

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

.

**PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A UN CAPSULADOR DE
TAPAS DE BEBIDAS**

Trabajo asignatura: Trabajo de Titulo

Alumno: Nicolás Tapia Tapia

Profesor: Mg.Ing. Ricardo Ciudad Cartagena

[Escribir texto]

1. INDICE

1. INDICE	2
INTRODUCCION.....	4
Capitulo 1: Antecedentes generales de Coca Cola.....	5
1. CONTEXTO OPERACIONAL	6
ANTECEDENTES HISTORICOS.....	6
MISION Y VISION:.....	7
Misión:	7
Visión:	7
CONTEXTO OPERACIONAL DEL PERSONAL	8
ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL PERSONAL	9
2. PROCESO PRODUCTIVO	10
3. PROBLEMÁTICA	12
5. OBJETIVO GENERAL	14
6. OBJETIVOS ESPECIFICOS	14
Capitulo 2 Características técnicas del equipo	15
KRONES:	16
Equipo Krones Rotomat.....	17
Especificación:	17
Ventajas:.....	18
¿Por qué decimos que KRONES tiene ventajas sobre CETRES?.....	19
Desventajas:	20
Capítulo 3 Desarrollo de la propuesta de mejora	22
3. Análisis funcional del equipo critico	23
Análisis funcional:.....	24
Historial de mantenciones pasadas:	25

Manteniones semanales, semestrales y anuales:	26
Indicadores:	29
Inspección del plan de mantenimiento.....	32
Herramientas:	34
Actividades plan preventivo semanal:	35
Modo de falla: FMECA	36
Determinación fallos:	38
Análisis de criticidad:	39
Falencias:	42
Mejoramiento de tareas de mantenimiento:	43
Repuestos:	44
Graduación capsulador en conjunto con araña:	45
Ventana para inspección visual:	47
Torquímetro digital:	49
Nuevas posibles tareas de mantenimiento:	50
Conclusión y recomendaciones	53
Referencias	54

INTRODUCCION

Hoy en día el consumo de productos como la bebida de fantasía ha aumentado por parte de la población mundial, donde nuestro país, Chile, mantiene el tercer lugar a nivel mundial siendo superado solo por Mexico Y Estados Unidos. La bebida gasificada o de fantasía se consume de manera regular para refrescarse y compartir. Existen diferentes modelos de envases disponibles para el consumidor, haciendo este producto más asequible.

¿Quién no consume una bebida para refrescarse en las épocas de mayor temperatura?, las bebidas están en la mayoría de las mesas de los chilenos, en sus viajes o vida cotidiana y a pesar de que sus ventas se ven incrementadas en las épocas veraniegas sigue siendo un producto consumido en las estaciones más frías del año.

El hecho que este producto sea tan consumido hace que este sea producido en grandes cantidades mediante un proceso industrial. En este proceso industrial es donde buscaremos implementar una propuesta de mantenimiento preventivo a un capsulador, la función de este activo es dar el torque necesario a las tapas de cada botella, cumpliendo con las normas de calidad que mantiene la empresa Coca Cola Andina con cada uno de sus productos. Sabiendo que las gaseosas se producen de una manera industrial, debemos tener en claro que el proceso de estas debe ser lo más óptimo posible para no perder la confianza que tenemos los consumidores a la hora de adquirir un producto.

En el presente trabajo de título, hace referencia al estudio a una propuesta de mejora del mantenimiento preventivo de un capsulador de tapas de bebidas de la empresa Coca Cola Andina, En esta propuesta se busca generar una mejor producción, manteniendo altos estándares de calidad en el producto.

Capitulo I: Antecedentes generales de Coca Cola

1. CONTEXTO OPERACIONAL

ANTECEDENTES HISTORICOS

Coca-Cola fue creada por el Dr. John Pemberton el 8 de Mayo de 1886 en Atlanta, Georgia. Pemberton no se dio cuenta del potencial que la bebida tenía, por lo cual comenzó a vender partes de su negocio. En 1888 justo antes de su muerte vendió la parte restante junto con los derechos adicionales a Asa Griggs Candler, quien creó The Coca-Cola Company en 1892¹. El 5 de septiembre de 1919, un consorcio de empresarios liderados por Ernest Woodruff, el padre de Robert W. Woodruff, compró The Coca-Cola Company por USD 25 millones. La Compañía comenzó a cotizar desde entonces en la Bolsa de Nueva York.

¿Cuándo llega a Chile?

Coca-Cola andina de Chile inició sus actividades en 1943. Actualmente su portafolio ofrece más de 70 opciones de bebidas de las cuales casi el 60% son cero y bajas en calorías.²

¹ Información rescatada de la página oficial de Coca Cola.

² Información rescatada de Coca Cola Chile.

MISION Y VISION:

Misión:

Nuestra misión es sencilla y nuestros objetivos claros:

- Refrescar el mundo: En cuerpo, mente y espíritu.
- Inspirar momentos de optimismo gracias a nuestras marcas y nuestras acciones.
- Crear valor y marcar la diferencia en todo lo que hacemos.

Visión:

Durante muchos años hemos enfocado, reformado y puesto a punto nuestra visión, de manera que en la actualidad contamos con una estructura única, "El sistema Coca-Cola", el cual nos ayuda a trabajar con nuestros socios embotelladores, centrándonos en las siguientes áreas para cumplir nuestra misión.

- Personas: Somos un lugar estupendo donde trabajar y estimulamos a nuestros empleados a dar cada día lo mejor de sí mismos.
- Planeta: Somos un ciudadano global responsable que marca la diferencia.
- Socios: Cultivamos una red ganadora de socios y forjamos una lealtad mutua.
- Portafolio: Ofrecemos al mundo una amplia gama de marcas de bebidas que satisfacen los deseos y necesidades de la gente.
- Beneficios: Elevamos al máximo los rendimientos para los accionistas al tiempo que tenemos presentes nuestras responsabilidades generales.

CONTEXTO OPERACIONAL DEL PERSONAL

El departamento de mantenimiento cuenta con una vasta experiencia, el personal que conforma este equipo de trabajo extiende su estadía laboral por años en esta empresa, ya que conocen los equipos, su funcionamiento y el proceso productivo de la organización. Es por esto por lo que la gran mayoría del personal se encuentra capacitado para realizar operaciones complejas y reaccionar de manera oportuna y responsable ante situaciones inesperadas.

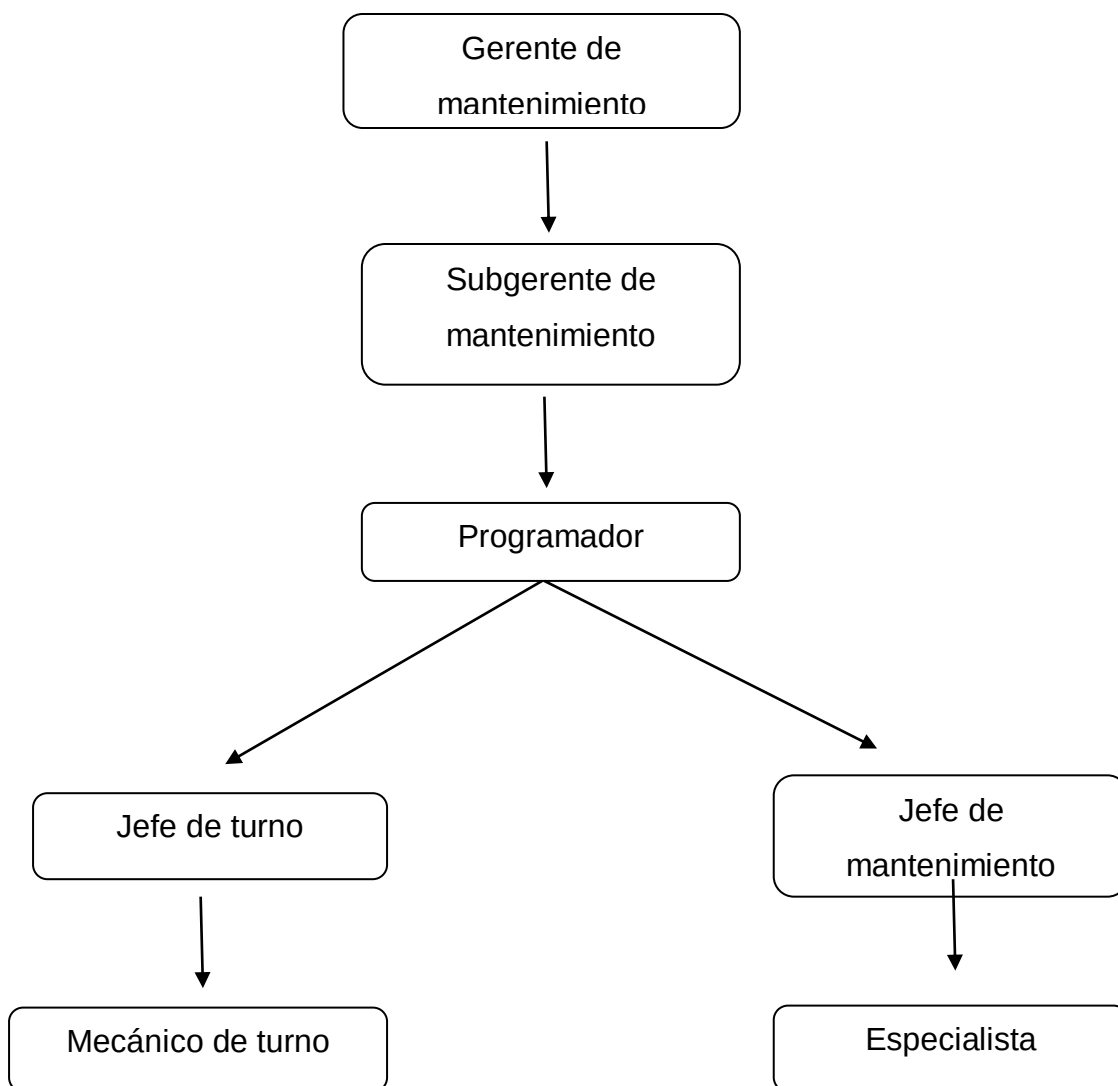
En el área de mantención de los capsuladores se trabaja de tal forma, si el equipo tiene una falla durante la producción y el especialista no se encuentra, el jefe de turno debe tomar la decisión de llamar al mecánico de turno para que este cambie la pieza que produce la falla y poner en funcionamiento lo antes posible el equipo. Debemos tener en cuenta que la empresa debe cumplir con una cuota de producción.

