UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

Repositorio Digital USM **https://repositorio.usm.cl**

Tesis USM TESIS de Pregrado de acceso ABIERTO

2018

APLICACIÓN DE MEJORA A EQUIPO MIXER UTILIZADO EN PROCESO DE INYECCIÓN DE POLICAP A PELLETS ALIMENTI

GUEVARA ALVAREZ, GEOVANNI ANDRES

https://hdl.handle.net/11673/46186

Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA

APLICACIÓN DE MEJORA A EQUIPO MIXER UTILIZADO EN PROCESO DE INYECCIÓN DE POLICAP A PELLETS ALIMENTICIOS.

Proyecto de Titulación para optar al titulo
Profesional de Ingeniería de Ejecución en
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Alumno:
Sr: Geovanni Andrés Guevara Álvarez

Profesor guía:
Sr: Aldo Fuentes Troncoso

2018

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de titulación en primer lugar a Javiera Cea Rubilar, quien siempre estuvo a mi lado a lo largo de mi carrera, gracias a su apoyo pude lograr dar fin a este capítulo de mi vida, además agradezco la oportunidad de haber conocido al excelente grupo de compañeros y compañeras, los cuales estuvieron junto a mi en estos años difíciles, sin dejar de recordar a unos de ellos, el señor Claudio Reyes Quijada quien por circunstancias de la vida no pudo terminar junto a nosotros, pero de igual manera el siempre será para nosotros un Ingeniero, también agradezco a mis padres por su amor y comprensión brindada desde siempre, finalmente, a todos los profesores quienes me instruyeron para poder ser un profesional y una mejor persona, sin mas que decir, gracias a todos y cada una de las personas que me ayudaron en este camino.

RESUMEN

El presente proyecto se basa en los métodos ingenieriles utilizados actualmente en la industria, además del uso de las herramientas entregadas a lo largo del curso de esta carrera. En la empresa Ewos ubicada en el parque industrial de la comuna de Coronel en la Región del Bio Bio, que se dedica a la producción de alimento para peces, uno de sus equipos industriales llamado mixer, que es el encargado de ejecutar el proceso de recubrimiento, presentaba reiteradas detenciones por mal funcionamiento, por lo anterior, y utilizando como principal fuente de información el historial de funcionamiento del equipo, se realizó un análisis exhaustivo, obteniendo como resultado la causa raíz del problema, el cual, era la solidificación de elemento con el que se recubrían los pellets, provocado por la perdida de temperatura que generaba el largo tramo por el cual este debía circular. Una vez determinada la falla solo restó encontrar la mejor solución evaluando económica y técnicamente las alternativas, siendo la compra e instalación de mangueras calefactoras la mejora a realizar, esta opción fue elegida por sobre la otras debido a que la inversión de este proyecto es totalmente factible de realizar por la empresa, además de sus acotados tiempos de realización, los cuales aseguran un muy acotado periodo de no funcionamiento del equipo en comparación con las otras alternativas evaluadas. Con este proyecto de mejora se asegura la optimización de la producción, además del aumento de la disponibilidad y confiabilidad del equipo y disminución de los tiempos generados por paradas del equipo por mantenimientos efectuados.

ÍNDICE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 1
OBJETIVO GENERAL 2
OBJETIVO ESPECIFICO 2
CAPÍTULO 1: MARCO TEORICO 3
1.1. HISTORIA EMPRESA 4
1.2. PROCESO DE PRODUCCIÓN 11
1.2.1. Recepción de materias primas, molienda y dosificación 12
1.2.1.1. Molienda 13
1.2.2. Mezclado, extruido y secado 13
1.2.2.1. Extrusión 13
1.2.2.1.1 Extrusion en seco o humedo 13
1.2.2.1.2 Extrusion de doble tornillo 13
1.2.2.2. Mezclado 13
1.2.3. Enfriamiento 13
1.2.4. Recubrimiento 15
1.2.4.1. Policap 13
1.2.4.1.1 Beneficios 13
1.2.5. Desmoronamiento 13
1.2.6. Pruebas de detección 16
1.3. DESCRIPCIÓN EQUIPO 17
1.3.1. Principales componentes 18
1.3.1.1. Tolva de adicion de policap 13
1.3.1.2. Estanque de preparacion 13
1.3.1.3. Estanque diario 13
1.3.1.4. Bombas de adicion 13
1.3.1.5. Valvula de adicion 20
1.3.1.6. Valvula de recirculacion 20
1.4. SECUENCIA DE FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO 21
1.5. FLUJO DEL PROCESO DE FUNCIONAMIENTO 23
CAPITULO 2: ANALISIS DE FALLA 24
2.1.- HISTORIAL FALLAS DEL EQUIPO MIXER 25
2.2. MANTENIMIENTOS EFECTUADOS 26
2.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. 28
2.4. DIAGNÓSTICO DE LA FALLA 28
2.5. LLUVIA IDEAS 29

2.6. DIAGRAMA CAUSA EFECTO 31
2.7. ANÁLISIS DEL DIAGRAMA CAUSA - EFECTO 31
2.8. TABLA DEL ¿POR QUÉ? CAUSA Y EFECTO 32
2.9. RESULTADO ANÁLISIS DE FALLA 33
2.10. ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ DE HIPÓTESIS 34
2.11. RESULTADO ANALISIS DE FALLA 36
CAPITULO 3: ANÁLISIS DE LA SOLUCIÓN 37
3.1. SOLUCION DEL PROBLEMA 38
3.2. POSIBLES SOLUCIONES 38
3.3. ELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN 39
3.4. MANGUERAS CALEFACCIONADAS 40
3.4.1. Aplicaciones generales 40
3.4.2. Ejemplos de aplicaciones 41
3.5. ORIGEN DE LA IDEA (SOLUCIÓN) 41
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS ECONÓMICO 42
4.1. CONTEXTO ECONÓMICO 43
4.2. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS 43
4.3. INDICADORES DE GESTIÓN 43
4.3.1. Índice de Disponibilidad 44
4.3.2. Índice de Confiabilidad 44
4.3.3. Índice de tiempos medios entre fallas (TMEP) 44
4.3.4. Índice de tiempos medios para reparar (TMPM) 44
4.4. RECOLECCIÓN DE DATOS 45
4.5. RESUMEN DE DATOS TABULADOS 46
4.6. CALCULO DE INDICADORES DE GESTIÓN 47
4.6.1. Índice de fiabilidad 47
4.6.2. Índice de disponibilidad 48
4.6.3. Índice de TMEP 48
4.6.4. Índice de TMPM 49
4.6.5. Índice de productividad 50
4.6.5.1. Calculo indice de productividad 49
4.6.5.2. Productividad total de la empresa 50
4.6.6. Resumen de indicadores de gestión 51
4.7. IMPLEMENTACIÓN DE SOLUCIÓN 52
4.8. INVERSIÓN 52
4.8.1. Mangueras calefaccionadas 52
4.8.1.1. Caracteristicas tecnicas manguera 52

4.8.1.2. Cotizacion manguera calefaccionada 53
4.8.2. Insumos complementarios 55
4.8.3. Mano de obra 58
4.9. RESUMEN INVERSIÓN 59
4.10. AMORTIZACIÓN DE LA INVERSIÓN 59
4.10.1. Resumen tabla 60
4.11. VENTAJAS INVERSIÓN 60
CONCLUSION 62
ANEXOS 63
BIBLIOGRAFÍA 63

