograría evitar que se le continúe agregando valor a un producto que será scrap o bien se evitará agregar el costo del retrabajo que se debe realizar para solucionar el inconveniente. En el caso de Colchón Plus, considerando que hablamos de un proceso que ya está operativo, con deficiencias, pero operativo al fin, sería conveniente comenzar con uno de los últimos procesos, el control final de calidad. Esta decisión está soportada por el análisis que se detallará a continuación:

En 2021 se produjeron 6914 devoluciones de colchones de resortes, de ellos 1659 se debieron a reclamos directos, o sea colchones que, al recibirlos el cliente final, no cumplían con alguno de los parámetros de calidad. Analizando esta última cifra, si se descuentan los motivos de devolución referidos a problemas ocasionados por el proceso logístico o al mal asesoramiento, nos queda que esta cifra se reduce a 945 colchones. Si bien este número es mucho menor que el total de las devoluciones, esta cifra significa que diariamente, en promedio el puesto de calidad da por bueno a 3 colchones defectuosos. Tener en cuenta que cada colchón defectuoso representa un cliente que no quedó conforme con el producto. Lo cual afecta el prestigio de la marca.

Ahora si se quiere monetizar este costo de la no calidad, además de los perjuicios intangibles como ser el prestigio de la marca, se puede realizar la siguiente estimación:

- Cada colchón defectuoso, desde el punto de vista logístico, representan 3 viajes. El primero es desde la fábrica al cliente, el segundo el envío de un colchón nuevo y el tercero la devolución del producto defectuoso a fábrica. (en este análisis se deja afuera los costos referidos a la elaboración de un producto nuevo y el desarme o reparación del producto defectuoso)
- En promedio, cada colchón ocupa un volumen de 0.5 m^3 . Un semirremolque tiene en promedio una capacidad de 98 m^3 . Si relacionamos las dos cifras anteriores, cada semirremolque puede transportar, en promedio, 186 colchones. Lo que representa que anualmente se están transportando 5 semirremolques completos de colchones defectuosos. Esto suponiendo que todos los reclamos se produzcan al mismo tiempo y en una misma locación, lo que en la realidad no ocurre, por lo tanto, el perjuicio es mayor.

Por todo lo anterior, se establece que la elección del puesto de control de calidad constituye una buena elección para iniciar el proceso de mejora. De esta manera se lograría al menos contener dentro de la planta los productos que tengan algún problema originado en el proceso de fabricación.

Una vez que se implemente el nuevo sistema en el puesto de control de calidad, se puede continuar por los puntos iniciales del proceso.

Conclusión

En este trabajo de tesis, se llevó a cabo un proceso de caracterización de la línea de producción de Colchón Plus. Este proceso incluyó una serie de entrevistas con los operarios clave en la línea y la observación detallada de sus tareas. La caracterización proporcionó una comprensión de la situación actual de la línea de producción de la empresa.

Además, se investigó el sistema de calidad implementado en la empresa a través de entrevistas y observaciones, y se evaluó su rendimiento utilizando estadísticas de devoluciones correspondientes al año 2021. El análisis reveló que el rendimiento del sistema de control de calidad se ve afectado por la velocidad de producción, siendo las métricas más deficientes durante los meses de mayor producción.

Simultáneamente, se realizó una investigación sobre las tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0, que abarcan aspectos como sistemas interconectados, machine learning, visión artificial, realidad aumentada y metrología en línea.

El control de calidad se presenta como un desafío complejo de automatizar debido a la naturaleza artesanal de los procesos de producción y a la importancia de la calidad percibida por el cliente en términos visuales. En este contexto, los pilares de la cuarta revolución industrial ofrecen soluciones a los desafíos de los procesos industriales complejos. En particular, en el caso de Colchón Plus, los pilares más relevantes son el machine learning, los sistemas interconectados, la realidad aumentada, la visión artificial y la metrología en línea (si bien no es un pilar, es una combinación de los anteriores). Vincular estos pilares con los sistemas existentes en la industria tiene el potencial de simplificar el trabajo de las personas, mejorar la eficiencia de la producción y optimizar el uso de recursos, reduciendo el desperdicio.

En resumen, a partir de la investigación detallada de la línea de producción, el sistema de calidad y las tecnologías de la Industria 4.0, surge el concepto de "Calidad 4.0". Este enfoque integral propone la aplicación de soluciones tecnológicas avanzadas para optimizar los procesos de calidad, aumentar la eficiencia y obtener resultados superiores en un entorno empresarial cada vez más competitivo. La "Calidad 4.0" representa una oportunidad para que las organizaciones se adapten y prosperen en la era de la transformación digital.

Con base en toda esta información, se han formulado una serie de propuestas de proyectos con el potencial de mejorar significativamente el desempeño de Colchón Plus.

Estos proyectos incluyen:

- Sistema de Control Visual: Este proyecto se basa en el machine learning y la visión artificial para funcionar como un auditor de calidad virtual. Complementará la labor de los auditores en el lugar y ayudará a independizar el desempeño del puesto de inspección de calidad de la velocidad de producción.
- Sistema de Realidad Aumentada: Este sistema, proporcionará asistencia instantánea a los colaboradores encargados de ensamblar los kits de los colchones. También se puede adaptar a puestos que requieran trabajar con una amplia variedad de productos.
- Integración de Equipamiento Productivo: Esta propuesta se apoya en la interconexión de sistemas y tiene como objetivo integrar el equipamiento productivo con el sistema de gestión de la producción para reducir los errores causados por la introducción de datos incorrectos durante los cambios de modelo, dada la diversidad de productos de Colchón Plus.
- Metrología en Línea: Se pretende implementar este sistema al final de los procesos donde puedan detectar errores de medida, materia prima o diseño. Estará basado en el machine learning y la visión artificial.

Estas propuestas se pueden considerar como núcleos base que se pueden adaptar o combinar según las necesidades específicas de la línea de producción. Su implementación promete una línea de producción más eficiente, una imagen de marca mejorada con menos quejas de los clientes y una reducción en los costos logísticos relacionados con devoluciones y reenvíos. Además, permitirán al departamento de calidad independizar muchos de sus procesos del sistema productivo, lo que es especialmente valioso en períodos de alta producción. Finalmente, mejorarán las condiciones laborales al reducir el estrés y la fatiga de los empleados.

Es fundamental destacar que el concepto de "Calidad 4.0" no pretende reemplazar a las personas, sino que busca una colaboración armoniosa entre las tecnologías avanzadas y el personal capacitado. Dada la promisoría contribución de estas propuestas al control de calidad, la empresa ha decidido avanzar en su implementación para seguir mejorando sus productos y su buena reputación en el mercado.