El operador del capsulador está encargado de revisar el torque constantemente para no tener pérdidas de producción, ya que si el torque es incorrecto se tiene que desechar el producto.

El especialista debe hacer mantenimiento preventivo durante su turno y verificar fallas que ocurrieron en turnos anteriores. En el caso de que un mecánico de turno cambio una pieza, el especialista está encargado de revisar el motivo de la falla y comunicar a su jefe de mantención. Si el especialista encuentra una posible falla debe dar un aviso inmediato al programador, el cual estará encargado de fijar una fecha para hacer el mantenimiento del equipo.

ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL PERSONAL

En el área de mantenimiento de la empresa Coca Cola, se estructura internamente por un gerente de trabajo, un subgerente, un programador, un jefe de turno por cada turno que existe, un mecánico de turno, un jefe de mantención y un especialista, todos son profesionales titulados o certificados en sus áreas de trabajo específicos.



2. PROCESO PRODUCTIVO

El proceso productivo se separa en diferentes etapas, las cuales se dividen en el proceso de producción, el embazado y la revisión de laboratorio cumpliendo las normas de la empresa.

La producción del líquido que ira en las botellas se compone de agua, azúcar si responde a una bebida de carácter normal y el jarabe, el agua que se ocupa es tratada por filtros los cuales eliminan cualquier impureza o microbiológica que pueda venir en el agua, el azúcar pasa por un proceso donde se diluye con agua que fue filtrada anteriormente, con este proceso ya listo se puede proceder a la combinación del agua con azúcar con el jarabe que tiene la fórmula secreta el cual es enviado por Coca Cola Company. Las cantidades de cada mezcla están determinadas por la empresa. El producto es enviado a través de líneas de acero inoxidable hasta el equipo llenadora el cual distribuye en cada botella de la línea de producción.

Al inicio del proceso del embazado tenemos lo que llamamos “botella”, sin embargo, recibe otro nombre en esta instancia y se le denomina **preforma**, el primer destino de esta es el **volteador**, como su nombre lo dice voltea la preforma para llevarla al siguiente equipo que es un **túnel de lámparas** que calienta la preforma a 240 °C, a alta temperatura se instala en el molde para proceder a la **sopladora**, que inyecta aire a alta presión para darle la forma a la botella. Siguiendo con el proceso, la botella tiene como destino la **etiquetadora**, coloca la etiqueta respectiva a esta botella, para seguir al **rinser** que es la máquina que lava y enjuaga la botella, en este punto además tenemos la **llenadora**, que llena la botella con el producto y pasa al **capsulador** que mediante un torque específico procede a cerrar la botella con su tapa respectiva, dando paso al **empaletizado**, donde se apilan las botellas que posteriormente se envolverán con nylon para que no se caigan, aunque también se hace para que no se contaminen las botellas en la bodega , en el transporte a tienda y terminando el proceso con la venta del producto. Por cada línea de producción hay de 4 a 6 operadores por cada turno.

Finalmente tenemos al equipo de laboratorio que es el encargado de recibir y verificar ellos mismos los torques de las botellas para tener una certeza de que el producto está bien sellado, además de hacer pruebas de calidad del producto que se está embazando. Estos procesos se repiten continuamente en todas las líneas y así dar una certificación del producto que la empresa está vendiendo.

3. PROBLEMÁTICA

El capsulador KRONES de tapas de bebidas es el equipo que está encargado de entregarle el torque adecuado a las tapas, para que se mantenga el gas de la bebida. Esto es muy importante dentro del proceso de producción, ya que de esto depende la calidad que exige el consumidor al momento de adquirir un producto de la empresa y además de que el consumidor tenga una grata experiencia a la hora de consumir dicho producto.

Necesitamos saber de forma clara los mantenimientos preventivos, correctivos como también los mantenimientos semanales, semestrales y anuales que se le efectúan al equipo KRONES, los insumos con los cuales cuenta la empresa, la programación de mantenciones, la forma en la cual se trabaja para la mantención de dicho equipo, dado que el activo es de carácter importante para la producción, porque nos referimos a este equipo como de carácter importante es dado que el equipo funciona en una línea de producción y si este equipo presenta falla, la línea completa debe detenerse.

Si el equipo krones deja de funcionar o pierde su capacidad de producir o ejecutar la actividad para la cual fue diseñado, que es instalar la tapa en la botella asociado a esto con un torque específico, estaremos en presencia de pérdidas de producción, que si las cuantificamos serán de 490 botellas por minuto, las cuales en una hora son 29.400 botellas por una hora.

Por lo tanto la problemática se centra en el desarrollo de un plan de mantenimiento que ayude a mitigar las posibles fallas que aparezcan en el equipo con el fin de impactar en un 30% de pérdida de producción de la empresa.

La problemática radica además en que los tiempos de reparación entre fallas tiene un promedio es bajo, 27.7 horas promedio, por lo tanto se busca aumentar estos tiempos con el fin de que el tiempo de operación no se vean interrumpidos por las fallas ni por las demoras en volver a poner en funcionamiento el equipo. El plan de mantenimiento según los criterios usados para su medición presenta deficiencias claras que desarrollaremos en los siguientes capítulos.

Dado estos hechos que tenemos en conocimiento, debemos buscar la información de los planes que mantiene la empresa y buscar una mejora de disponibilidad de la actual que ya tiene de un 91% que es lo que nos pide gerencia de mantenimiento, además de una propuesta de mejoramiento para que el equipo tenga una menor cantidad tiempo detenido y genere una mayor producción.

5. OBJETIVO GENERAL

Realizar una Propuesta de nuevo plan de mantenimiento preventivo para un capsulador de tapas de bebidas, evitando detenciones durante el proceso de producción de la línea que mantiene capsulador, mediante la elaboración de pautas de mantenimiento preventivo según las normas de seguridad, normas de calidad y protocolos de la empresa.

6. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Reconocer las ventajas y desventajas de la variedad de equipos, activos e insumos que están a disposición para la mantención, mediante el contexto operacional e historial de mantenciones pasadas hechas a estos equipos.
- Analizar el plan de mantenimiento actual a través de la información que se mantiene, buscar las falencias de este plan.
- Proponer mejoras de mantenimiento preventivo para el plan actual que mantiene en funcionamiento la empresa, verificando la factibilidad de este mediante producción, pautas, insumos y activos.

Capitulo 2 Características técnicas del equipo

KRONES:

El grupo Krones con sede principal en Neutraubling (Alemania) planifica, desarrolla y fabrica máquinas y líneas completas para los sectores de ingeniería de procesos, técnica de llenado y de embalado. La intralogística, la tecnología de la información y la planificación de plantas complementan el portafolio de productos de Krones. Cada día, millones de botellas, latas y envases de forma especial son «procesados» en líneas de Krones, sobre todo en plantas cerveceras, en el sector de refrescos y de productores de vinos, vinos espumosos y licores, pero también en la industria agroalimentaria y en la industria química, farmacéutica y cosmética.