INDICE FIGURAS

FIGURA 1 – 1 PLANTA EWOS CORONEL....4
FIGURA 1 – 2 LOGO COMERCIAL EWOS....11
FIGURA 1 – 3 PROCESO DE REDUCCIÓN....12
FIGURA 1 – 4 PROCESO DE EXTRUIDO....14
FIGURA 1 – 5 PROCESO DE RECUBRIMIENTO....15
FIGURA 1 – 6 ESQUEMA FUNCIONAMIENTO EQUIPO MIXER....17
FIGURA 1 – 7 TOLVA ADICIÓN....18
FIGURA 1 – 8 ESTANQUE PREPARACIÓN....18
FIGURA 1 – 9 ESTANQUE DIARIO....19
FIGURA 1 – 10 BOMBAS DE ADICIÓN....19
FIGURA 1 – 11 VÁLVULA DE ADICIÓN....20
FIGURA 1 – 12 VÁLVULA RECIRCULACIÓN....20
FIGURA 1 – 13 FLUJO DE FUNCIONAMIENTO....23
FIGURA 2 – 14 DIAGRAMA DE PARETO....31
FIGURA 3 – 15 MANGUERA CALEFACTORA ESTÁNDAR....40
FIGURA 4 – 16 COTIZACIÓN MANGUERA....54
FIGURA 4 – 17 TRANSFORMADOR CORRIENTE....55
FIGURA 4 – 18 CONTROLADOR DIGITAL....56
FIGURA 4 – 19 CONTACTOR ELÉCTRICO....56
FIGURA 4 – 20 TERMINAL ELÉCTRICO....57
FIGURA 4 – 21 CABLES ELÉCTRICOS....57
FIGURA 4 – 22 TERMINALES DE CABLES....57
FIGURA 4 – 23 COTIZACIÓN MANO DE OBRA....58

INDICE TABLAS

TABLA 2 – 1 HISTORIAL DE FALLAS EQUIPO MIXER 25
TABLA 2 – 2 CAUSA Y EFECTO 32
TABLA 4 – 3 DISPONIBILIDAD EQUIPO MIXER 46
TABLA 4 – 4 RESUMEN DATOS 47
TABLA 4 – 5 ÍNDICE PRODUCTIVIDAD EQUIPO MIXER 50
TABLA 4 – 6 NO PRODUCCIÓN PLANTA EWOS 51
TABLA 4 – 7 RESUMEN INDICADORES DE GESTION 52
TABLA 4 – 8 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS MANGUERAS 53
TABLA 4 – 9 RESUMEN INVERSIÓN 59
TABLA 4 – 10 AMORTIZACIÓN INVERSIÓN 60

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

SIGLA

DESK	: Habitación del proceso se secado de pellets alimenticios.
MIXER	: Equipo de recubrimiento de la mezcla de aceites y policap.
POLICAP	: Liquido de utilizado en el proceso de recubrimiento.
PELLET	: Alimento de forma comprimida de uso alimenticio.
COATER	: Tanque encargado de inyectar el policap a los pellets a través de vacío.
PIPING	: Cañería, tubo.
MTTF	: Tiempos medios entre fallas.
MTTR	: Tiempos medios de reparación.
IVA	: Impuesto al valor agregado.
PLC	: Controlador lógico programable.
PVC	: Policloruro de vinilio.
TSE	: Extrusora de doble tornillo.
ETC	: Etcétera.
$	: Peso chileno.
NOK	: Unidad monetaria de Noruega.
VDF	: Variador de frecuencia.
%	: Porcentaje.
TMPM	: Tiempos medios para reparar.
TMEP	: Tiempos medios entre fallas.
PT-100	: Sensor de temperatura.

SIMBOLOGIA

Kg	: Kilogramo.
m^2	: Metros cuadrados.
m^3	: Metros cúbicos.
Hr	: Hora.
mm	: Milímetro.
Kg/Hr	: Kilogramos por hora.
am	: Antes del mediodía.
Bar	: Báros unidad de presión.
Ton	: Tonelada.

INTRODUCCIÓN

Debido a la alta competitividad empresarial que existe hoy en día, específicamente en el sector industrial, se ha vuelto indispensable que los procesos de producción sean constantes, es por ello que la ingeniería es una muy buena herramienta en pro del mantenimiento de los diversos equipos que intervienen en los distintos procesos, logrando así una menor cantidad de detenciones, que traen como consecuencia pérdidas de tiempo y dinero para la empresa. Esta situación es la que acontece en la empresa Ewos Chile Alimentos Ltda. Encargada de producir alimentos para la industria acuícola, cuyo fin como empresa es entregar un producto con los más altos estándares de calidad dentro del mercado, siendo así indispensable, la perfecta ejecución de sus actividades.

Uno de los procesos intermedios en la fabricación de pellets alimenticios del sector acuícola es el recubrimiento que consiste en la inyección de policap, proceso que será explicado con detalle a continuación. El encargado de realizar tal labor es el equipo mixer el cual genera reiteradas detenciones por mal funcionamiento, por esto es que se realizará un estudio para poder dar solución a este problema, de manera de asegurar la disponibilidad y eficacia del equipo.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar propuesta de mejora con el fin de eliminar falla reiterada en equipo mixer utilizado en proceso de inyección de policap a pellets alimenticios. Prolongando sus periodos de mantención y asegurando su disponibilidad.

OBJETIVO ESPECIFICO

- Describir proceso general de producción de planta donde está inmerso el equipo mixer.
- Conocer el funcionamiento del equipo mixer y los componentes que interviene en dicha operación.
- Realizar análisis técnico del equipo, para localizar falla e implementar solución con el fin de eliminar la causa raíz.
- Realizar análisis económico a la solución planteada.

CAPÍTULO 1: MARCO TEORICO

1. MARCO TEÓRICO

1.1. HISTORIA EMPRESA

Figura 1 - 1 Planta EWOS coronel
Fuente: www.ewos.com

EWOS es desde hace mucho tiempo, líder en la industria de la acuicultura internacional, con una bien ganada reputación como un proveedor de alimentos de confianza. Respaldado por el conocimiento de clase mundial de Cargill sobre la formulación nutricional, las cadenas de suministro globales y la gestión de riesgos, EWOS ofrece una amplia experiencia en nutrición acuícola, combinada con investigaciones innovadoras sobre la salud de los peces e innovaciones sostenibles.

La marca EWOS avanza los estándares de la industria invirtiendo continuamente en I + D (Innovación + Dietas), respaldada por una innovación abierta y colaborativa con instituciones asociadas y otros sectores. Cambiar las formulaciones o introducir nuevas materias primas y aditivos ayuda a desarrollar dietas que mejoran el rendimiento de su alimento y apoyan el crecimiento y la salud de los peces. Puede aumentar su eficiencia y reducir su impacto ambiental con las soluciones de nutrición creadas a partir del enfoque de EWOS en la tecnología de producción de alimentos.

EWOS tiene un sólido historial que se remonta a 1935, con una reputación basada tanto en la calidad del servicio como en la calidad de alimento. En la actualidad,

EWOS opera en todo el mundo, con empresas en las cuatro principales regiones de cultivo de salmón (Noruega, Chile, Canadá y Escocia), así como en Vietnam que producen piensos para especies de peces tropicales.

La ubicación estratégica, EWOS posee una capacidad instalada de 430.000 toneladas anuales de alimento, un rendimiento promedio de las líneas de producción es de 11.3 Ton. /Hr. y un rendimiento total de 55 Ton/Hr. Tiene siete líneas de producción de alimento extruido más una línea de producción de alimento esferonizado o micro pellet. La planta de alimentos de CQN Chile S.A. es la más grande del mundo como unidad productiva.

La Planta, que se emplaza en 7 hectáreas y cuenta con una infraestructura de 43.500 m2 con una ocupación de suelo 30.000m2 y 19 silos con capacidad de almacenaje para 9800 toneladas en total.

Aunque EWOS se registró por primera vez en Suecia en 1931, la primera actividad fue en 1935. Los fundadores fueron Erik Berggren, Víctor Weyde y Olle Sjöstedt y, juntos, sus iniciales formaron el nombre de la compañía EWOS.

Los volúmenes de producción fueron bastante pequeños en las primeras décadas, pero desde 1990 el volumen anual de ventas de alimentos para peces EWOS ha crecido a una tasa compuesta de aproximadamente el 11% por año, alcanzando un máximo de más de 1 millón de toneladas de ventas de alimentos por volumen en 2011.