Referencias

Albrieu, R., Basco, A., Brest López, A., De Azevedo, B., Peirano, F., Rapetti, M., & Vienni, G. (2019). *Travesía 4.0 hacia la transformación Industrial Argentina*.

Basco, A., Beliz, G., Coatz, D., & Garnero, P. (2018). *Industria 4.0 Fabricando el Futuro*. Monografía del Banco Interamericano de Desarrollo.

Choquehuayta Baca, E. (2021). *Diseño e implementación de un prototipo para el control de calidad de accesorios de pvc por visión artificial y machine learning*. Obtenido de Universidad Católica de Santa María: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/ucsm/10564>

Fu, K., González, R., & Lee, C. (1988). *Robótica: control, detección, visión e inteligencia*. Mexico: McGraw Hill.

Garrell, A., & Guilera, L. (2019). *La Industria 4.0 en la sociedad digital*. Marge Books.

Gubert Ayneto, X. (2019). La industria 4.0, el nuevo motor de la innovación industrial. *Dirección y Organización*, 99-110.

Gutierrez Pulido, H. (2010). *Calidad Total y Productividad*. Tercera Edición. McGraw Hill.

Ishikawa, K. (1989). *Introducción al Control de Calidad*.

Jacob, D. (s.f.). *¿Que es la Calidad 4.0?* Obtenido de Quality Road: <https://qualityway.wordpress.com/2020/06/08/que-es-la-calidad-4-0-por-dan-jacob/>

Maisueche Cuadrado, A. (2019). *Utilización del machine learning en la industria 4.0. Trabajo de fin de Master*. Obtenido de Universidad de Valladolid: <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/37908>

McCarthy, J. (2004). *What is Artificial Intelligence?* Obtenido de Universidad de Stanford: <http://www-forma.stanford.edu/jmc/>

Mendoza Chipantasi, D., & Salazar Castillo, J. (2019). *Sistema de clasificación y control de calidad de un proceso de producción industrial usando visión artificial*. Obtenido de Universidad Técnica de Ambato: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/29175>

Motta, J., Morero, H., & Ascúa, R. (2019). *Industria 4.0 en mipymes manufactureras de la Argentina*. Santiago: Comisión Económica para América Latina (CEPAL).

Mula Cruz, F. (s.f.). *Aplicación de sistemas inteligentes al control de calidad de la producción de piezas en serie mediante la reconstrucción de imágenes*. Obtenido de Universidad Politécnica de Cartagena:

Recuperado de

http://dspace.aepro.com/xmlui/bitstream/handle/123456789/2470/AT03031_20.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Murugesán, V. (28 de marzo de 2022). *What is Quality 4.0? And what it isn't*. Obtenido de Industrial Transformation Blog: <https://blog.insresearch.com/what-is-quality-4.0-and-what-it-isnt>

Negnevitsky, M. (2002). *Artificial Intelligence*. Pearson Education.

Peña Lorenzo, J. (2020). *Aplicación de técnicas de aprendizaje profundo (deep learning) para la detección de objetos en industria 4.0*. Obtenido de Universidad de Valladolid:
<http://uvadoc.uva.es/handle/10324/43255>

Quezada Torres, C. E. (22 de junio de 2023). *Calidad 4.0 y la transformación digital*. Obtenido de <https://calidad.pucp.edu.pe/espacio-de-calidad/calidad-40-y-transformacion-digital>

Radziwill, N. (2020). *Connected, Intelligent, Automated: The Definitive Guide to Digital Transformation and Quality 4.0*. Quality Press, 1er Edición.

Sistemas de Gestión de la Calidad según ISO9001. (s.f.). Obtenido de Pero ¿Qué es la Gestión de la Calidad?: <https://isogoo1calidad.com/que-es-la-gestion-de-la-calidad-23.html>

Slotnisky, D. (2016). *Transformación digital: Cómo las empresas y los profesionales deben adaptarse a esta revolución*. Digital House, 1er Edición.

Torres Saumeth, K., Suguey Ruiz, T., Solis Ospino, L., & Martinez Barraza, F. (2012). Calidad y su evolución: una revisión. *Dimensión Empresarial*, 100-107.

Anexo

Entrevistas

En cuanto a la entrevista al responsable de calidad, fue posible comenzar a realizar la entrevista. Lo que se detecta es que la misma quedó un poco extensa, por lo que no es posible poder realizarla en un solo encuentro. Por esta razón se acordó coordinar una serie de reuniones e ir avanzando a medida que el tiempo lo permita.

Si bien al entrevistado se lo conoce desde hace un par de años, el temor era que se sienta "auditado" y que eso dificulte la obtención de la situación real, pero en verdad esto no ocurre, se tiene la impresión de que la información brindada se corresponde totalmente con la realidad. Cabe aclarar que, por el desempeño del entrevistador en un área vinculada al mantenimiento de la misma organización, tiene varios puntos de contacto con la problemática de la calidad, lo que facilitaría la detección de situaciones no reales.

A continuación, se detalla un breve resumen de la información relevada hasta el momento.

Entrevista 1

Pregunta: *En cuanto al proceso de control de calidad implementado en la línea de producción de colchones de resortes. ¿Podría describir sus diferentes etapas?*

Respuesta: El proceso de control de calidad se realiza en las diferentes etapas del proceso productivo. Se controlan las materias primas más críticas, los subproductos que componen el colchón y el producto terminado.

Dependiendo de las características de la materia prima se hacen diferentes tipos de controles. Por ejemplo, al alambre se le realiza un control 100% controlando los lotes de fabricación y la existencia de corrosión. En cuanto a patas y telas se hace un control estadístico. En el caso de las patas se realizan controles dimensionales y referidos al aspecto visual. En el caso de la tela, se coloca el rollo en un equipo especial para controlar la presencia de roturas en el lienzo.

En cuanto a los subproductos que componen el colchón se realiza un control estadístico en donde se valoran parámetros dimensionales y de aspecto

En el caso del producto terminado, se realiza un control del 100% de la producción buscando detectar aspectos visuales que afecten la calidad del producto

Pregunta: *¿Se puede decir que el proceso de control de calidad está completamente desarrollado o que está en una continua evolución?*

Respuesta: El proceso está en continua evolución y se van implementando cambios a medida que se detectan oportunidades de mejora

Pregunta: *¿Al momento de detectar el fallo, es posible determinar de forma precisa el origen o es necesario realizar una investigación más detallada?*

Respuesta: Al margen de las materias primas, que en caso de fallo se devuelve al proveedor, en los demás casos se puede identificar el grupo de máquinas donde se puede originar, pero se debe investigar más.