Cada día millones de botellas de vidrio, latas y envases de PET pasan por líneas de Krones. Krones como proveedor de sistemas suministra equipos – tanto máquinas individuales como fábricas de producción enteras – a cervecerías, embotelladores de bebidas y productores de alimentos en todo el mundo.

Krones planifica y realiza líneas completas que cubren cada fase individual del proceso de producción empezando por la fabricación de productos y envases hasta el llenado y el embalaje hasta el flujo de materiales y el reciclaje de envases. No importa qué tarea nos plantea: usted describe la situación y nosotros adaptamos nuestras soluciones perfectamente a las condiciones descritas.³



Figura 2-1

³ Información rescatada de página oficial de Krones

Equipo Krones Rotomat

El capsulador es una maquina compacta que sirve para desenroscar tapones de metal y de plástico de forma protectora para los envases, a lo cual normalmente llamamos como tapa. El equipo concebido como un modelo rotativo puede ser equipada con entre 6 y 38 cabezales desenroscadores logrando un rendimiento de hasta 70.000 botellas/hora. En caso de un cambio de formato el equipo puede ser modificado rápidamente para adaptarse a otros tipos de envases. La velocidad del equipo dependerá del formato en que se está trabajando.



Figura 2-2

Especificación:

- Desenroscado seguro de tapones hasta un diámetro de 50 mm
- Eliminación precisa de los tapones y transporte fuera de la máquina con ventilador
- Cabezales desenroscadores con poco desgaste mediante pinzas mandadas por rodillos
- Segmentos desenroscadores utilizables por varios lados.

Ventajas:

- Características de construcción
- Todas las partes esenciales de acero pulido AISI 304
- Leva de acero especial templado
- Tablero con revestimiento de acero pulido AISI 304

Características en comparación a otros equipos que se mantienen en la empresa, el equipo KRONES mantiene una alta confiabilidad a comparación de los equipos de países de origen como Argentina y Brasil.

Este equipo tiene como ventaja una gran velocidad de producción, lo cual es muy importante para la empresa ya que en los meses de mayor producción se debe cumplir con una alta tasa de producción por lo cual se necesita la mayor velocidad de trabajo.

Las piezas ocupadas en este equipo tienen una mayor durabilidad y confiabilidad a comparación de los otros equipos que se ocupan en la empresa, esto se puede explicar por la calidad del acero con el cual se hacen las piezas las cuales son de origen alemán.

A continuación, se mostrarán argumentos que consolidan estos puntos anteriores de las ventajas:

Como ya dicho anteriormente la empresa Coca Cola mantiene en su poder capsuladores de otra fabricación como la marca CETRES la cual mantiene estas características.

Roscadora para tapas plásticas:

Tolva centrífuga de tapas de gran capacidad. Disco transferidor de tapas desde la bajada hasta la boquilla de los cabezales roscadores. Mando del disco selector de tapas con mando independiente. Sistema "Pick and place". Cabezales roscadores magnéticos con regulación en el torque de apriete. Si a la salida del roscador hay exceso de botellas, el equipo se detiene hasta que se restablezca la condición normal de funcionamiento, en cuyo caso continúa funcionando en forma automática.



Figura 2-3

¿Por qué decimos que KRONES tiene ventajas sobre CETRES?

El acero con el cual está fabricado KRONES tiene una mayor calidad por lo cual tiene mayor durabilidad. La experiencia de los mecánicos y especialistas de la empresa avalan que en el equipo de procedencia alemana tiene muchas menos detenciones a comparación del argentino.

Ya sabemos que a estos activos debemos estar verificando el torque en el que se está trabajando y por la experiencia de especialista el equipo KRONES ya tiene marcas del torque y verificando con la llave de torque estos coinciden y se puede decir que el activo es confiable a diferencia del CETRES que las marcas que mantienen no coinciden con la llave de torque por lo cual la verificación del torque es mas demorosa y puede generar perdidas a la producción.

Desventajas:

- Tiempo de llegada de repuestos
- Envío
- Costos de los repuestos

El tiempo de llegada de un repuesto puede variar de 4 meses a 6 meses dado que la empresa KRONES no mantiene un stock amplio de repuestos como lo podrían hacer otras empresas, se trabaja más bien con el pedido de repuestos necesarios para nuestro equipo que falla en nuestro caso.

Recordemos que nuestro fabricante es de Alemania por lo cual traer piezas mediante un transporte marítimo es más económico para los gastos que llevaría Coca Cola pero cuando el repuesto es de carácter urgente y nuestra producción se pone en juego, es necesario hacer un envío aéreo para la obtención del repuesto sea lo más pronto posible.

Los costos de los repuestos son de carácter de hasta 3 veces más de lo que cuesta un producto argentino o brasileño, esto es dado a la calidad del material con las cuales se fabrican las piezas, para hacer una idea de esta comparación varios repuestos del equipo KRONES se cambian por obligación en mantenciones anuales o por horas de trabajo sin necesidad de cambiarlos, pero se hace por prevenir fallas.

Según un especialista del área de mantención una pieza de un equipo KRONES puede superar fácilmente un uso continuo de más de dos años a comparación de un argentino o un brasileño que con mucha suerte llega a una vida útil de 2 años.

Además de una notable diferencia de tiempo en la detención del equipo KRONES a comparación con un CETRES, a continuación, se evidenciará esto con un Excel de mantenciones ya realizadas en la empresa.

Podemos verificar que el desmontaje de los cabezales en el equipo KRONES tiene un tiempo de 90 minutos de duración.

CAPSULADOR	CABEZAL	50	L9	SEMANAL	CAPSU	C100	PM01	Revisar de torque estaticos	60	MIN	2	60	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	60	L9	SEMANAL	CAPSU	C100	PM01	Revisar carga vertical	30	MIN	2	30	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	70	L9	SEMANAL	CAPSU	C100	PM01	Reapretar prisioneros allen del cabezal	10	MIN	1	10	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	10	L9	SEMESTRAL	CAPSU	C100	PM01	Desmontar cabezales	90	MIN	2	90	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	20	L9	SEMESTRAL	CAPSU	C100	PM01	Sacar cono o chuck del cabezal	30	MIN	2	30	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	30	L9	SEMESTRAL	CAPSU	C100	PM01	Cambiar o ring de los cono de 28mm	30	MIN	2	30	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	40	L9	SEMESTRAL	CAPSU	C100	PM01	Desarmar cabezal completo	180	MIN	2	180	MIN

Tabla 2-4 Línea 9 equipo KRONES

Podemos verificar que el desmontaje de los cabezales en el equipo CETRES tiene un tiempo de 30 minutos de duración.

Con estos listados de mantenciones pasadas podemos afirmar una desventaja del equipo KRONES, la cual sería además de las ya nombradas, el desmontaje del equipo tarda más tiempo en ponerlo en óptimas condiciones para su funcionamiento y producción de la empresa.

CAPSULADOR	CABEZAL	100	L10	QUINSENAL	CAPSU	C100	PM01	Ajustar torque estaticos (35 Lb)	40	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	110	L10	QUINSENAL	CAPSU	C100	PM01	Revisar carga vertical	20	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	120	L10	QUINSENAL	CAPSU	C100	PM01	Montar cabezal	30	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	10	L10	TRIMESTRAL	CAPSU	C100	PM01	Desmontar cabezales	30	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	20	L10	TRIMESTRAL	CAPSU	C100	PM01	Desarmar cabezal completamente	90	MIN

Figura 2-5 Línea 10 equipo CETRES

Capítulo 3 Desarrollo de la propuesta de mejora

3. Análisis funcional del equipo critico

Funciones del equipo:

A continuación, se realizará un desglose del equipo con su principal función y sus funciones secundarias de trabajo para lo cual usaremos la siguiente tabla con el paso a paso.

Función Principal	1	Colocar la tapa a la botella con el correspondiente torque.
Funciones Secundarias	1	Recepción de tapas desde sala de tapas
	2	Recepción de botella desde equipo llenadora
	3	Tablero con pantalla digital para diferentes formatos de bebida gasificada
	4	Caja de seguridad con sensor en caso de abertura
	5	Función paso a paso en caso de detención
	6	Sensor para conteo de botellas por hora
	7	Movimiento axial de splinder a través de leva
	8	Movimiento radial de cabezal a través de splinder
	9	Recepción de tapa a través de capi hell
	10	Recepción de tapa en cabezal
	11	Salida de botella por medio de guías

Análisis funcional:

Para entender el funcionamiento visto en la tabla anterior describiremos el paso a paso de cada función para poder entender de mejor manera el equipo. Como función principal tenemos el colocar la tapa a la botella con el torque correspondiente donde un sub-equipo llamado cabezal es el encargado de darlo donde puede fallar rodamientos u oring chuck.