Algunos eventos importantes en la historia de EWOS se enumeran a continuación.

- **1930 - 1960**

  - EWOS se registró por primera vez en Suecia en 1931. Los fundadores fueron Erik Berggren, Victor Weyde y Olle Sjöstedt. Las iniciales formaron el nombre de la empresa EWOS.

  - En 1935, la compañía farmacéutica sueca ASTRA adquirió EWOS. Este año es considerado como el primer año oficial de la historia de EWOS. El negocio de EWOS se centró en los aditivos para piensos para el sector agrícola

  - Norsk Landbrukskjemi, más tarde conocido con el nombre de EWOS AS, se estableció como la primera filial, fuera de Suecia en 1949.

  - En 1957, EWOS recibió una consulta para suministrar premezclas de vitaminas al pescado. La cría de alevines de salmón para la siembra, llamados "alevines compensatorios" fue obligatoria para los estados alrededor del Mar Báltico, ya

que el desarrollo de las instalaciones de producción hidroeléctrica dificultó el desove natural en los ríos para los peces. Durante los siguientes años consecutivos, EWOS desarrolló los primeros pellets completos de alimento para freír.

- **1960 – 1970**

  - La primera prueba de alimentación exitosa se llevó a cabo en 1960.

  - La estación de investigación Laxforsen se estableció en 1966 en el sudoeste de Suecia.

- **1970 – 1980**

  - EWOS Ltd. se estableció en Escocia en 1970, como Primera empresa de EWOS fuera de Escandinavia.

  - La Cooperativa de Suministro de Agricultura de Noruega (FK) llega a un acuerdo con EWOS para producir sus alimentos especiales, mientras que al mismo tiempo comienza su propia producción de alimentos para agricultores en Kvalaberg en 1974.

  - En 1979, Alfa-Laval fue el nuevo propietario del Grupo EWOS.

- **1980 – 1990**

  - En 1981, FK construye una línea de producción para alimentos para peces en Trondheim, Noruega.

  - En 1983, FK comienza a producir alimento para peces en Vestnes en Noruega.

  - EWOS Canadá Ltda. se estableció en 1986.

  - También en 1986, se introdujo la marca comercial VEXTRA para nuevas alimentaciones extruidas para productores.

  - CULTOR adquirió EWOS de Alfa-laval durante 1987.

- FK adquiere las acciones de la estación de investigación Norsk Bioakva en Dirdal, Noruega de Svacom, en 1987.

- FK comienza la producción de alimento para peces en Bergneset, Noruega en 1987.

- La estación de investigación EWOS Lönningdal se inauguró en Noruega en 1988.

- También en 1988, FK termina el acuerdo con EWOS para producir feeds especiales.

- El software FarmControl se lanzó como una herramienta de administración de la granja.

- Norsk Bioakva recibe el permiso para una marina. Instalación de prueba con sede en Oltesvik, Rogaland, Noruega.

- EWOS AS en Noruega abrió su nueva fábrica de producción de piensos en Florø, en 1989.

- EWOS ingresó en el mercado de Chile en 1989 a través de un agente y, posteriormente, por el establecimiento de EWOS Chile SA

➢ **1990 – 1995**

- En 1989, FK comienza la producción de alimento para peces en la fábrica en Halsa, Noruega.

- En respuesta a la demanda del mercado en Noruega, VEXTRA Gold se lanzó como la primera alimentación de alta energía con un 41% de proteínas y un 29% de grasa.
- Las normas de gestión de calidad ISO 9000 se aplican primero en las fábricas de alimentos EWOS.

- EWOS se enfocó totalmente en la alimentación de peces.

- VEXTRA Omega se convirtió en la segunda generación de alimentos de alta energía, con 38% de proteínas y 33% de grasa.

➢ **1995 -2000**

- El Centro de Tecnología EWOS se abrió en Escocia en 1995.
- La compañía de alimentos para peces NorAqua A / S se formó en 1996, combinando FK Aqua y Statkorn Holding (que luego se convirtió en Cermaq).
- Los productos FK NOVA se introdujeron en 1996 como respuesta a la introducción de cuotas de alimentación en Noruega.
- La oficina central de EWOS se mudó de Suecia a Livingston, Escocia en 1996. La estrategia de EWOS cambió, ahora con enfoque en los cuatro principales mercados de salmón, Noruega y Islas Feroe, Reino Unido e Irlanda, América del Norte y Chile.
- NorAqua cierra su fábrica de piensos en Trondheim en 1997.
- EWOS lanzó VEXTRA boost en 1999, un revolucionario "alimento biológico que mejora el rendimiento", más recientemente conocido como "alimento funcional".
- NorAqua presenta SILVA, un nuevo alimento para truchas que resuelve los problemas de "engorda de grasa" en la trucha arco iris.

➢ **2000 - 2005**

- Statkorn Holding cambió su nombre a CERMAQ, describiendo las dos áreas de negocio principales CEReals y Marine AQuaculture.
- En el año 2000, CERMAQ en Noruega adquirió EWOS de los entonces propietarios CULTOR / Danisco.
- En Noruega, la compañía de piensos NorAqua se fusionó con EWOS A / S en diciembre de 2000.

- EWOS Noruega presentó un nuevo buque de distribución de alimento habilitado para el posicionamiento dinámico y la entrega masiva.

- Se instaló una nueva línea de extrusión de micro pellets en la fábrica de Florø en Noruega, que permite la producción de alimentaciones extruidas de hasta 0,6 mm de tamaño.

- En 2004, EWOS lanzó su 'concepto de alimentación modular', con una nueva gama de alimentadores de pirámide EWOS.

➢ **2006**

- Se lanzó el concepto de alimentación del productor de ópalo EWOS en Noruega y Escocia, que combina los últimos conocimientos sobre Oilmix, Proteinmix, Appetite y Lifecycle.

- Se lanzó el alimento funcional prebiosal EWOS, un prebiótico multicomponente diseñado específicamente para peces salmónidos.

➢ **2007**

- EWOS lanza la alimentación PD, un producto diseñado para reducir los efectos de la enfermedad del páncreas.

- EWOS anuncia inversión en nueva capacidad para Noruega, 120 000 toneladas de nueva capacidad disponible para mediados de 2009.

- EWOS Chile finaliza la construcción de una nueva línea de producción en Coronel, Chile. 75 000 toneladas de nueva capacidad entran en operación.

➢ **2008**

- Se abrió una oficina de representación en Vietnam para explorar el potencial del mercado allí para EWOS.

- EWOS se convirtió en el primer proveedor multinacional de alimentos para peces en certificar todas sus operaciones según la norma ISO 22000: 2005 de gestión de seguridad alimentaria.

- EWOS Innovation celebró la apertura de nuevas instalaciones de investigación en Collaco, Chile.

- En septiembre de 2008, EWOS produjo más de 100,000 toneladas de alimento para peces, el récord hasta ahora para un mes de producción de alimento.

➢ **2009**

- EWOS Norway completa la ampliación de su fábrica en Florø, con una inversión de NOK600 millones, agregando 120,000 toneladas de nueva capacidad.

- Se introdujeron nuevos alimentos medicados recetados en Chile y Noruega para ayudar a los piscicultores a controlar los niveles de piojos de mar en el salmón de piscifactoría.

➢ **2010**

- Un terremoto en Chile interrumpió nuestra producción de piensos durante dos semanas y una situación de recuperación difícil para nuestro negocio de piensos. Ningún empleado resultó gravemente herido.

- EWOS Noruega estableció un récord histórico de más de 74,000 toneladas de alimento para peces en un mes y más de 500,000 toneladas para el año.

- Cermaq ingresó al mercado de alimentos vietnamita mediante la adquisición de la mayoría de las acciones en una empresa conjunta.

- El Consejo de Investigación de Noruega nombró un centro de piojos de mar para la investigación innovadora con EWOS Innovation como un socio de investigación clave.

- Científicos de EWOS Innovation publican un artículo que demuestra la cría de salmón como productor neto de proteínas y aceite de pescado.