Pregunta: *¿Cuándo aumenta la producción se incrementa el porcentaje de devoluciones? ¿O el mismo es independiente a esto?*

Respuesta: Es evidente que cuando aumenta el ritmo de producción se aprecia un aumento de la aparición de pequeños fallos. Se puede atribuir a una mayor presión para cumplir con la cuota de producción.

Pregunta: *¿Cuándo se encuentra una falla reiterativa, existe un mecanismo para tratar de solucionar el origen del problema con rapidez?*

Respuesta: Cuando se detectan fallos reiterativos, se investiga la posible causa, en caso de que no se pueda determinar claramente, se va recorriendo la cadena productiva en sentido inverso para tratar de determinar el origen. Obviamente se busca detectar la fuente del problema lo más rápido posible.

Pregunta: *¿Cuántos eventos se deben registrar en el control final para activar el procedimiento de acción en el origen del fallo?*

Respuesta: Por supuesto que cuando se detectan fallos reiterativos se busca detectar la causa del problema, pero también se está atento a si se produce una falla reiterativa en una misma ubicación. Eso es un indicativo de un problema en un equipo. Inmediatamente se realiza el camino inverso para detectar donde está la causa del problema.

Pregunta: *¿Tienen implementado algún tipo de tablero de control en donde se reflejen indicadores de calidad?*

Respuesta: Tablero de control en tiempo real no, si tenemos un indicador mensual que se confecciona con los datos que se van relevando en los diferentes puntos de la planta

Pregunta: ¿Tienen desarrollado algún tipo de indicador de calidad específico por cada proceso de fabricación?

Respuesta: Tenemos desarrollado indicadores para los procesos claves para la fabricación, como ser la materia prima recepcionada, los subproductos que llegan a la fase final de armado y al final de la línea de fabricación. También tenemos un indicador referido a los problemas que ocasionan las devoluciones. En base a esto se realizan propuestas de mejora

Pregunta: ¿Se tiene identificada alguna etapa del proceso de elaboración que sea crítica desde el punto de vista de la calidad, o sea, que por un pequeño desajuste pueda generar la devolución del producto?

Respuesta: Sin duda que los puestos más críticos son el armado de los kits y el cerrado, ya que un pequeño error en estos puestos puede ser clave para que se produzca una devolución. Por ejemplo, cometer un error en la composición de un producto o bien al cerrar de manera incorrecta un colchón o mancharlo a consecuencia de no tener el puesto de trabajo en condiciones o por problemas en la máquina.

Pregunta: ¿Se registran los diferentes tipos de fallos que se detectan? ¿Se realiza algún tipo de análisis de esta información?

Respuesta: **Los fallos detectados se registran, analizan y mensualmente se elabora un informe presentado a la dirección.** También se analizan los productos devueltos y se realizan las justificaciones correspondientes a la dirección.

Pregunta: ¿Se realizan ajustes a los criterios de control de calidad de acuerdo con las devoluciones mensuales recibidas o se debe registrar un cierto número de devoluciones para que se la considere cómo un nuevo punto de control?

Respuesta: Las devoluciones son una buena fuente para detectar puntos de mejora o bien para realizar ajustes del sistema de calidad. Obviamente se comienza a trabajar con las fallas más frecuentes, pero se puede decir que ninguna se deja sin atender.

Pregunta: Cuando se recibe un producto rechazado por el cliente. ¿Se puede determinar en qué fecha y turno se produjo?

Respuesta: En base a la garantía presentada por el usuario, se puede determinar año y mes de fabricación

Pregunta: ¿Se tiene estimado el intervalo de tiempo desde que un colchón se entrega hasta que vuelve a fábrica por un problema atribuible a un defecto de calidad?

Respuesta: Los productos tienen 5 años de garantía, y se puede decir que el momento crítico es el primer año. La mayoría de las devoluciones se realiza en ese intervalo

Pregunta: ¿Cuántas personas cumplen funciones en el sector?

Respuesta: El área está compuesta por 15 personas. En momentos claves del año, en el que ritmo de producción aumenta, se refuerza el sector con personal eventual. Aproximadamente 2 o 3 personas extras.

Pregunta: ¿Tiene estimado el tiempo de entrenamiento que necesita un colaborador para poder desempeñarse como auditor de calidad?

Respuesta: Obviamente depende mucho de la persona, pero lo habitual son 6 meses. De todas maneras, hasta que no se esté plenamente seguro de los conocimientos del colaborador, no se lo deja trabajar de manera autónoma.

Normalmente el primer trabajo que toma es el de desarmar productos y cuando está completamente formado, se lo destina al control de la línea.

Pregunta: Con respecto a las personas involucradas en el control de calidad. ¿Se les brinda un plan de capacitación continua para reafirmar los criterios de calidad?

Respuesta: a los auditores de calidad se les informa sobre los problemas relevados en las devoluciones y se hace hincapié en las posibles causas y puntos de mejora. Por otro lado, se tiene implementado un programa que denominamos “charla de 5 minutos” en donde semanalmente se charla con los auditores sobre temas referidos a la calidad. El objetivo de esto es tener siempre presente los puntos importantes que no se deben pasar por alto y para que tengan presente la importancia del rol que desempeñan.

Pregunta: Cada vez que se cambia un criterio de control. ¿El personal de la línea recibe una capacitación formal o solo se notifica la novedad?

Respuesta: Cada vez que se agrega un nuevo punto de inspección, se realiza una capacitación en el puesto y se firma una planilla de capacitación que luego se entrega al área de capital humano. Estas capacitaciones se pueden dictar en el mismo puesto o si esta implica cambios en la forma de trabajar, se dicta primero en una sala y luego se entrena en la línea.

Pregunta: Los auditores de calidad. ¿Sufren de alguna fatiga originada por el proceso de inspección?

Respuesta: Se producen fatigas referidas al cansancio visual, sobre todo en momentos de alta producción. El puesto de control lo componen dos integrantes: uno se encarga netamente en el control visual, detectando manchas, roturas, incorrecta composición, etc.; el otro colaborador hace un chequeo de composición y luego le coloca la etiqueta de modelo al colchón. Como estas tareas tienen diferentes niveles de atención, cada 2 horas se alternan las tareas. A su vez cada 2 horas, se realiza una pausa activa para elongar las extremidades y evitar lesiones. De paso sirve para descansar la vista.