En sus funciones secundarias tenemos la recepción de tapas desde la sala de tapas a al equipo las cuales vienen mediante ductos los cuales como principal falla se puede presentar una obstrucción de este pero esta falla se soluciona fácilmente con el uso de un destapador correctamente higienizado. La recepción de la botella desde la llenadora al capsulador se hace mediante guías las cuales se encuentran correctamente alineadas, donde podemos tener una falla en este proceso es cuando se realiza un cambio de formato y se reemplazan las guías por el formato de envase dado esto si no hay una correcta alineación tendremos una falla de funcionamiento. El equipo consta con un tablero eléctrico con pantalla digital para el correcto uso del equipo el cual puede presentar falla de corriente pero será solucionado por el equipo de electricistas. El capsulador Krones mantiene una caja de seguridad de plástico transparente para proteger a los operadores por algún incidente que suceda en funcionamiento, esta caja de seguridad mantiene sensores de apertura para evitar accidentes con el equipo funcionando, una posible falla en sensores produce que el equipo no tenga seguridad que las puertas están cerradas por lo cual el equipo no funcionara hasta que lea que las puertas de seguridad estén correctamente cerradas. Se mantiene un control con la función paso a paso para hacer giros en el equipo durante la mantención de este. El sensor de conteo de botellas se ve reflejado en el tablero que mantiene el equipo para tener un registro de producción. El capsulador mantiene un sub-equipo llamado splinder el cual mantiene un giro a través de una leva mediante un rodamiento y un movimiento axial, este sub-equipo puede tener fallas en rodamientos o en seguros segger provocando una detención del equipo.

Movimiento radial del cabezal al splinder el cual mediante esto es capaz de poder poner la tapa en los hilos de la botella, fallas en seguros, rodamientos o torque fuera de punto provocan falla en la producción. La recepción de tapas a través de capi hell es a través de una guía que de igual manera va alineada con el cabezal para que este pueda tomarla de fácil manera, una desalineación del capi hell provoca fallos en la correcta producción. Finalmente ocurre la salida de la botella con su tapa puesta gracias a todos los sub-equipos que mantiene este equipo a través de las guías que están correctamente alineadas con la cinta transportadora, la falla que podemos detectar es una desalineación de la guía con la correa lo que provocaría un atasco de botellas teniendo que detener la producción y sacar botella por botella y alinear la guía.

Historial de mantenciones pasadas:

A continuación, se evidenciarán mantenciones realizadas al equipo KRONES, las cuales son llevadas a cabo por el equipo de trabajo del área de mantención de la empresa. Generalmente las empresas fabricantes entregan un plan de mantenimiento que se le debe hacer al equipo para que su funcionamiento sea óptimo según sus parámetros, pero esto puede variar por el contexto operacional en donde se encuentra el equipo, el clima o la magnitud de desgaste a la que se enfrenta el equipo. El equipo de mantención que se encuentra capacitado por la empresa KRONES junto a los programadores llevan a cabo la misión de realizar la programación de las mantenciones que le corresponderán al equipo, además ellos ya tienen unos años con el equipo y saben las posibles fallas que puede arrojar el equipo, por lo cual se añaden más mantenciones de las que recomienda el fabricante. Dado esto se mostrará una plantilla Excel con mantenciones ya realizadas al equipo y al sub-equipo, en donde se muestra la diferencia de tiempo en que se deben realizar las actividades para mantener un correcto funcionamiento.

Mantenciones semanales, semestrales y anuales:

Las mantenciones realizadas semanalmente al Capsulador son de importante relevancia ya que estas se realizan al cabezal que está en un constante movimiento, además de ser el encargado de realizar el torque a la tapa de la botella. Por lo cual al mantener una constante revisión del equipo semanalmente nos ayuda de una manera muy alta a poder identificar de manera eficaz una posible falla que nos produzca una detención del equipo y en consecuencia de la línea completa.

Figura 2-8 mantenciones semanales

EQUIPO	SUB-EQUIPO	OP	LINEA	FRECUENCIA	PUESTO TRABAJO	CENTRO	CLASE OP	DETALLES	TIEMPO	UNIDAD	N° PERSONA	TIEMPO	UNIDAD
CAPSULADOR	CABEZAL	10	L9	SEMANAL	CAPSU	C100	PM01	Revisar sincronizacion entre cabezal y tapa	10	MIN	1	10	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	20	L9	SEMANAL	CAPSU	C100	PM01	Revisar sincronizacion entre cabezal y botella	10	MIN	1	10	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	30	L9	SEMANAL	CAPSU	C100	PM01	Verificar estado o'ring en chuck	20	MIN	1	20	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	50	L9	SEMANAL	CAPSU	C100	PM01	Revisar de torque estaticos	60	MIN	2	60	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	60	L9	SEMANAL	CAPSU	C100	PM01	Revisar carga vertical	30	MIN	2	30	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	70	L9	SEMANAL	CAPSU	C100	PM01	Reapretar prisioneros allen del cabezal	10	MIN	1	10	MIN

Las mantenciones realizadas semestralmente están enfocadas en la mantención completa de un sub-equipo del Capsulador, en este caso vendría a ser el cabezal. Ya tenemos en conocimiento la importancia del cabezal por lo cual, este sub-equipo es desarmado completamente cambiando las posibles piezas que por su posible desgaste puedan fallar, además de un engrasado para mantener una lubricación optima, con lo cual antes de instalar el cabezal en el equipo se verifica el torque de operación para ya ser instalado en el Capsulador. A continuación, en la tabla se muestra las tareas especificas y los tiempos que se demora en realizar la mantención al cabezal.

CAPSULADOR	CABEZAL	10	L9	SEMESTRAL	CAPSU	C100	PM01	Desmontar cabezales	90	MIN	2	90	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	20	L9	SEMESTRAL	CAPSU	C100	PM01	Sacar cono o chuck del cabezal	30	MIN	2	30	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	30	L9	SEMESTRAL	CAPSU	C100	PM01	Cambiar o'ring de los cono de 28mm	30	MIN	2	30	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	40	L9	SEMESTRAL	CAPSU	C100	PM01	Desarmar cabezal completo	180	MIN	2	180	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	50	L9	SEMESTRAL	CAPSU	C100	PM01	Cambiar bolas de acero	60	MIN	2	60	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	60	L9	SEMESTRAL	CAPSU	C100	PM01	Cambiar anillo de seguridad de 20x1,2	200	MIN	2	200	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	70	L9	SEMESTRAL	CAPSU	C100	PM01	Cambiar anillo de seguridad de 42x1,75	200	MIN	2	200	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	80	L9	SEMESTRAL	CAPSU	C100	PM01	Armar cabezal	180	MIN	2	180	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	90	L9	SEMESTRAL	CAPSU	C100	PM01	Montar cono y revisar torque estatico	120	MIN	1	120	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	100	L9	SEMESTRAL	CAPSU	C100	PM01	Montaje cabezal	60	MIN	2	60	MIN

Figura 2-9 mantenencias semestrales

La mantención anual del equipo Capsulador consta del desarme completo de las partes móviles que mantiene este, como lo son el cabezal y splinder. A estos sub- equipos se les realiza un desarme completo, limpieza de estos mediante desengrasante, secado de las piezas, engrasado, cambio de todas las piezas que podrían fallar y finalmente un armado. En la mantención anual el cabezal como el splinder se dejan como nuevos, con piezas de calidad ya que esta mantención solo se hace una vez al año, ya que el equipo mantiene una gran calidad en sus materiales lo que hacen que el equipo no presente fallas durante un año que es lo esperado por la empresa. A continuación, en la tabla presentamos las tareas específicas de la mantención anual de los sub-equipos del Capsulador con los tiempos que corresponden a la mantención anual.