- **2011-2015**

  - EWOS alcanzó un hito con ventas de alimentos por volumen que superaron el millón de toneladas en noviembre. Es suficiente alimento para producir 900,000 toneladas de salmón, suficiente para suministrar tres comidas saludables por mes para todos en el Reino Unido.

  - Se lanzaron nuevos alimentos funcionales en Europa: EWOS robusto y la sinergia de EWOS puede contribuir a la gestión integrada del piojo de mar.

  - EWOS Vietnam operó desde la primera mitad del año y se registró oficialmente en noviembre.

  - En un ensayo innovador en EWOS Innovation, se utilizó un concepto de alimento para peces 'marino cero' para producir salmón de piscifactoría.

  - El Sistema de Gestión Integrado de EWOS (EIMS) se introdujo para integrar la seguridad alimentaria, la calidad, la salud, la seguridad y la gestión ambiental.

- **2015-2018**

  - En el año 2015 Cargill S.A corporación multinacional adquiere a EWOS

  - Cargill y EWOS inauguran centro de investigación en salud de peces en Chile

Figura 1 - 2 Logo comercial EWOS.
Fuente: www.ewos.com

1.2. PROCESO DE PRODUCCIÓN

El proceso de producción en la fabricación de pellets alimenticios del sector acuícola es más estricto que las utilizadas para otras especies animales y por lo general, los alimentos acuícolas de hundimiento se confeccionan mayormente con máquinas peletizadoras y de extrusión. La empresa EWOS cuenta con siete líneas de producción, automatizadas en su totalidad, las cuales son comandadas por personal altamente calificado. El proceso de producción será descrito a continuación.

1.2.1. Recepción de materias primas, molienda y dosificación

La recepción de materias primas se realiza a través de camiones con descarga directa a transportadores o descarga manual, luego esta es dirigida a los molinos para su trituración, posteriormente son enviados a tolvas de producto apto para su uso, desde estas tolvas son dosificados por medios de sistemas de PLC a básculas calibradas a razón de la receta que se desea preparar.

1.2.1.1. Molienda

Se trata de un proceso de reducción de tamaño de las materias primas con el uso de molinos de martillo. La molienda es muy importante para la operación de mezclado y se puede mejorar la utilización nutricional de las materias primas. Para el procesamiento de alimentos acuícolas se necesita un molino de martillos ultrafino.

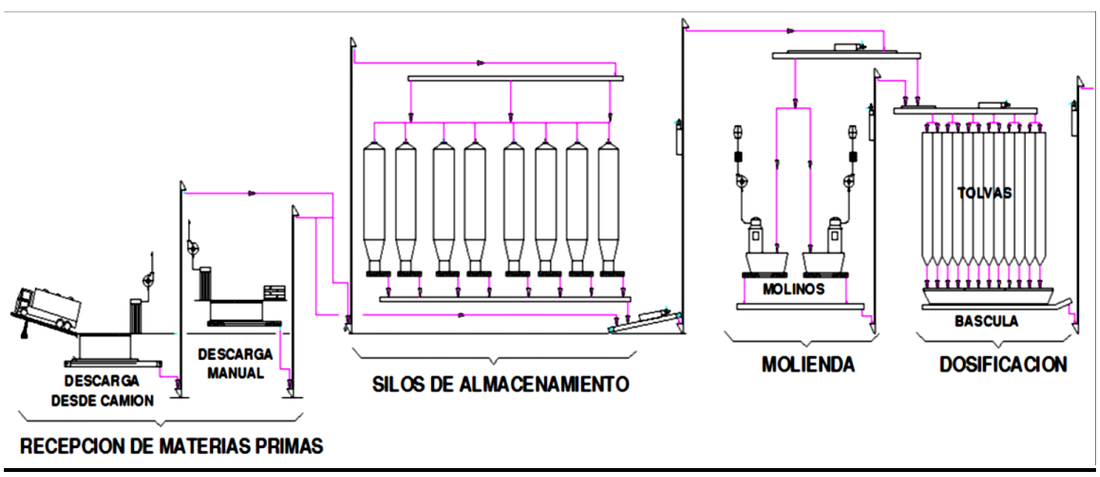


Figura 1 – 3 Proceso de reducción
Fuente: www.ewos.com

1.2.2. Mezclado, extruido y secado

Luego de la dosificación (dieta) el producto es mezclado y luego acondicionado con agua, vapor y aceite para su extrusión. Al ser la dieta procesada por el extrusor y ésta es transformada a pellets húmedo de diferente calibre, según lo requerido en los planes de producción. Los pellets recién extruidos son enviados a secadores de doble paso con lo que se baja su humedad desde un 20% a un 8% aproximadamente quedando estos aptos para la adición de aceite.

1.2.2.1. Extrusión

Extrusión hace referencia a cualquier operación de transformación en la que un material fundido es forzado a atravesar una boquilla para producir un artículo de sección transversal y, en principio, longitud indefinida. Muchos materiales se procesan mediante extrusión como los metales, cerámicas o alimentos, obteniéndose productos muy variados como son marcos de ventana de aluminio o PVC, tuberías, pastas alimenticias, como en este caso en particular pellets alimenticios, etc.

1.2.2.1.1. Extrusión en seco o en húmedo

A través de la tecnología de extrusión se pueden producir diferentes formas y tamaños de alimentos acuícolas. La extrusión con pre-acondicionamiento de vapor se conoce como extrusión en húmedo y la extrusión sin pre-acondicionamiento de vapor se denomina extrusión en seco. Las extrusoras para la extrusión en seco se utilizan en el procesamiento de baja humedad, con productos que contienen almidón altamente expandido y en el procesamiento de los granos de soja para confeccionar harina de soja con grasa, tanto para las industrias de alimentos para humanos y animales.

El pre-acondicionamiento es una parte muy importante del proceso de extrusión en húmedo que inyecta vapor o agua en el acondicionador y / o en el cilindro de la extrusora

El aspecto más importante del sistema de pre-acondicionamiento es el potencial para la mezcla adicional y el tiempo de retención, el cual es necesario para que tengan lugar las reacciones físicas o químicas; por ejemplo, la extrusora de alimentos acuícolas Allance puede producir alimentos acuícolas secos y húmedos. Los pellets secos se mantienen estables durante períodos relativamente largos, lo cual es beneficioso para el almacenamiento y la distribución. Por otro lado, el procesamiento de tipo húmedo

necesita una caldera para producir vapor, enviarlo al acondicionador y madurar la materia prima previamente.

1.2.2.1.2. Extrusión de doble tornillo

De acuerdo con los métodos de operación, los equipos de extrusión generalmente se dividen en dos categorías: extrusoras de tornillo simple y extrusoras de doble tornillo. La producción pellets pequeños (para la acuicultura) utilizando extrusoras de tornillo simple posee numerosas ventajas, como el bajo costo de los ingredientes, alimentos más finos, buena estabilidad en el agua y buena apariencia.

Extrusoras de doble tornillo (TSE por sus siglas en inglés) se utilizaron por primera vez en la década de 1950 para la fabricación de termoplásticos. Se desarrollados sobre la base de la máquina de extrusión de tornillo simple, añadiéndosele un tornillo a cada lado del cilindro. Este tipo de extrusoras poseen una malla de co-rotación (los dos tornillos giran misma dirección) que mejoran la transportación del material, el bombeo y las características de mezclado. Si la comparamos con una extrusora de tornillo simple notamos que la TSE tiene un rango de operación mucho más amplio en términos de uso de la humedad, grasa interna, entrada de energía mecánica y tamaño del producto.

La extrusora de doble tornillo ha alcanzado un nivel avanzado en cuanto al rendimiento técnico y el nivel de producción en relación con el precio y es la mejor opción de la industria de procesamiento de alimentos acuáticos.

1.2.2.2. Mezclado

Los materiales deben mezclarse proporcionalmente con las materias primas para obtener una mezcla homogénea. Durante el proceso de mezclado, la mezcladora de cinta o la doble mezcladora de paletas son los equipos más utilizados.