Pregunta: En la línea de producción de colchones de resorte. ¿Se tiene elaborado un ranking de causas de devolución más frecuentes?

Respuesta: Mensualmente se entrega a la dirección un informe sobre la evolución de las causas de devolución. Esto se usa como KPI para medir la efectividad del control final. Y digo en cierta medida porque no siempre son devoluciones de productos que fueron fabricados en un lapso menor a los 3 meses.

Pregunta: ¿Tienen detectado en la línea los puntos más críticos en donde se originan problemas de calidad?

Respuesta: Los puntos más críticos de la línea son aquellos en el que trabajo es manual y cuyos subproductos están a la vista. Por ejemplo, hilos sueltos por fallas en el matelaseado, incorrecta composición de componentes por un error del armado del kit, por mala calidad en el cerrado o manchas o roturas producidas a lo largo de la línea de fabricación.

Pregunta: ¿Se tienen relevadas las principales problemáticas que tienen los auditores para su normal desempeño?

Respuesta: se puede decir que los mayores inconvenientes que tienen los auditores son los mix de productos, o sea existe una amplia variedad de modelos de colchones, lo que dificulta mucho la detección de productos que estén fabricados con productos incorrectos. Otro inconveniente que tienen es la presión que tienen en los momentos de alta producción. Se puede decir que el puesto de control es un cuello de botella de la línea y en momento de alta producción se dispone de poco tiempo para detectar manchas, roturas o mala calidad de costuras.

Pregunta: Según el análisis del informe de calidad del ejercicio 2020-2021, el 10% de las devoluciones se pueden atribuir a eventos que no fueron detectados por el control final de la línea. ¿Tienen identificada las posibles causas de este problema?

Respuesta: En ese período se tiene la particularidad de que fue un año muy bueno en cuanto a lo productivo, fueron meses de muchísima producción y con la particularidad de que muchas personas no acudían a trabajar debido a la pandemia. Esto sobrecargaba de trabajo a los diferentes puestos de trabajo. Pero en este caso en particular lo atribuimos al ritmo de producción intenso.

Pregunta: Dentro de los motivos de devoluciones, se observa que los problemas debido a roturas de tela, calidad de costuras y manchas, son relevantes. ¿Se toman medidas para tratar de minimizar este tipo de problemática?

Respuesta: Ante esta problemática se comienza a recorrer la línea de fabricación para detectar posibles puntos “calientes” en donde se produzcan los fallos. Además, se le solicita colaboración a mantenimiento y producción para tratar de identificar posibles orígenes de las no calidades. Por ejemplo si se detectan problemas referidos a manchas, se busca detectar problemas referidos a la lubricación de máquinas o a presencia de metales ferrosos que entren en contacto con las diferentes partes y se evalúa la sustitución de estos por acero inoxidable. Siempre se trata de atacar el problema con la colaboración de las diferentes áreas.

Pregunta: Cuando se incrementa el ritmo de producción. ¿Se incrementa el nivel de detección de fallos? Y el indicador de reclamos de calidad. ¿Empeora su desempeño?

Respuesta: Cuando aumenta la producción, se incrementa la detección de fallos, debido a que incrementa la tasa de producción de los puestos lo que provoca que los operadores se concentren más en la cantidad que en la calidad. Esto genera algunos inconvenientes en los que tiene que interceder el supervisor para que se tomen las medidas correctivas. El control de calidad empeora su desempeño debido a que se dispone de menos tiempo para buscar inconvenientes.

Pregunta: ¿Surgen desde el sector de calidad propuestas para disminuir las no conformidades? ¿Puede detallar las más relevantes?

Respuesta: Siempre se proponen acciones para disminuir las no conformidades. En ocasiones son ejecutadas por el mismo sector de calidad otras veces se solicita ayuda a otras áreas. Por citar algunas:

- Optimizar las lubricaciones de las máquinas para evitar manchas de aceite. También se propuso adaptar los sistemas para evitar el uso de grasa porque son manchas muy difíciles de eliminar.
- Desarrollar un kit de productos quita manchas
- Construir un organizador de etiquetas para facilitar la búsqueda de los modelos
- Sustituir por materiales ferrosos de las zonas en donde la tela puede entrar en contacto con ellos y se produzcan manchas de óxido
- Solicitar la adquisición de un dispositivo para detectar roturas en los rollos de tela.

Se realizó una entrevista de prueba con un operario de producción. La misma se realizó en el mismo puesto de trabajo (previamente se acordó esto con el supervisor de la línea). Se decidió hacerlo en la misma planta para evitar intimidar al entrevistado. En cuanto a la extensión de la entrevista, si bien pareció apropiada, el entrevistado la consideró un poco extensa (El puesto que ocupa esta persona está afectada por un incentivo relacionado con el volumen producido). De todas maneras, parecieron sinceras sus respuestas.

Para tratar de evitar la incomodidad de interrumpir el trabajo se eligió hacer la entrevista cuando el personal volvía del refrigerio. En este caso se lograron mejores resultados

Entrevista 2

Pregunta: ¿Qué tarea realiza en la línea de fabricación de colchones de resortes?

Respuesta: Trabajo en el cerrado de colchones.

Pregunta: Antes de desempeñarse en el puesto actual: ¿Qué otras tareas realizó?

Respuesta: Trabajaba en el sector de armado de colchones.

Pregunta: ¿Qué antigüedad tiene en el puesto?

Respuesta: 10 años en la empresa, 8 años como cerrador.

Pregunta: ¿Puede describir brevemente su tarea?

Respuesta: Recibo los colchones ensamblados y me encargo de aplicarle el vivo para cerrar el colchón.

Pregunta: En el puesto que ocupa actualmente, ¿Recibe algún tipo de incentivo por producción?

Respuesta: Si, recibo un incentivo que varía en función a los colchones que cierro por día.

Pregunta: ¿Realiza algún tipo de chequeo previo del material que recibe para ejecutar la operación?

Respuesta: Tenemos un puesto en donde chequeamos para cada modelo de colchón que color de hilo lleva y el tipo de vivo. Cuando se realiza alguna modificación de diseño, el encargado nos avisa para que tengamos en cuenta los cambios.

Pregunta: ¿Tiene alguna manera de determinar si los materiales recibidos son los correctos para elaborar el producto?

Respuesta: En el mismo puesto en donde veo los colores de hilo y vivo, hay fotos del producto para que verifiquemos el diseño.