CAPSULADOR	CABEZAL	10	L9	ANUAL	CAPSU	C100	PM01	Desmontar cabezales	90	MIN	2	90	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	20	L9	ANUAL	CAPSU	C100	PM01	Desarmar cabezal completo	240	MIN	2	240	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	30	L9	ANUAL	CAPSU	C100	PM01	Lavar piezas metalicas	180	MIN	2	180	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	40	L9	ANUAL	CAPSU	C100	PM01	Revisar piezas del cabezal	60	MIN	2	60	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	50	L9	ANUAL	CAPSU	C100	PM01	Cambiar los rodamientos oblicuos	60	MIN	2	60	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	60	L9	ANUAL	CAPSU	C100	PM01	Cambiar anillo se seguridad de 42x1,75	30	MIN	2	30	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	70	L9	ANUAL	CAPSU	C100	PM01	Cambiar anillo de seguridad de 20x1,2	30	MIN	2	30	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	80	L9	ANUAL	CAPSU	C100	PM01	Cambiar anillo "O"	30	MIN	2	30	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	90	L9	ANUAL	CAPSU	C100	PM01	Cambiar anillo "O"	30	MIN	2	30	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	100	L9	ANUAL	CAPSU	C100	PM01	Revisar cano si tiene daño	30	MIN	2	30	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	110	L9	ANUAL	CAPSU	C100	PM01	Revisar la varilla de empuje o taque	20	MIN	2	20	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	120	L9	ANUAL	CAPSU	C100	PM01	Cambiar los resortes que tiene las varillas de empuje	20	MIN	2	20	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	130	L9	ANUAL	CAPSU	C100	PM01	Revisar los casquillos que van entre los resortes(verde)	20	MIN	2	20	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	140	L9	ANUAL	CAPSU	C100	PM01	Cambiar los resortes de compresion	30	MIN	2	30	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	150	L9	ANUAL	CAPSU	C100	PM01	Revisar el casquillo de la varilla de empuje	20	MIN	2	20	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	160	L9	ANUAL	CAPSU	C100	PM01	Cambiar los topes de bronces	30	MIN	2	30	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	170	L9	ANUAL	CAPSU	C100	PM01	Revisar y limpiar imanes exteriores	40	MIN	2	40	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	180	L9	ANUAL	CAPSU	C100	PM01	Revisar y limpiar imanes interiores	50	MIN	2	50	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	190	L9	ANUAL	CAPSU	C100	PM01	Lubricar piezas del cabezal	90	MIN	2	90	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	200	L9	ANUAL	CAPSU	C100	PM01	Armar cabezal	180	MIN	2	180	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	210	L9	ANUAL	CAPSU	C100	PM01	Desarmar cono o chuck y limpiar	30	MIN	2	30	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	220	L9	ANUAL	CAPSU	C100	PM01	Cambiar las bolas de acero	60	MIN	2	60	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	230	L9	ANUAL	CAPSU	C100	PM01	Cambiar los o´ring	30	MIN	2	30	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	240	L9	ANUAL	CAPSU	C100	PM01	Montar cono en cabezal y ajustar	40	MIN	2	40	MIN
CAPSULADOR	CABEZAL	250	L9	ANUAL	CAPSU	C100	PM01	Ajustar carga vertical en 100 N.	40	MIN	2	40	MIN

Figura 2-10 mantenciones anuales⁴

⁴ Información proporcionada por el área de mantención.

Indicadores:

En primera instancia debemos conocer que en área de mantenimiento podemos encontrar diferentes tipos de indicadores los cuales nos ayudaran técnicamente a entender de mucha mejor manera el estado de trabajo que mantiene el activo y lograr identificar las diferencias que este podrá tener con las futuras propuestas que se harán al plan de mantenimiento.

A continuación, definiremos dos indicadores los cuales son 'tiempo medio entre falla' y 'tiempo medio necesario para resolver una falla'.

El tiempo medio entre fallas o más conocido como MTBF, es un indicador que representa el tiempo que transcurre entre fallas o averías de un equipo determinado. A lo cual hacemos la siguiente tabla de MTBF sacando información del historial de mantenciones.

MTBF	Tiempo total disponible	Tiempo de avería	Numero de fallos	Resultado
Semanal	168	1.8	6	27.7
Semestral	4344	19.1	10	432.5
Anual	8760	24.6	25	349,4

Figura 2-11 Tabla MTBF

A través de la tabla anterior del indicador encontramos el tiempo medio entre fallas de nuestro activo, ordenado de la de siguiente manera MTBF de historial semanal, semestral y anual, estos datos fueron sacados de las tablas de mantenciones pasadas que se vieron anteriormente. Ahora que podemos inferir de este calculo de este indicador. Con esto tenemos de manera más específica y con pruebas claras que nuestro semanalmente tiene fallas cada 27.7 horas, en las mantenciones semestrales que se hacen cada 6 meses el equipo presenta fallas cada 432.5 horas y anualmente el equipo presenta fallas cada 349,4 horas.

Dada la información que nos genera el indicador buscaremos a través de propuestas aumentar la cantidad numérica de nuestro indicador MTBF.

Adjuntamos la formula ocupada para la realización del cálculo del indicador MTBF.

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo Total de Trabajo} - \text{Tiempo de Avería}}{\text{Número de Fallos}}$$

Figura 2-12 Formula MTBF

El tiempo medio de reparación o más conocido como MTTR, es un indicador que representa el tiempo medio necesario para reparar el activo que sufrió una avería. A lo cual planteamos la siguiente tabla con los datos de las tablas de mantenciones pasadas.

MTTR	Tiempo total de mantenimiento	Cantidad de acciones de reparaciones	Resultado
Semanal	1.8	6	0.3
Semestral	19.1	10	1.91
Anual	24.6	25	0.9

Figura 2-13 tabla MTTR

A través de la tabla anterior del indicador encontramos el tiempo de reparación promedio de nuestro activo, ordenado de la de siguiente manera historial semanal, semestral y anual, estos datos fueron sacados de las tablas de mantenciones pasadas que se vieron anteriormente. Ahora que podemos inferir de este cálculo de este indicador. Con esto tenemos de manera más específica y con pruebas claras que nuestro semanalmente tiene un promedio de reparación de 0.3 horas, en las mantenciones semestrales que se hacen cada 6 meses el equipo presenta un tiempo de reparación de 1.91 horas y anualmente en el equipo se demora un tiempo de 0.9 hora por reparación.

Dada la información que nos genera el indicador buscaremos a través de propuestas disminuir la cantidad numérica de nuestro indicador MTTR. Teniendo en cuenta que la gerencia de mantenimiento nos indico rebajar los tiempos de mantención lo más cercano a un 30%, siempre y cuando fuera factible la propuesta de mejora.

Adjuntamos la formula ocupada para la realización del cálculo del indicador

$$MTTR = \frac{\textit{Tiempo total de mantenimiento}}{\textit{Cantidad de acciones de reparación}}$$

Figura 2-14 Formula MTTR

Inspección del plan de mantenimiento

Verificando el historial de mantenciones pasadas al equipo KRONES podemos observar los trabajos de mantención semanal, semestral y anual. Nos enfocaremos en mantenciones semanales y semestrales ya que las mantenciones anuales se encuentran programadas y conocidas para el área de producción, las mantenciones semanales y semestrales son las que pueden beneficiarnos en evitar una detención mayor del equipo, sabiendo que el equipo tiene una confiabilidad alta es difícil que presente una falla pero si no realizamos una prevención el equipo, este puede fallar y provocarnos una detención la cual está relacionada directamente con nuestra producción en la puesta de la tapa de la botella.

Verificamos el plan de mantenimiento que se mantiene y sus correspondientes medidas de seguridad para poder realizar una mantención correcta y segura para cada uno de nuestros trabajadores.

1. Medidas de seguridad personal:

Elementos de seguridad necesarios para comenzar una mantención son zapatos de seguridad, ropa de trabajo, lentes de seguridad, guantes y protectores auriculares. Además de mantener un corte de pelo corto para prevenir en algún momento atrapa miento y mantenerse concentrado en lo que se está trabajando para evitar un accidente.



Figura 2-15 medidas de seguridad

2. Medidas de seguridad con productos:

Recordemos que nuestros equipos se mantienen en trabajo constante con productos bebestibles por lo cual a la hora de una revisión del equipo en funcionamiento debemos contar con los siguientes elementos: mascarilla, cofia, buena higiene y un delantal.



Figura 2- 16 medidas de seguridad con productos

3. Bloqueo de energía:

Para la correcta mantención debemos hacer un corte de energía de electricidad, parte hidráulica y aire. En la cual debemos dejar el equipo sin ninguna energía para evitar accidentes. Para el bloqueo de energía se utiliza una credencial con candado de seguridad con el nombre y foto de los trabajadores que están en mantención y solo las personas autorizadas pueden sacar el candado una vez terminada la mantención. Esto se hace con el fin de evitar accidentes durante la mantención.



Figura 2- 17 bloqueos de energía

4. Mantenición

En el momento de mantención se deben verificar el stock de repuestos si son necesarios para hacer el correcto mantenimiento al equipo, en caso de que el repuesto no exista en stock se debe informar a jefatura para que estos hagan el pedido del repuesto o posible fabricación de este, en el caso de que no exista el tiempo para pedir el repuesto para el equipo o la fabricación se debe reparar el repuesto para mantener una producción hasta que el repuesto se encuentre disponible, para hacer una correcta mantención al equipo.