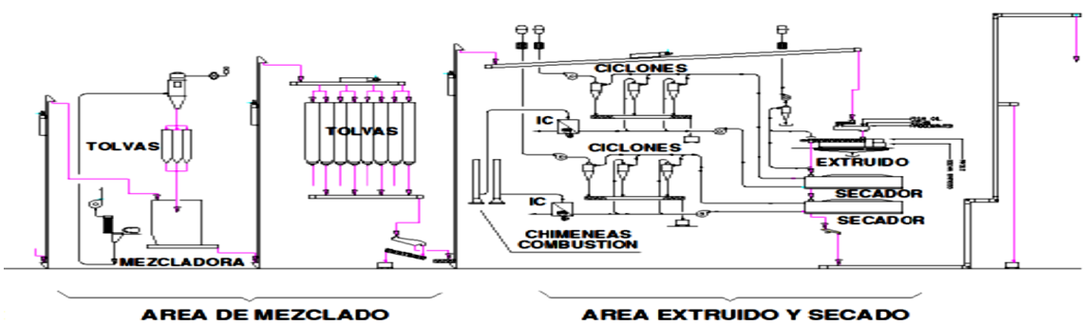


Figura 1 – 4 Proceso de extruido

Fuente: www.ewos .com

En este punto, se recibe el pellets seco el cual es enviado al mezclador (aceitados), en donde se le adiciona aceites (vegetal y marino) a razón de un 20 a 25% según la dieta a fabricar, este equipo funciona con un sistema que provoca una cámara de vacío de 0.5 bar, para extraer todo el aire desde el pellets y luego aplicar una lluvia de aceite dosificado, para finalmente restablecer la presión ambiente dentro de la cámara e incorporar perfectamente el aire al interior del pellet. Luego de este proceso el producto se enfría para finalmente ser empacado en bolsas de 25 kg y pallet de 1250 kg o maxi sacos de igual peso.

1.2.3. Enfriamiento

La temperatura para la producción de los pellets acuícolas es muy alta, por lo que deben enfriarse antes de realizarse el resto de las subsiguientes operaciones. El enfriamiento de pellet se puede realizar con máquinas a contraflujo que consiste en someter al producto procesado a flujo de aire ambiental.

1.2.4. Recubrimiento

El recubrimiento consiste mejorar la calidad de alimentos acuícolas ya que mejora las propiedades físicas del alimento. La grasa pulverizada sobre los pellets les brinda cierta permeabilidad, además de penetrar los pellets y ayudarlos en el proceso de transportación, también reduce la dispersión de las partículas de alimento y el polvo. La máquina pulverizadora de grasa también se conoce como máquina de recubrimiento de pellets. La empresa EWOS trabaja con un líquido llamado policap para el recubrimiento de los pellets alimenticios.

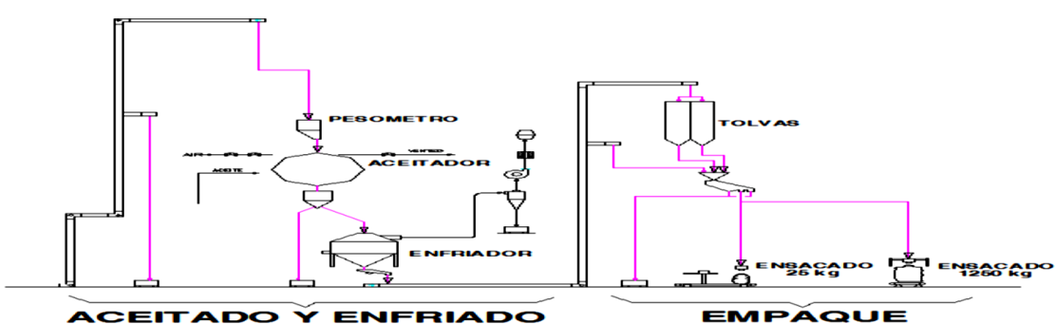


Figura 1 – 5 Proceso de recubrimiento

Fuente: www.ewos.com

1.2.4.1. Policap

El policap es un producto especialmente desarrollado para evitar la exudación (fuga de aceites) en los pellets y extruidos utilizados en la industria de alimentación animal. Recubre homogéneamente las partículas de aceite en el pellet, formando una red de material hidrofóbico, que permite mantener altos niveles de energía maximizando la eficiencia alimentaria, garantizando además la concentración de aceite en el pellet.

1.2.4.1.1. Beneficios

- Aporta altos niveles de energía a la dieta.
- Mejora la eficiencia alimentaria.
- Reduce la pérdida de aceite del alimento durante su transporte, almacenamiento y suministro.
- Disminuye la oxidación de los pellets.
- Permite vehiculizar aditivos liposolubles.

1.2.5. Desmoronamiento

Es un proceso necesario en el procesamiento de pellets acuícolas ya que algunos peces necesitan pellets más pequeños. El tipo CRUMBLER puede romper los pellets acuícolas en partículas más pequeñas.

1.2.6. Pruebas de detección

Con el fin de mejorar la calidad de los alimentos acuícolas, los residuos de pellets de acuícolas refrigerados deben ser retirados y el tamaño de los pellets debe ser uniforme. La máquina utilizada para este proceso es el Tamiz de clasificación.

Tecnología de extrusión de los alimentos acuícolas

Una aplicación importante del proceso de extrusión es la producción de alimentos acuícolas. La extrusión ha ganado cierta popularidad y es ampliamente aceptada en todo el mundo. Si la comparamos con el método de peletizado, la extrusión se podría definir como un proceso tecnológico que fuerza a la materia prima a pasar por uno o más procesos (mezclado, temperatura, corte, etc.) El flujo a través de la matriz provoca que el material genere una gasificación u erupción. La extrusión permite el control de flotabilidad, por lo que permite confeccionar alimentos flotantes, de

hundimiento o de hundimiento lento, al cambiar la condición de extrusión en las que interviene la temperatura, la presión, la apertura del diámetro de la matriz, la velocidad de cizallamiento, etc.

1.3. DESCRIPCIÓN EQUIPO

El equipo MIXER es el encargado del proceso de revestimiento dentro de la producción de pellets alimenticios del área acuícola. Lo que hace este equipo en específico, es inyectar policap a los pellets alimenticios, esto lo realiza mediante el recubrimiento al vacío, que es un proceso físico simple mediante el cual se extrae el aire de los poros de los pellets para crear algo parecido al vacío y a continuación mezclar los pellets con un líquido (grasas, compuestos bioactivos o nutracéuticos), en este caso policap. Después se libera la presión y el líquido se deposita formando una capa en el interior de los poros de los pellets.