Pregunta: ¿Una vez que finaliza la elaboración, ejecuta algún tipo de control buscando defectos visuales?

Respuesta: Chequeo de que no existan hilos sueltos.

Pregunta: ¿Una vez que finaliza la elaboración, ejecuta algún tipo de control buscando defectos dimensionales?

Respuesta: Eventualmente si veo que tengo que hacer mucha fuerza para poder cerrar el colchón verifico si la tapa está a medida.

Pregunta: ¿Se entera de alguna manera si, en el puesto de control de calidad, algún producto que elaboró usted, fue defectuoso?

Respuesta: Si detectan una falla grave me devuelven el producto para que pueda corregirlo.

Pregunta: Cuando un producto elaborado por usted tiene algún defecto de calidad. ¿Qué sucede?

Respuesta: Y dependiendo la falla. Si me equivoqué del tipo de vivo utilicé o el color del hilo, lo tengo que descoser y colocar el correcto.

Pregunta: ¿Recibe normalmente capacitación sobre aspectos claves relacionados a la calidad del producto?

Respuesta: Siempre nos dan charlas explicando cambios en los productos y en que debemos tener cuidado.

Pregunta: ¿Realiza normalmente aportes que puede contribuir a evitar defectos de calidad? ¿Puede citar algunos?, ¿Existe algún procedimiento para registrarlos?

Respuesta: Lo más común es referido a la calidad del hilo, del vivo y las dimensiones de la tapa. Normalmente se lo digo al encargado.

Entrevista 3

Pregunta: ¿Qué tarea realiza en la línea de fabricación de colchones de resortes?

Respuesta: trabajo en el puesto de armado de colchones

Pregunta: Antes de desempeñarse en el puesto actual: ¿Qué otras tareas realizó?

Respuesta: colocaba marcos de acero a las bases de resorte

Pregunta: ¿Qué antigüedad tiene en el puesto?

Respuesta: 3 años aproximadamente

Pregunta: ¿Puede describir brevemente su tarea?

Respuesta: en base al a planilla de producción reúno las diferentes partes que lleva un colchón.

Pregunta: En el puesto que ocupa actualmente, ¿Recibe algún tipo de incentivo por producción?

Respuesta: cobramos un premio mensual si cumplimos con los pedidos diarios

Pregunta: ¿Realiza algún tipo de chequeo previo del material que recibe para ejecutar la operación?

Respuesta: La verdad es que tenemos poco tiempo porque tenemos que recorrer los diferentes sectores para buscar los componentes, solo pegamos una revisada rápida para ver que no hayas grandes manchas o partes rotas

Pregunta: ¿Tiene alguna manera de determinar si los materiales recibidos son los correctos para elaborar el producto?

Respuesta: ante una duda tenemos un catálogo en el que se ve cada parte. Pero casi que lo sabemos de memoria

Pregunta: ¿Una vez que finaliza la elaboración, ejecuta algún tipo de control buscando defectos visuales?

Respuesta: la verdad que no, vamos mirando cuando juntamos las partes

Pregunta: ¿Una vez que finaliza la elaboración, ejecuta algún tipo de control buscando defectos dimensionales?

Respuesta: no nos da el tiempo para hacer esto. Además, eso lo tienen que hacer los que fabrican las partes

Pregunta: ¿Se entera de alguna manera si, en el puesto de control de calidad, algún producto que elaboró usted, fue defectuoso?

Respuesta: si nos equivocamos con los componentes, lo sabemos por los reclamos de los compañeros o del supervisor

Pregunta: Cuando un producto elaborado por usted tiene algún defecto de calidad. ¿Qué sucede?

Respuesta: Y normalmente al cerrador no le hace gracia porque le hacemos perder tiempo y ellos cobran por colchón cerrado. También debemos tener cuidado porque nos pueden trasladar a otra tarea

Pregunta: ¿Recibe normalmente capacitación sobre aspectos claves relacionados a la calidad del producto?

Respuesta: Nos marcan algunos puntos para tener en cuenta sobre algunos defectos, pero más de todo nos capacitan cuando hay nuevos modelos o renovaciones

Pregunta: ¿Realiza normalmente aportes que puede contribuir a evitar defectos de calidad? ¿Puede citar algunos?, ¿Existe algún procedimiento para registrarlos?

Respuesta: ¡Menos modelos de colchones! Jaja. en realidad, tenemos poco que mejorar en el puesto, porque ya tenemos una mesa de rodillos para poder mover los productos.

Entrevista 4

Pregunta: ¿Qué tarea realiza en la línea de fabricación de colchones de resortes?

Respuesta: Trabajo en el puesto de control de calidad

Pregunta: Antes de desempeñarse en el puesto actual: ¿Qué otras tareas realizó?

Respuesta: Trabajaba en la embolsadora de nylon

Pregunta: ¿Qué antigüedad tiene en el puesto?

Respuesta: 9 años en el puesto de control de calidad

Pregunta: ¿Puede describir brevemente su tarea?

Respuesta: Con mi compañero recibimos los colchones que terminan los cerradores, los revisamos y le ponemos la etiqueta y la garantía. Cuando revisamos el producto, tenemos que revisar que no haya hilos sueltos, manchas o roturas. También tenemos que comprobar que la composición del colchón corresponda con el modelo.

Pregunta: En el puesto que ocupa actualmente, ¿Recibe algún tipo de incentivo por producción?

Respuesta: Recibimos un premio si se logra la producción del día

Pregunta: ¿Realiza algún tipo de chequeo previo del material que recibe para ejecutar la operación?

Esta pregunta no aplica para este caso, ya que es un puesto de control de calidad

Pregunta: ¿Tiene alguna manera de determinar si los materiales recibidos son los correctos para elaborar el producto?

Respuesta: Disponemos de una Tablet en donde están todos los modelos de colchones que se producen y tiene detallada cada parte. El problema es que hay tantos modelos que a veces perdemos tiempo buscando el que corresponde

Pregunta: ¿Una vez que finaliza la elaboración, ejecuta algún tipo de control buscando defectos visuales?

Respuesta: Nuestro trabajo es encontrar defectos visuales. Si encontramos alguna cola de hilo, la cortamos y si el colchón tiene alguna pequeña mancha lo tratamos de

desmanchar. Si es muy rebelde, se saca el producto a un lado para que lo desmanchen. Esta tarea lo realiza algún ayudante o bien en algunos casos, el encargado

Pregunta: ¿Una vez que finaliza la elaboración, ejecuta algún tipo de control buscando defectos dimensionales?