5. Designación

Se hace la designación de los equipos de trabajo en el caso que sean necesarios para llevar a cabo los trabajos correspondientes. Los quipos de trabajo se ven definidos por el tiempo de demora, la complejidad, personas necesarias para el trabajo.

Ahora que conocemos los puntos principales de un plan de mantenimiento veremos las actividades que se hacen en los planes y buscaremos falencias de ellos.

Herramientas:

Instrumento, generalmente de hierro o acero, que sirve para hacer o reparar algo y que se usa con las manos, se utilizan para desempeñar un oficio o un trabajo determinado. Para realizar un correcto mantenimiento a los diferentes activos es

	Ubicado en ó es Parte de	Campos Personalizados	+ Agregar	Editar	Eliminar	Opciones
☐	Habilitado (Si/No)	Descripción	Nombre	Número de parte		
☐	Si	MARTILLO DE PEÑA STAHLWILLE 86532 { LSTP500 }	MARTILLO DE PEÑA			
☐	Si	LLAVE DINAMOMETRICA PROTO ANALOGO DE 0-75L...	LLAVE DINAMOMETRICA			
☐	Si	TORQUIMETRO TORQ TRAQ DIGITAL DE TAPAS { LSTP...	TORQUIMETRO			
☐	Si	LLAVES PUNTA CORONA STAHLWILLE 86531 { LSTP7...	LLAVES PUNTA CORONA			
☐	Si	JUEGO DE DESATORNILLADOR STAHLWILLE { LSTP8...	JUEGO DE DESATORNILLADOR			
☐	Si	ALICATES SEGGER STAHLWILLE 65 30 S 200 { LSTP...	ALICATES SEGGER			
☐	Si	LLAVE AJUSTABLE STAHLWILLE 4025 { LSTP199 }	LLAVE AJUSTABLE			
☐	Si	LLAVE MEDIA LUNA JORSA 4532 { LSTP299 }	LLAVE MEDIA LUNA			
☐	Si	JUEGO DE DADOS STAHLWILLE STAHLWILLE AB-1 { ...	JUEGO DE DADOS STAHLWILLE			
☐	Si	JUEGO DE LLAVES ALLEN STAHLWILLE STAHLWILLE...	JUEGO DE LLAVES ALLEN STAHLWILLE			
☐	Si	PIE DE METRO MITUTOYO MITUTOYO 0.05 mm { LSTP...	PIE DE METRO MITUTOYO			
☐	Si	Reloj Comparador Mitutoyo 3046S	Reloj Comparador			
☐	Si	Set Llaves Allen STANLEY ST-O-69-753	Set Llaves Allen			

Fuente archivo Fracttal

Figura 2-6

Actividades plan preventivo semanal:

En el plan preventivo de nuestro equipo es de manera semanal donde se hacen las siguientes actividades una vez a la semana.

- Revisar sincronización entre cabezal y tapa.
- Revisar sincronización entre cabezal y botella.
- Verificar estado de o ring en Chuck.
- Revisar torques.
- Revisar carga vertical.
- Reapretar prisioneros Allen del cabezal
- Revisar selector de tapa
- Lubricación y limpieza del equipo completo

Modo de falla: FMECA

modos de falla	severidad	ocurrencia	detección	RPN
1.-Torque fuera de punto necesario	5	5	10	250
2.- Obstrucción de ductos con tapas	4	1	1	4
3.- Desalineación de guías de llenadoras con capsulador	6	3	3	54
4.- Falla eléctrica en Tablero digital	8	1	1	8
5.- Falla de sensor de apertura caja de seguridad	6	1	1	6
6.- Falla de función paso a paso	1	1	1	1
7.- Nulo conteo de sensor de botellas	2	1	1	2
8.- Falla de splinder por rodamientos o seguros	10	2	10	200
9.- Falla de cabezal por rodamientos o seguros	10	2	10	200
10.- desalineación de capi hell con ducto	5	3	3	45
11.- desalineación de capi hell con cabezal	5	3	3	45
12.- mala sincronización de estrella con correa transportadora	5	3	3	45

Dada la tabla anterior encontramos modos de fallas con un fallo funcional destacadas en rojo que provocan una detección inmediata del equipo de manera grave con una pérdida de producción importante y de fallos técnicos que de igual manera afectan la productividad pero de una menor manera.

Nombre de Proceso o Producto:	Capsulador
Encargado:	

Preparado por: Nicolás Tapia
FMEA Fecha (Orig):

Pasos Clave del Proceso	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	SEV	Causas Potenciales	OCU	Controles de Ocurrencia	DET	NPR	Acciones Recomendadas	SEV	OCU	DET	NPR
¿Cuál es el paso del proceso?	¿De qué maneras puede fallar dicho paso del proceso?	¿Cuál es el impacto de las variables de los pasos clave cuando hay un fallo (cliente o requerimientos internos)?	¿Qué tan severo es el efecto para el cliente?	¿Qué causa que el paso clave falle?	¿Qué tan seguido ocurre la causa o Modo de Fallo?	¿Cuáles son los controles existentes y procedimientos preventivos de Causa o Modo de Fallo?	¿Qué también pueden detectar la Causa o Modo de Fallo?		¿Cuáles son las acciones para reducir la Ocurrencia de la Causa o mejorar la Detección?				
Colocar la tapa a la botella con el correspondiente torque	Torque fuera de punto necesario	Perdida de producción por torques fuera de punto	5	Falla en rodamientos, oring chuck	5	Verificación de torques de forma manual	10	250	Compra de rodamientos de mayor calidad y enjuague menos agresivo	5	5	10	250
Movimiento axial de splinder a través de leva	Falla de splinder por rodamientos o seguros	Detención completa del equipo, se realiza cambio de splinder	10	Falla en rodamientos o seguro segger	2	Realización de mantención preventiva y semanal, mantención por tiempo de uso	10	200	Uso de rodamientos de mayor calidad y realización de cambios de seguros segger en cada mantención	10	2	10	200
Movimiento radial de cabezal a través de splinder	Falla de cabezal por rodamientos o seguros	Detención completa del equipo, perdida de producción , se procede a cambio de cabezal	10	Falla en rodamientos o seguro segger	2	Realización de mantención programada y mantener stock de cabezal reparado para posible fallo	10	200	Uso de rodamientos de mayor calidad y realización de cambios de seguros segger en cada mantención	10	2	10	200

Determinación fallos:

Luego de realizar el análisis funcional del equipo encontrando tres grandes fallas de carácter más importante las podemos separar en fallas funcionales y en fallas técnicas.

Según nuestro modelo FMECA el torque fuera de punto con un resultado de 250 RPN, vendría a ser nuestro fallo funcional, esto porque es una fallo anti función ya que el equipo se ve inhabilitado de realizar su función de poner tapas a la botellas con la calidad exigida por la empresa y el consumidor.

Por otra parte según nuestro modelo FMECA la falla de spindler por rodamientos o seguros y la falla de cabezal por rodamientos o seguros tienen un resultado de 200 RPN, con lo cual podemos atribuir un fallo técnico, dado que el equipo puede mantener sus funciones pero de una manera anormal sin embargo estos fallos técnicos pueden provocar un desgaste acelerado del equipo y terminar volviéndose en fallos funcionales.

Análisis de criticidad:

Para el siguiente análisis tendremos en cuenta las siguientes tablas para ocupar como criterio para dar los valores correspondientes a los cálculos que se harán a continuación.

Frecuencia de Fallos (FF)	Valor
Frecuente: mayor a 2 eventos al año	4
Promedio: 1 y 2 eventos al año	3
Bueno: entre 0.5 y 1 evento al año	2
Excelente: menos de 0.5 eventos al año	1

Factor de impacto operacional en la producción (IO)	Valor
Perdidas de producción superiores al 75%	10
Perdidas de producción entre 50% y 74%	7
Perdidas de producción entre el 25% y 49%	5
Perdidas de producción entre el 10% y el 24%	3
Perdidas de producción menor al 10%	1

Factor de costos de mantenimiento (CM)	Valor
Costos de reparación, materiales, mano de obra y/o renovación > \$3.000.000	4
Costos de reparación, materiales y mano de obra y/o renovación entre \$3.000.000 a \$1.000.000	3
Costos de reparación, materiales y mano de obra entre \$1.000.000 a \$500.000	2
Costos de reparación, materiales y mano de obra entre \$500.000 a \$0	1

Factor de impacto en Seguridad, Higiene y Ambiente (SHA)	Valor
Riesgo Alto de Pérdida de vida, daños graves a la salud del personal y/o incidente ambiental mayor (catastrófico) que exceden los límites	8
Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud, y/o incidente ambiental de difícil restauración	6
Riesgo mínimo de pérdida de vida y afección a la salud (recuperable en el corto plazo) y/o incidente ambiental menor (controlable)	3
No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud, ni daños ambientales	1

Dadas estas tablas de valores buscaremos el Riesgo que se mantiene durante la mantención del equipo:

RIESGO= FRECUENCIA * CONSECUENCIA

Para poder encontrar la consecuencia del problema anterior la buscaremos a través de la siguiente ecuación:

$$C = (IO * FO) + CM + SHA$$

Donde IO: Factor de impacto en la producción. FO: Factor de flexibilidad operacional. CM: Factor de costos de mantenimiento.