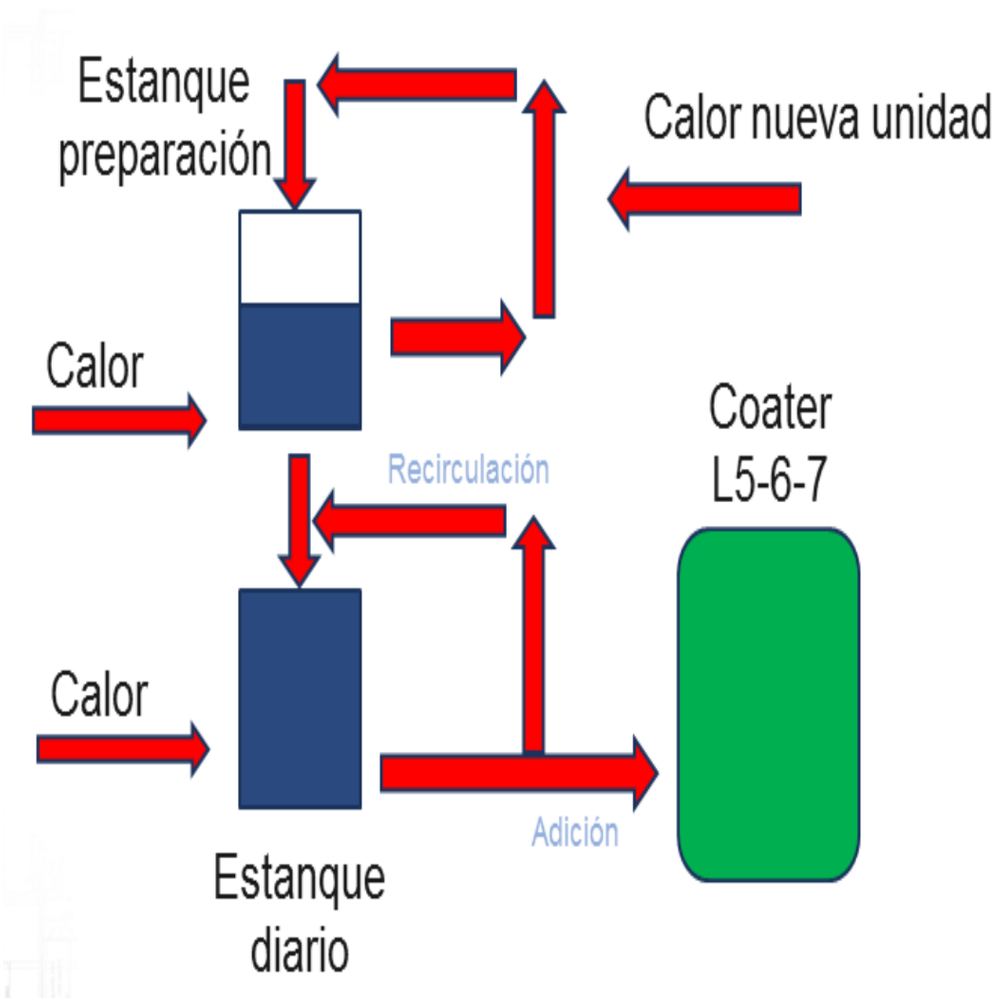


Figura 1 – 6 Esquema funcionamiento equipo mixer
Fuente: Elaboración propia

1.3.1. Principales componentes

1.3.1.1. Tolva de adición de Policap

La tolva de adición es la encargada de recibir los complementos antes de ser mezclados por el tanque.

Figura 1 – 2 Tolva adición
Fuente: Elaboración propia

1.3.1.2. Estanque de preparación

El estanque de preparación es el encargado de mezclar el policap con los demás componentes, con el fin de formar una sustancia similar a un tipo de grasa, el cual es inyectado a los pellets posteriormente.

Figura 1 – 3 Estanque preparación

Fuente: Elaboración propia

1.3.1.3. Estanque diario

El estanque diario es el encargado de almacenar la mezcla antes procesada para posteriormente ser impulsada hacia el coater.

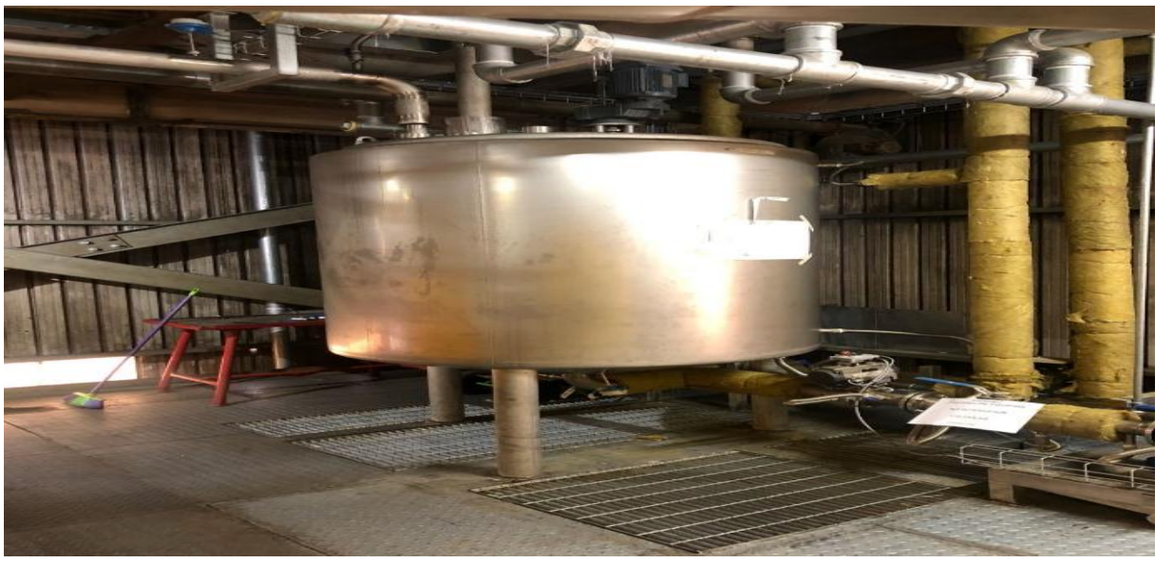


Figura 1 – 4 Estanque diario

Fuente: Elaboración propia

1.3.1.4. Bombas de adición

Las bombas de adición son las encargadas de impulsar la mezcla desde el estanque diario hacia el coater.

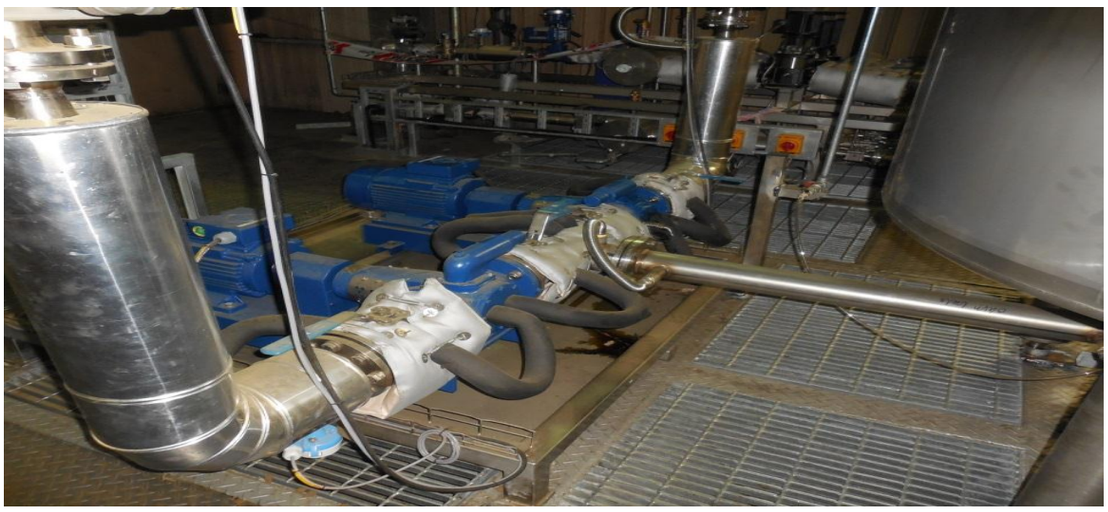


Figura 1 – 5 Bombas de adición
Fuente: Elaboración propia

1.3.1.5. Válvula de adición

Las válvulas de adición tal como indica su nombre son las encargadas de adicionar la mezcla al coater para posteriormente ser inyectada a los pellets

Figura 1 – 6 Válvula de adición
Fuente: Elaboración propia

1.3.1.6. Válvula de recirculación

Las válvulas de recirculación son las encargadas de comandar la recirculación de la mezcla a través de las cañerías, entre el estanque diario y el coater.

Figura 1 – 7 Válvula recirculación
Fuente: Elaboración propia

1.4. SECUENCIA DE FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO

- Paso 1: Arranque de sistema de agua caliente

  - En forma automática el sistema abre o cierras válvulas proporcionales de manera de mantener una temperatura de 90°C a 95°C del agua.