Respuesta: **Controles dimensionales no porque si uno de los componentes está fuera de medida es difícil cerrar el colchón.** El cerrador se va a dar cuenta y no va a poder realizar su trabajo

Pregunta: ¿Se entera de alguna manera si, en el puesto de control de calidad, algún producto que elaboró usted, fue defectuoso?

Respuesta: Mensualmente nos informan que detalles tuvieron los colchones que se devolvieron. Si hay muchas fallas por nuestro trabajo, nos piden que prestemos más atención. Lo que pasa con este puesto es que está bajo mucha presión. Si la producción está alta, se nos acumulan muchos colchones y se para la línea. Cuando los cerradores no tienen más lugar donde colocar los colchones comienzan los reclamos. Lo mismo con los encargados que nos empiezan a apurar porque hay que terminar el pedido. No es fácil trabajar acá.

Pregunta: Cuando un producto elaborado por usted tiene algún defecto de calidad. ¿Qué sucede?

Respuesta: Por ejemplo, si son algunas colitas de hilo, nosotros las cortamos, si es una mancha chica, la tratamos de desmanchar. Si ya vemos que el colchón tiene un error en la composición, o está muy manchado, descocado o mal cerrado, registramos el problema y lo sacamos de la línea. En ese momento toma acción el encargado del sector y lo devuelve al cerrador, o lo desmancha o lo hace desarmar para ver si se puede solucionar el problema.

Pregunta: ¿Recibe normalmente capacitación sobre aspectos claves relacionados a la calidad del producto?

Respuesta: Cuando se hace algún cambio en la inspección o si se hace alguna modificación en los modelos nos capacitan

Pregunta: ¿Realiza normalmente aportes que puede contribuir a evitar defectos de calidad? ¿Puede citar algunos?, ¿Existe algún procedimiento para registrarlos?

Respuesta: Siempre se trata de advertirle al encargado cuando encontramos fallas que se repiten mucho y tratamos de orientarlo en donde puede estar ocurriendo. En su momento habíamos pedido que no provean con una serie de quitamanchas y al tiempo nos entregaron una cierta cantidad de productos. Los pedidos se los realizamos al encargado.

Entrevista 5

Pregunta: ¿Qué tarea realiza en la línea de fabricación de colchones de resortes?

Respuesta: Soy matelaseador

Pregunta: Antes de desempeñarse en el puesto actual: ¿Qué otras tareas realizó?

Respuesta: Trabajé siempre en el sector de matelaseado, fui rotando en diferentes máquinas

Pregunta: ¿Qué antigüedad tiene en el puesto?

Respuesta: 5 años

Pregunta: ¿Puede describir brevemente su tarea?

Respuesta: Recibo una planilla con el programa de producción del día y en función a eso voy colocando las telas y eligiendo el patrón de matelaseado. Luego voy a la cortadora de tapas y programo el ancho y la cantidad de tapas que tengo que realizar. Cuando la máquina está en marcha, debo controlar que no se quede sin tela o sin espuma y verificar que no se corten los hilos. Una vez que termino la partida, llevo las tapas a la estantería correspondiente

Pregunta: En el puesto que ocupa actualmente, ¿Recibe algún tipo de incentivo por producción?

Respuesta: Si, cobro un incentivo si cumplo con la programación

Pregunta: ¿Realiza algún tipo de chequeo previo del material que recibe para ejecutar la operación?

Respuesta: Antes de iniciar la partida verifico que no haya hilos cortados y que la tela sea la correcta. También mido la primera tapa que corto cuando seteo la máquina para verificar que la medida esté dentro de la tolerancia. Luego cada cierto tiempo miro el matelaseado para ver si no hay hilos sueltos

Pregunta: ¿Tiene alguna manera de determinar si los materiales recibidos son los correctos para elaborar el producto?

Respuesta: En la planilla de programación figura la cantidad de tapas, el dibujo y el tipo de tela.

Pregunta: ¿Una vez que finaliza la elaboración, ejecuta algún tipo de control buscando defectos visuales?

Respuesta: Con los controles que hago durante el proceso es suficiente

Pregunta: ¿Una vez que finaliza la elaboración, ejecuta algún tipo de control buscando defectos dimensionales?

Respuesta: Cuando apilo las tapas verifico que todas coincidan. Como la primera la medí, con que coincidan puedo comprobar de que todas están ok

Pregunta: ¿Se entera de alguna manera si, en el puesto de control de calidad, algún producto que elaboró usted, fue defectuoso?

Respuesta: Normalmente me entero si cometí algún error con respecto a las mediciones o si me equivoco con el diseño. No es común que me suceda, tengo cuidado porque la tapa que sale mal se debe tirar, no se puede hacer nada. Normalmente esas cosas te las notifica el supervisor o el jefe de planta

Pregunta: Cuando un producto elaborado por usted tiene algún defecto de calidad. ¿Qué sucede?

Respuesta: Si la falla fue grave, me pueden llegar a suspender, normalmente son llamados de atención para que estemos atentos

Pregunta: ¿Recibe normalmente capacitación sobre aspectos claves relacionados a la calidad del producto?

Respuesta: La gente de calidad y el supervisor nos da charlas sobre los temas para tener en cuenta para evitar que se manche el producto.

Pregunta: ¿Realiza normalmente aportes que puede contribuir a evitar defectos de calidad? ¿Puede citar algunos?, ¿Existe algún procedimiento para registrarlos?

Respuesta: Cuando encuentro algo que puede traer problemas le aviso a los mecánicos. Por ejemplo, cuando veo que la máquina se lubrica en exceso llamo al mecánico y le pido que corrija el programa. El pedido que hago queda guardado en una orden de mantenimiento

Observación de Tareas

Se realizó la observación de tareas de diferentes puestos de trabajo. Para tratar no afectar el comportamiento del personal en la manera de realizar sus actividades, se realizó la observación a cierta distancia (Se simulaba relevar características de una estructura) y en 3 diferentes momentos de la semana en el mismo turno de trabajo (para asegurar que sean las mismas personas). Cada observación tomaba alrededor de 15 minutos. A continuación, se detallan algunas de ellas.