SHA: Factor de impacto en seguridad, higiene y salud.

De esta manera según los valores entregados por las tablas tendríamos:

$$C = (7 * 6) + 4 + 3 = 49$$

Teniendo una consecuencia de un valor de 49.

El riesgo que se presenta en la mantención es de $R = 6 * 49 = 294$

Ocupamos el número 6 dado que son 6 fallas que se tiene que atacar durante la mantención del equipo.

Ahora teniendo los valores de consecuencia realizaremos el calculo de la criticidad del equipo el cual el resultado lo podemos ver reflejado en una tabla de valores.

Escala de valores de criticidad	Color
Crítico: Mayor o igual a 50	C
Semi-crítico: Entre 49 y 20	MC
No crítico: Entre 19 y 0	NC

Dada esta tabla podemos identificar si nuestro equipo es critico, semi critico o no critico.

$$\text{CRITICIDAD} = \text{FF} * ((\text{IO} * \text{FO}) + \text{CM} + \text{SHA})$$

$$\text{Donde: CRITICIDAD} = 2*(49) + 4 + 3 = 98$$

Teniendo un valor de 98 donde según la tabla de valores de criticidad nuestro equipo estaría en color rojo como un equipo critico, lo cual es una realidad ya que si el equipo presenta un error de operación este debe detenerse y hacerse la realización de revisión de todos los productos que se realizaron por parte del equipo de laboratorio de la empresa para verificar la si cumplen con las normas de la empresa.

Falencias:

Inspeccionando el plan de mantenimiento preventivo según lo conversado con los técnicos de mantenimiento podemos encontrar falencias en la disponibilidad de repuestos en ocasiones donde los repuestos necesarios para las mantenciones preventivas no se encuentren en stock ya que la empresa solo mantiene un stock de repuestos para mantenciones correctivas, además de una baja calidad de repuestos como rodamientos y seguros los cuales llevan a un retraso y pérdida de producción. Esto se da ya que los repuestos no son tan fáciles de conseguir dado que la empresa KRONES, solo hace repuestos a pedido y de forma específica. Recordemos que esta es una desventaja en nuestro equipo por el costo que mantienen los repuestos y el tiempo de espera es de aproximadamente 6 meses. Podemos inferir que si esto ocurre en una mantención anual el impacto sería mayor para la producción.

La estrella la cual es la encargada de alinear el envase con el cabezal, cuando se hace un cambio de formato a cargo del operador puede haber un desfase de esta si no quedo bien alineado el envase con el cabezal, la falencia que nos presenta la estrella es que esta se encuentra en un desfase con la botella, no se encuentra alineado además de cómo es de un material de plástico y dado su constante uso según la demanda esta termina rompiéndose por fatiga de material.

Al momento de hacer la revisión de los torques se hace de forma manual con una llave de torque lo que hace la revisión más lenta de lo que se podría hacer y además de hacer una inspección visual a la maquina presenta una lata de seguridad, la cual es la encargada de tapar la visualidad de los cabezales, como inquietud de los trabajadores nos comunican que pierden tiempo preciado en la acción de desmontar esta tapa ya que deben. Detener el equipo, proceder al desmontaje y luego recién proceder a hacer la revisión de torques e inspección visual. Además, en esta tarea de mantenimiento preventivo se corre riesgo de caída o atrapamiento ya que la maquina se debe girar para hacer la revisión,

además de posibles golpes ya que el espacio que existe es un poco reducido. Donde este procedimiento demora minutos que se son preciados para la producción para lo cual en las propuestas proponemos una forma más rápida y eficiente para hacer la revisión del activo.

Mejoramiento de tareas de mantenimiento:

Revisando los capítulos anteriores uno y dos además de parte del capítulo tres logramos conocer la importancia de un equipo en la línea de funcionamiento de Coca Cola andina S.A y conocer que es un equipo de carácter crítico para la producción. Conociendo el equipo con sus mantenciones y comparaciones que se hicieron con otras marcas de equipos que mantiene la empresa y los componentes que conforman notamos una buena calidad de funcionamiento, pero detectamos falencias en su plan actual de mantenimiento que se podrían modificar y poner a prueba, pero para esto debemos ver la factibilidad que tendría nuestro plan de mantenimiento con estas proposiciones de mejoras. Si logramos ver una mejora en los indicadores nombrados en el capítulo 3, significaría que la implementación por una parte sería factible para la producción del equipo.



Figura 3-1

Repuestos:

Como propuesta de mejora para el caso de los repuestos proponemos un acta de los repuestos que se ocupan en mantenimientos preventivos como correctivos y mantener un stock para cada mantenimiento, de esta manera evitar de la mayor forma posible la falta de stock que pueda ocurrir y nos dé como resultados la detención del equipo indefinidamente hasta que se encuentren los repuestos para reparar el equipo.

Además de mantener un contacto de un técnico mecánico con especialización en torno para que nos facilite las piezas que puedan demorar meses en llegar, como principal acción estas deben ser de una calidad parecida o igual a las piezas originales que ocupa el equipo.

Buscamos una calidad parecida o igual, ya que el equipo está en constante funcionamiento solo es detenido para hacer mantenimiento preventivo o un mantenimiento correctivo si es necesario, debemos tener en cuenta los desgastes a los que es sometido el equipo el principal que podemos encontrar es el desgaste corrosivo por lo cual proponemos usar para este tipo de repuestos de fabricación el mismo acero del cual está construido el activo el cual es un acero pulido AISI 304. Proponemos este acero para mantener la confiabilidad del equipo o incluso mejorarla.

Mantenciones preventivas	Mantenciones correctivas
Rodamiento 6206 x6	Rodamiento 6206 x20
Rodamientos 6004 x6	Rodamientos 6004 x20
Grasa, seguros segger x20	Seguros segger x20
Oring Chuck x6	Oring Chuck x20

Estos son unos de los insumos más usados en el capsulador para cual recomendamos tener una separación de los repuestos o insumos para evitar de esta manera la falta de stock.

Mantener una cantidad menor en mantenciones preventivas es dado que es por si existe alguna falla en algún cabezal, en comparación con una mantención anual en la que se debe cambiar todos los componentes para tener una seguridad al momento de instalar.

Graduación capsulador en conjunto con araña:

Esta idea nace de la necesidad en la que se vieron los operadores y mantenedores en la línea de trabajo. Nos referimos a una graduación del capsulador dado que el operador al momento de tener que ejecutar un cambio de formato de envase tiene que regular el equipo al "ojo", entendiendo que este procedimiento no se encuentra normado y puede fallar, se propone la idea de graduar el capsulador.

Mediante una regla con marcas de los diferentes formatos de tamaños que existen en producción.

¿En que nos favorece?

Favorece nuestra manera de forma directa ya que el equipo al tener una graduación no existirá un margen de error, el único error que puede ocurrir ya seria por poca concentración del operador al momento de hacer el cambio de formato. Evitamos una posible falla del capsulador, ya que si el capsulador a la hora de hacer su función este no está alineado con el envase este posiblemente se caerá, no pondrá la tapa, tapa con poco torque y provocara un taponado de la línea recordemos la gran cantidad de botellas que pasan por la línea, por secuencia podemos encontrar un posible daño del equipo, desregulación de torque o atrancamiento del equipo lo cual significa horas perdidas de producción y horas de mantención al equipo.

La realización de la graduación del equipo tendría un costo bajo de aproximado \$100.000 pesos ya que la graduación de este se realizara en conjunto con mantendores y operadores de la misma línea en que trabaja el equipo.

A continuación, mostramos un esquema con la falla, la causa y la mejora que buscamos implementar.

FALLA	CAUSA	MEJORA
Mala alineación de envase con cabezal	La falta de una graduación para los diferentes formatos	Implementar una graduación al equipo

Figura 3-5 Análisis de falla

Ventana para inspección visual:

.