- Paso 2: Preparación de mezcla (aceite-policap)

  - Dar Arranque al sistema de agua caliente de manera automática las bombas (calefacción tanque) y bomba (calefacción piping hacia la otra línea) siempre deben estar operativas.

    La bomba (es la bomba del intercambiador de calor para el aceite y trabaja cuando se adiciona aceite desde el tanque del mixer) debe trabajar en un 10% del VDF (variador de frecuencia) de manera que la transferencia de calor en el intercambiador sea la adecuada.

    La Receta se prepara ingresando cierta cantidad de kilogramos de aceite y cierta cantidad de kilogramos de policap, al producirse el arranque del circuito, el funcionamiento queda en modo automático, de realizar algún paso en forma manual, es necesario reiniciar la secuencia. La autonomía de la tolva dosificadora 2 m^3 va a depender de la concentración de la preparación y los porcentajes de adición, por ejemplo: Si en la receta a preparar ingresamos un 50% aceite y 50% de policap, con una adición del 2% tendremos aproximadamente una autonomía de la tolva de 7 horas, mientras si ingresamos un 70% de aceite y un 30% policap con una adición del 2% la autonomía aproximadamente de la tolva es de 10 horas.

- Paso 3: Traspaso de mezcla a estanque diario

  - Este paso es automático se realizará si el tanque del mixer tiene una T° de 70°C

- Paso 4: Recirculación de mezcla

  - El sistema se encontrará en constante recirculación, salvo que el nivel de trabajo del tanque buffer se desactive y se detendrá la recirculación hasta recuperar nivel.

- Paso 5: Adicion a coater

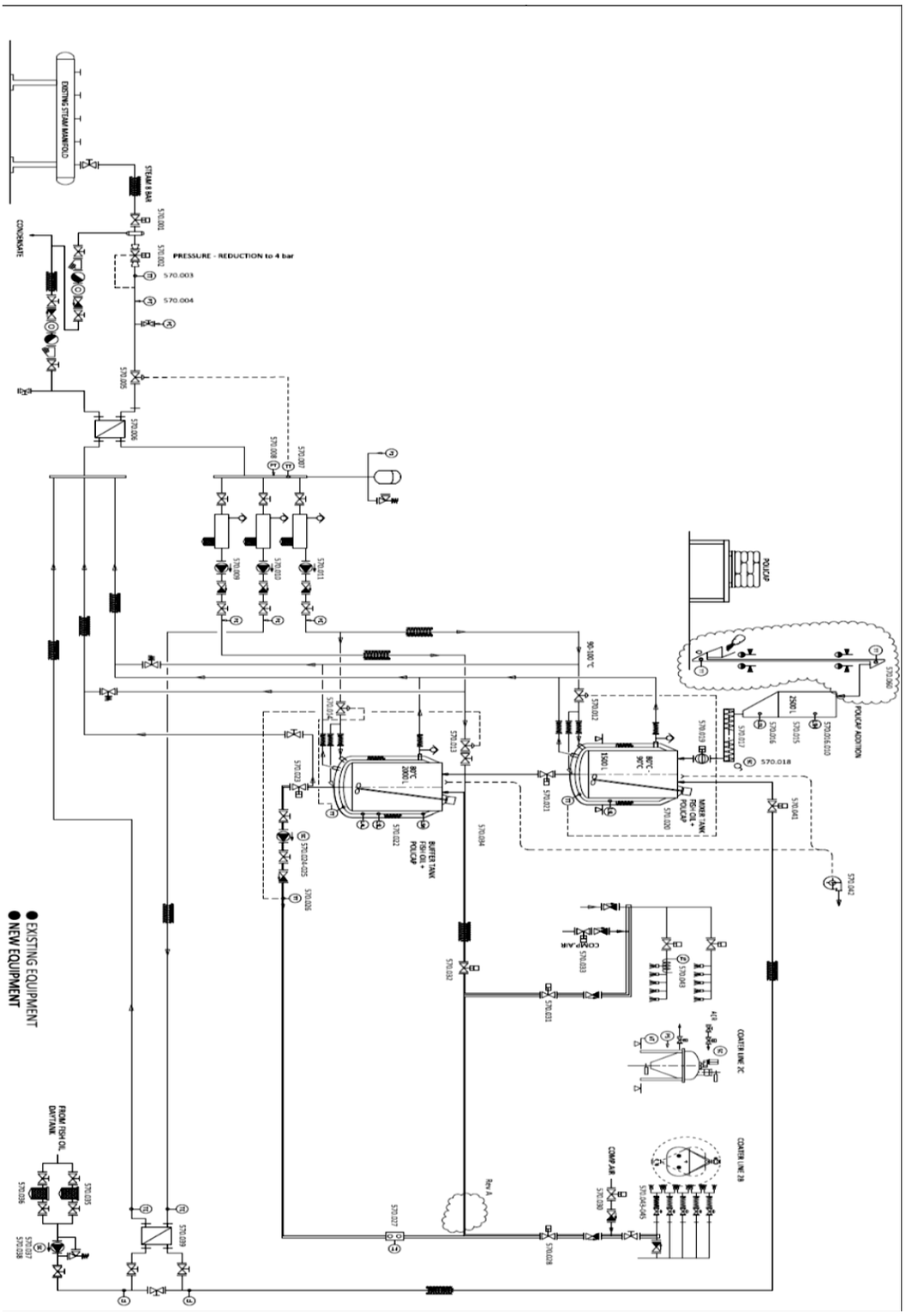
  - Para la adición al Coater, la bomba con el VDF (variador de frecuencia) será a un 35%

- Paso 6: Detención del sistema

  - Previo a una detención del coater se debe dejar de adicionar policap. De esta forma los últimos baches son sólo de aceite, cabe considerar que el sistema de recirculación son aproximadamente 300 litros y en un caso excepcional programado en donde no contemos con vapor o energía eléctrica por más de 6 hr previo a la detención se debe consumir o diluir con aceite T1 dicha recirculación de manera de evitar alguna obstrucción de la línea de recirculación. Para reanudar el sistema se debe seguir los pasos indicados en el instructivo.

1.5. FLUJO DEL PROCESO DE FUNCIONAMIENTO

A continuación, se muestra un esquema del flujo de funcionamiento de la planta, la cual para más detalle puede ser observada en los documentos anexos.



CAPITULO 2: ANALISIS DE FALLA

2. ANÁLISIS DE FALLA

2.1. HISTORIAL FALLAS DEL EQUIPO MIXER

En este capítulo quedará demostrado las reiteradas interrupciones en un reducido periodo de tiempo, las cuales fueron solucionadas por los distintos departamentos de turno:

Tabla 2 – 1 Historial de fallas

WO no	Object	Buid./Equip	Work descr.	Category	Resource	Start date	End date	Supplier
128756	L7.07.11	VACUMM COATER NORTE	Cambio de flexibles Policap (calefaccionados)	CORRECTIVO	AREA MECANICA	14-03-2018	07-05-2018	JFC ING. Y MANTENCION
129621	L7.07.12	VACUMM COATER NORTE	Cambio de flexibles Policap (ambos mixer)	CORRECTIVO	AREA MECANICA	13-04-2018	13-04-2018	JFC ING. Y MANTENCION
128623	L7.07.13	VACUMM COATER NORTE	Cambio de flexibles Policap	CORRECTIVO	AREA MECANICA	14-03-2018	14-03-2018	JFC ING. Y MANTENCION
127973	L7.07.14	VACUMM COATER NORTE	Cambio de flexible linea de policap	CORRECTIVO	AREA MECANICA	01-03-2018	01-03-2018	JFC ING. Y MANTENCION
126939	L7.07.15	VACUMM COATER NORTE	Cambio de flexible y valvula principal policap	CORRECTIVO	AREA MECANICA	05-02-2018	28-02-2018	JFC ING. Y MANTENCION
126418	L7.07.16	VACUMM COATER NORTE	Cabio flexible tapado del policap lado norte	PLANIFICADA	AREA MECANICA	08-01-2018	11-01-2018	JFC ING. Y MANTENCION
121239	L7.07.17	VACUMM COATER NORTE	Cambio flexible policap (se pasa)	INSPECCION INTERNA	AREA MECANICA	13-07-2017	27-07-2017	GRAINTEC CHILE LTDA.
121371	L7.07.18	VACUMM COATER NORTE	Cambio de flexibles y sellos valvula policap	PLANIFICADA	AREA MECANICA	31-07-2017	24-07-2017	GRAINTEC CHILE LTDA.
106818	L7.07.19	VACUMM COATER NORTE	Flexibles tapados (policap)	OPERACIONAL	AREA DE INGENIERIA	20-01-2016	15-01-2016	PROSEIN

Fuente: Departamento Mantenimiento Ewos

2.2. MANTENIMIENTOS EFECTUADOS

A continuación, se detalla la secuencia de mantenimientos efectuados al equipo mixer encargado de recubrimiento de policap, el cual presentó reiteradas fallas de funcionamiento:

- El día 17 de julio de 2017, a las 7:00 am, se detecta una baja recirculación de la bomba de policap, baja que se fue manifestando de forma gradual, desde su rango normal de 4000 [kg/h] llegando a los 100 [kg/h].