Tabla 3: Observación de tareas 1

Observación de tareas del Puesto	Armado de colchones	
Tiempo empleado para completar un ciclo productivo	190segundos – 214 segundos	
¿El operador realiza un chequeo dimensional previo al inicio del proceso?	Siempre	
	Frecuentemente	
	Ocasionalmente	x
	Casi Nunca	
	Nunca	
¿Realiza alguna inspección visual de las partes para detectar manchas o roturas?	Siempre	
	Frecuentemente	
	Ocasionalmente	
	Casi Nunca	x
	Nunca	
¿Chequea la composición del producto con respecto a algún patrón?	Siempre	
	Frecuentemente	
	Ocasionalmente	
	Casi Nunca	x
	Nunca	
¿El operador realiza algún control dimensional post proceso?	Siempre	
	Frecuentemente	
	Ocasionalmente	
	Casi Nunca	
	Nunca	x
¿Se manipula el producto de manera cuidadosa?	Siempre	x
	Frecuentemente	
	Ocasionalmente	
	Casi Nunca	
	Nunca	
¿De qué manera el operador ejecuta la operación?	De forma despreocupada	
	Concentrado en su tarea	x
	De manera rápida, sin prestar atención a los detalles	

¿El puesto de trabajo se observa ordenado?	Si	x
	No	
¿El puesto de trabajo se encuentra Limpio?	Si	x
	No	
¿Cómo define el ambiente laboral?	Agradable	x
	Relajado	
	Distendido	
	Motivante	
	Desagradable	
	Estresante	
	Fomenta la confusión	
¿El operador realiza algún chequeo final para verificar que el producto cumpla con los parámetros de calidad antes de pasarlo al siguiente proceso?	Siempre	
	Frecuentemente	
	Ocasionalmente	x
	Casi Nunca	
	Nunca	
<p><u>Comentarios Adicionales</u></p> <p>Si bien no le prestan demasiado atención a la composición de las partes y los chequeos de medida son ocasionales, se aseguran de que las partes estén correctamente adheridas entre sí. Esto es importante aclarar porque se podría decir que es el proceso clave de esta operación.</p>		

Nota. Elaboración propia

Tabla 4: Observación de tareas 2

Observación de tareas del Puesto	Control de Calidad	
Tiempo empleado para completar un ciclo productivo	2 minutos a 10 minutos	
¿El operador realiza un chequeo dimensional previo al inicio del proceso?	Siempre	
	Frecuentemente	
	Ocasionalmente	x
	Casi Nunca	
	Nunca	
¿Realiza alguna inspección visual de las partes para detectar manchas o roturas?	Siempre	x
	Frecuentemente	
	Ocasionalmente	
	Casi Nunca	
	Nunca	
¿Chequea la composición del producto con respecto a algún patrón?	Siempre	x
	Frecuentemente	
	Ocasionalmente	
	Casi Nunca	
	Nunca	
¿El operador realiza algún control dimensional post proceso?	Siempre	
	Frecuentemente	
	Ocasionalmente	
	Casi Nunca	
	Nunca	x
¿Se manipula el producto de manera cuidadosa?	Siempre	x
	Frecuentemente	
	Ocasionalmente	
	Casi Nunca	
	Nunca	
¿De qué manera el operador ejecuta la operación?	De forma despreocupada	
	Concentrado en su tarea	x
	De manera rápida, sin prestar atención a los detalles	
¿El puesto de trabajo se observa ordenado?	Si	x
	No	

¿El puesto de trabajo se encuentra Limpio?	Si	x
	No	
¿Cómo define el ambiente laboral?	Agradable	x
	Relajado	
	Distendido	
	Motivante	
	Desagradable	
	Estresante	x
	Fomenta la confusión	
¿El operador realiza algún chequeo final para verificar que el producto cumpla con los parámetros de calidad antes de pasarlo al siguiente proceso?	Siempre	x
	Frecuentemente	
	Ocasionalmente	
	Casi Nunca	
	Nunca	
<p><u>Comentarios Adicionales</u></p> <p>El nivel de producción al momento de realizar la observación se puede considerar bastante bajo, igualmente se observa que, en ocasiones, al momento de tener que desmanchar un producto, se acumulan varios productos en la cinta previa. Luego de esta situación, los operadores del puesto deben incrementar su ritmo de trabajo. En condiciones normales de producción, el ritmo de trabajo debe ser bastante intenso. Se puede decir que la intensidad de trabajo es variable, se está en una continua alternancia entre un modo de trabajo relajado y repentinamente se pasa a un ritmo estresante.</p> <p>Se puede destacar que independientemente del ritmo de trabajo, siempre se manipula el producto cuidadosamente.</p>		

Nota. Elaboración propia

Tabla 5: Observación de tareas 3

Observación de tareas del Puesto	Cerrado de colchones	
Tiempo empleado para completar un ciclo productivo	120segundos – 375 segundos	
¿El operador realiza un chequeo dimensional previo al inicio del proceso?	Siempre	
	Frecuentemente	
	Ocasionalmente	
	Casi Nunca	x
	Nunca	
¿Realiza alguna inspección visual de las partes para detectar manchas o roturas?	Siempre	
	Frecuentemente	
	Ocasionalmente	
	Casi Nunca	x
	Nunca	
¿Chequea la composición del producto con respecto a algún patrón?	Siempre	
	Frecuentemente	
	Ocasionalmente	x
	Casi Nunca	
	Nunca	
¿El operador realiza algún control dimensional post proceso?	Siempre	
	Frecuentemente	
	Ocasionalmente	
	Casi Nunca	
	Nunca	x
¿Se manipula el producto de manera cuidadosa?	Siempre	
	Frecuentemente	x
	Ocasionalmente	
	Casi Nunca	
	Nunca	
¿De qué manera el operador ejecuta la operación?	De forma despreocupada	
	Concentrado en su tarea	
	De manera rápida, sin prestar atención a los detalles	x

¿El puesto de trabajo se observa ordenado?	Si	x
	No	
¿El puesto de trabajo se encuentra Limpio?	Si	x
	No	
¿Cómo define el ambiente laboral?	Agradable	
	Relajado	
	Distendido	
	Motivante	
	Desagradable	
	Estresante	x
	Fomenta la confusión	
¿El operador realiza algún chequeo final para verificar que el producto cumpla con los parámetros de calidad antes de pasarlo al siguiente proceso?	Siempre	
	Frecuentemente	x
	Ocasionalmente	
	Casi Nunca	
	Nunca	
<p><u>Comentarios Adicionales</u></p> <p>Al ser un puesto fuertemente incentivado (es el que marca el ritmo de la producción), normalmente los operadores se encuentran enfocados en su tarea y se abstraen del entorno.</p> <p>Normalmente elijen grupos de colchones del mismo modelo y en caso de tener una duda en cuanto a la composición se fijan los detalles en una Tablet. Normalmente esto lo hacen con la primera unidad, lo que significa que, si ocurre una confusión, la pequeña tirada de productos que confeccionaron tendrán el mismo inconveniente.</p>		