Como falencia que encontramos en conjunto a los trabajadores de mantenimiento fue la difícil forma de entrar al equipo para hacer las mantenciones preventivas al activo. A continuación, mostraremos en la parte de la lata donde proponemos la realización de una ventana con un seguro para poder abrir y cerrar siempre manteniendo la seguridad del equipo de trabajo. Esta ventana prometería reducir la posibilidad de un accidente laboral y reducir claramente los tiempos de trabajo que mantenían los planes de mantenimientos preventivos.

De esta imagen se puede apreciar la demarcación donde proponemos ejecutar la ventana la cual será de plástico resistente y transparente para poder visualizar hacia adentro sin tener que abrir el equipo y en el caso que se quiera abrir se podrá hacer sin problemas mediante un seguro.



Figura 3-6 mejora de inspección⁵

Las características que proponemos para la ventana son las siguientes

- Acero AISI 304.
- Ventana de plástico transparente resistente en caso de golpes.
- Medidas de seguridad para un cierre seguro de la ventana.
- Bisagras con grasa alimenticia en caso de caída.

Con estas características buscamos disminuir los tiempos de trabajo como disminuir la posibilidad de accidentes de los trabajadores a la hora de trabajar.

Además, que este proyecto no mantendría un valor tan elevado de implementación ya que se hicieron cotizaciones de esta y no superaban el valor de 500.000 pesos.

⁵ Imagen otorgada por personal de Coca Cola Andina.

Torquímetro digital:

El torquímetro digital es el más avanzado: en una pantalla, exhibe la medición de los valores gracias a su circuito electrónico. Esta herramienta, a través de vibraciones y sonidos, emite un alerta cuando se llega al ajuste que ha sido seleccionado de forma previa. Para que el trabajo a realizar sea exitoso, es importante sujetar el torquímetro **con** firmeza por su mango y no utilizar la herramienta cuando los tornillos, los bulones o las turcas se encuentran en mal estado. Por otra parte, para garantizar la precisión del ajuste, es imprescindible que el torquímetro no sea sometido a golpe.

General

TORQUIMETRO TORQ TRAQ DIGITAL DE TAPAS (LSTP450)

Detalles

- General
- Campos Personalizados
- Almacenes
- Terceros Relacionados
- Historiales
- Adjuntos
- Gestión Documental

Nombre: TORQUIMETRO

Número de parte:

Fabricante: TORQ TRAQ **Modelo:** DIGITAL DE TAPAS

Otro 1: **Otro 2:**

Código: LSTP450 **Código de Barras:**

Unidad: TORQUIMETRO DIGITAL **Peso(Kg):** 1 **Tiempo de espera (días):** 0

Tipo: MEDICION **Clasificación 1:** herramienta **Clasificación 2:** ...Selecione

Fuente archivo Fracttal

Figura 2-7

Nuevas posibles tareas de mantenimiento:

La implementación de las propuestas de mejoras que propusimos para eliminar las falencias con la opinión de los técnicos en mantenimientos y en conjunto con los operadores, deben dar unos números de producción mejor ya que se ahorraría tiempo en la detención del equipo.

A continuación, mostraremos una tabla con las tareas de mantenimiento las cuales podemos comparar en el historial de mantención y verificar la disminución de que se efectuara a la hora de implementar las mejoras de propuestas.

EQUIPO	SUB-EQUIPO	O P	LINE A	FRECUE N CIA	PUEST O TRABA JO	CENT RO	CLA SE OP	DETALLES	TIEM PO	UNID AD
CAPSULA DOR	CABEZAL	1 0	L9	SEMANA L	CAPSU	C100	PM0 1	Revisar sincronizacion entre cabezal y tapa	5	MIN
CAPSULA DOR	CABEZAL	2 0	L9	SEMANA L	CAPSU	C100	PM0 1	Revisar sincronizacion entre cabezal y botella	5	MIN
CAPSULA DOR	CABEZAL	5 0	L9	SEMANA L	CAPSU	C100	PM0 1	Revisar torques	45	MIN
CAPSULA DOR	CABEZAL	6 0	L9	SEMANA L	CAPSU	C100	PM0 1	Revisar carga vertical	20	MIN
CAPSULA DOR	CABEZAL	7 0	L9	SEMANA L	CAPSU	C100	PM0 1	Reapretar prisioneros allen del cabezal	10	MIN

Figura 3-7 implementaciones de mejoras

A partir de las nuevas implementaciones que se propusieron anteriormente realizaremos una tabla con las nuevas tareas de mantenimiento para ser realizadas por equipo de mantenedores.

Nuevas tareas	Aplicación
Inspección visual	Nueva ventana en el equipo
Revisión de torques	Se emplea torquímetro digital
Repuestos	mayor calidad y stock
Estrella	Graduación de esta

Podemos notar una mejora en la disminución de revisión de sincronización en 5 minutos gracias a la graduación de capsulador.

La revisión de torques a 45 minutos esto gracias a la implementación del torquímetro digital el cual mantendrá su calibración según lo indicado por el fabricante de este.

La carga vertical disminuye a 20 minutos respectivamente gracias a la generación de la ventana en la parte de la lata del capsulador, esta ventana además de ayudarnos a disminuir tiempos al momento de la revisión nos ayuda en cualquier momento que se quiera revisar la máquina de una mejor manera ya que solo se tendrá que abrir la ventana para revisar y esto tomara un tiempo demasiado bajo a comparación de tener que sacar la lata completa del capsulador y recordar que esta lata no se puede sacar de manera individual sino que tiene que ser en conjunto con otro compañero de trabajo.

Posible MTTR de mantenimiento preventivo de manera semanal.

MTTR	Tiempo total de mantenimiento	Cantidad de acciones de reparaciones	Resultado
Semanal	1.4	5	0.2

Figura 3-8 Posible MTTR

Según lo observado en el capítulo dos logramos identificar un MTTR de 0.3 horas de tiempo de reparación promedio a lo cual con nuestras propuestas de mejoras al plan de mantenimiento logramos disminuir a un tiempo de 0.2 horas de reparación de promedio, de este resultado podemos inferir que las propuestas de mejoras darán un buen resultado en la producción.

Posible MTBF:

MTBF	Tiempo total disponible	Tiempo de avería	Numero de fallos	Resultado
Semanal	168	1.4	5	33.3

Figura 3-9 Posible MTBF

Según lo observado logramos notar una mejoría de tiempo entre fallas de 27.7 horas a 33.3 horas en las cuales veremos reflejada un aumento de producción mediante las mejoras que implementamos al plan de mantenimiento.

Conclusión y recomendaciones

Para cerrar nuestro trabajo de una mejora en el plan de mantenimiento preventivo logramos conocer el contexto operacional que se trabaja en la empresa y el trato que mantienen con los trabajadores de mantenimiento. Logramos conocer el equipo con el cual se trabaja las ventajas y desventajas que este mantiene e identificamos las falencias que mantiene el plan de mantención preventivas para el activo, las cuales fueron entregadas por los mismos trabajadores de la empresa. Buscamos mejorar estas falencias y nuestras predicciones arrojan una mejora de producción de la empresa.

No obstante, no podemos dar por aprobada esta proposición en la mejora del plan de mantenimiento ya que no la hemos puesto a prueba para ver en terreno los resultados que mantiene esta y ver la opinión de los técnicos de mantención ya que ellos en parte conocen mucho mejor el equipo y saben cómo se comporta.

Con las implementación de estas nuevas tareas de mantenimiento nuestro equipo sube de una disponibilidad de 91% a una disponibilidad de un 95% dado esto solo esperamos una aprobación de la empresa y que se cumplan con las normas de calidad de la empresa para mejorar la producción y abaratar costos de producción. Además de darle una mejor confiabilidad a un equipo tan crítico para la empresa. Buscamos además mejorar la calidad de trabajo ya que mediante mejoras evitaremos posibles accidentes además de una reducción importante en tiempos además de posibles discusiones que podrían existir ya que si el operador no sincroniza bien existe perdida y con nuestras propuestas de mejoras, mejoraríamos el ambiente laboral de la empresa.

Referencias

- *The Birth of a Refreshing Idea*. (s. f.). Coca Cola Company. Recuperado 20 de diciembre de 2021, de <https://www.coca-colacompany.com/company/history/the-birth-of-a-refreshing-idea>
- *Misión y visión - Coca Cola Chile*. (s. f.). Coca Cola. Recuperado 20 de diciembre de 2021, de <https://sites.google.com/site/cocacolachile1/home/vision>
- *Rotomat: Desenroscar tapones con seguridad*. (s. f.). Krones. Recuperado 10 de diciembre de 2021, de <https://www.krones.com/es/productos/maquinas/desenroscadora-krones-rotomat.php>
- Información directa de personal coca cola andina sobre falencias, historiales de mantenciones, herramientas proporcionada por Especialista de Coca Cola Andina.
- Imágenes proporcionadas por Especialista de Coca Cola Andina