Nota. Elaboración propia

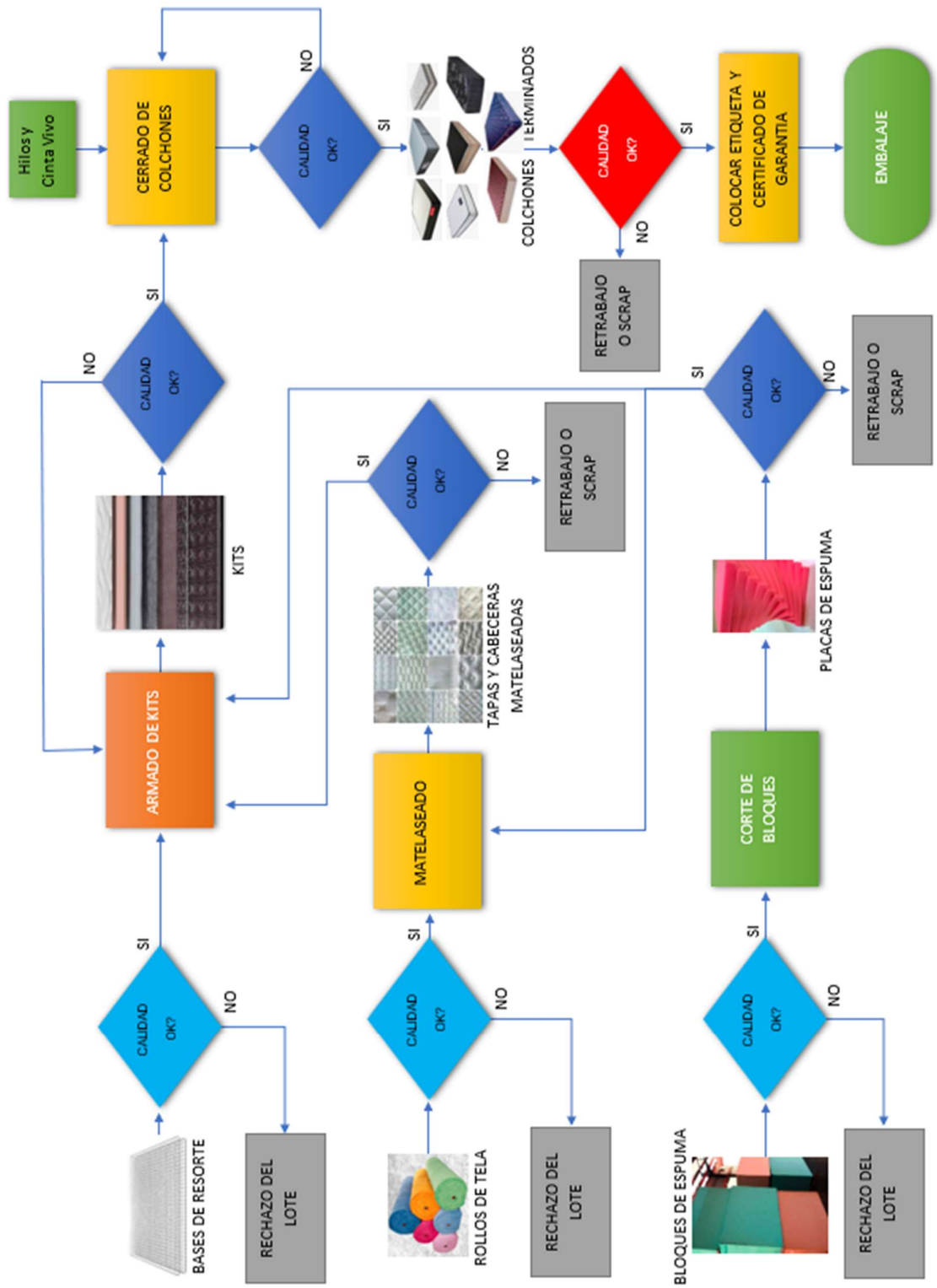
Tabla 6: Observación de tareas 4

Observación de tareas del Puesto	Matelaseador	
Tiempo empleado para completar un ciclo productivo	10 a 16 segundos	
¿El operador realiza un chequeo dimensional previo al inicio del proceso?	Siempre	
	Frecuentemente	
	Ocasionalmente	x
	Casi Nunca	
	Nunca	
¿Realiza alguna inspección visual de las partes para detectar manchas o roturas?	Siempre	
	Frecuentemente	
	Ocasionalmente	
	Casi Nunca	x
	Nunca	
¿Chequea la composición del producto con respecto a algún patrón?	Siempre	
	Frecuentemente	
	Ocasionalmente	
	Casi Nunca	
	Nunca	x
¿El operador realiza algún control dimensional post proceso?	Siempre	
	Frecuentemente	
	Ocasionalmente	
	Casi Nunca	
	Nunca	x
¿Se manipula el producto de manera cuidadosa?	Siempre	
	Frecuentemente	x
	Ocasionalmente	
	Casi Nunca	
	Nunca	
¿De qué manera el operador ejecuta la operación?	De forma despreocupada	x
	Concentrado en su tarea	
	De manera rápida, sin prestar atención a los detalles	
¿El puesto de trabajo se observa ordenado?	Si	x
	No	

¿El puesto de trabajo se encuentra Limpio?	Si	x
	No	
¿Cómo define el ambiente laboral?	Agradable	x
	Relajado	
	Distendido	
	Motivante	
	Desagradable	
	Estresante	
	Fomenta la confusión	
¿El operador realiza algún chequeo final para verificar que el producto cumpla con los parámetros de calidad antes de pasarlo al siguiente proceso?	Siempre	
	Frecuentemente	
	Ocasionalmente	
	Casi Nunca	x
	Nunca	
<p><u>Comentarios Adicionales</u></p> <p>En este puesto se observa que el operador realiza el control dimensional y de diseño en la primera tapa matelaseada. Cuando se empezó la partida, solo se preocupa en apilar los productos que entrega la máquina y en atender las paradas de máquina.</p>		

Nota. Elaboración propia

Figura 16: Diagrama en bloques del proceso productivo de Colchón Plus



Nota. Elaboración propia

Certificados

A continuación, se adjuntan los certificados de los cursos tomados en la fase de investigación