- Por lo anterior, es que se decide adelantar la detención de línea 7 y se ejecutan diversos trabajos.

- El jueves 20 de julio se terminan los trabajos en el mixer a las 17:00 hr. Se realizan pruebas al equipo en condiciones nominales sin detectar desviaciones. Con el equipo en detención, se realizan las siguientes actividades (desarrolladas en ambos mixer sur y norte):

- Se chequea válvula principal de inyección de policap.

- Se realiza limpieza de flexibles obstruidos.

- Se chequea temperaturas de trabajo del policap desde estanque hasta mixer.

- Se deja recirculando circuito de policap para descartar filtración de válvula principal de policap.

- Se realizan pruebas en equipo por una hora y nuevamente se desacopla flexible principal en búsqueda de taponamiento sin encontrar desviaciones.

- El día 21 de julio, se pone en servicio el equipo a las 05:00 am, el cual trabaja una hora y se detecta nuevamente baja recirculación en bomba.

- Por lo anterior, se desacopla el flexible del Mixer lado norte y se encuentran flexibles obstruidos con grasa solidificada.

- El día 21 de julio se realizan las siguientes actividades a partir de las 07:00 am:
- Se chequea válvula principal de inyección de policap.
- Se realiza inspección de flexible de policap (se encuentra tapado y se realiza cambio).
- Se revisa válvula de inyección de policap en el mixer (se encontraba tapada).
- Se realizan pruebas en válvula de inyección para descartar su mal funcionamiento.
- Se cambian los flexibles de toberas.
- Básicamente se detecta todo el circuito de policap desde válvula principal a válvula de inyección.
- Se utiliza cámara termografía para descartar puntos fríos en la línea de policap.
- Se entrega el equipo, y al ponerlo en funcionamiento se detecta filtración en secador del cuarto desk, por lo cual se procede a realizar el cambio de radiador doble.
- Una vez entregado el secador, se prueba la línea con carga detectándose líneas de aceites a 20°C y la línea de Policap a 35°C

2.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En el contexto del proceso de fabricación de pellets alimenticios para el sector acuícola, mientras se lleva a cabo el recubrimiento de los pellets, uno de sus procesos intermedios, el equipo mixer encargado de este recubrimiento genera reiteradas detenciones por mal funcionamiento. Luego de realizar sus respectivos mantenimientos a lo largo del tiempo queda de manifiesto que esta clase de falla no es un hecho aislado, por el contrario, reiteradamente se obstruyen las cañerías por donde circula la grasa de policap, lo cual afecta a la continuidad de la producción. Es por esto, que se vuelve indispensable corregir dicha falla y así evitar gastos excesivos en el mantenimiento.

2.4. DIAGNÓSTICO DE LA FALLA

- Desviaciones básicas
  - El equipo mixer encargado del recubrimiento de pellets alimenticios funciona normalmente a un caudal de 400 kg/hr y disminuye su caudal a 100 kg/h
- Síntomas
  - Baja recirculación de la bomba policap.
- Efectos
  - Detenciones reiteradas de la producción lo que genera:
    - Perdidas de dinero por no producción.
    - Gastos por mantenimiento (insumos).
    - Baja en la calidad de los pellets al no ser recubiertos.
- Falla

- Obstrucción de cañerías por donde circula el policap.

2.5. LLUVIA IDEAS

Luego de detectar la falla que presenta el equipo, se debe realizar un análisis exhaustivo del motivo el cual provoca dicha anomalía, el cual será realizado por el personal encargado del mantenimiento en conjunto con el personal de producción.
Lo primero a realizar es una lluvia de ideas las cuales nos generaran una idea precisa de que es lo que está ocurriendo.

Algunas de las hipótesis son:

- Incorrecta preparación del policap (mala preparación)- método

  Esta labor es ejecutada por el personal de producción, consiste en mezclar las dosis exactas entre el policap y los aceites actualmente es 50% -50%.

- Taponamiento por solidificación del policap (solidificación)- materia prima

  Esta condición es detectada por el personal de mantenimiento, el cual sostiene la hipótesis que la materia prima, es decir, el policap es elemento que no circula correctamente por las cañerías, debido a su composición o características internas.

- Sistema de calefacción de policap no funciona (sin calefacción)- equipo

  Este sistema corresponde a una herramienta del equipo que consiste en calentar el policap, para hacer que este fluya con facilidad a través de las tuberías. Esta hipótesis sugiere que, al no funcionar correctamente el sistema de calefacción, provoca que el policap no se caliente, por ende, no fluya por estar solidificado.

- Diseño inadecuado de válvulas de inyección (mal diseño válvulas)- equipo

  Las válvulas de inyección son las encargadas de controlar la pulverización del policap a los pellets. Esta hipótesis sugiere que las válvulas no tienen el diseño adecuado para dejar fluir el policap a través de ellas, generando residuos que no son inyectados a los pellets, solidificándose en el interior de las cañerías.

- No funciona el aire de inyección del policap (aire no funciona)- equipo

  El aire cumple la función de limpiar, realizando un barrido al circuito de trabajo después que termina el ciclo de preparación del policap. La hipótesis presentada sugiere que al no realizarse dicho barrido las tuberías quedan obstruidas por el material ya utilizado, provocando el estancamiento de la grasa dentro de las tuberías y posteriormente su solidificación.

- Filtración de la válvula principal de policap (filtración)- equipo

  La válvula principal es la encargada del control del flujo de policap a través de las tuberías. Esta hipótesis sugiere que al existir filtración en la válvula principal no existe hermeticidad en el sistema, provocando diferencias de temperaturas y presiones dentro de las tuberías, esto hace que el policap no fluya correctamente y no mantenga su temperatura de trabajo.

- Flexibles defectuosos (flexibles defectuosos)- equipo

  Los flexibles o tuberías son las encargadas de transportar el policap. Esta hipótesis sugiere que al estar rotos los flexibles generan filtraciones de policap, provocándose una situación similar a la citada anteriormente, es decir hace que el policap no fluya correctamente y no mantenga su temperatura de trabajo.

- Incorrecto acoplamiento de flexibles (mal acoplamiento) – factor humano

  Esta función es responsabilidad del departamento de mantención, consiste en aplicar los torques correctos a los terminales hidráulicos de los respectivos flexibles. Esta hipótesis sugiere que al no producirse un correcto acoplamiento de estos terminales se generan filtraciones, haciendo que el policap no fluya correctamente y no mantenga su temperatura de trabajo.

- Bomba de policap defectuosa (bomba defectuosa)- equipo

  La bomba es la encargada de impulsar al policap a través de las tuberías. Esta hipótesis sugiere que al no generase el bombeo provoca que el policap no fluya a

través de las tuberías generado estancamiento y posterior solidificación del material.

2.6. DIAGRAMA CAUSA - EFECTO

Posteriormente utilizando las hipótesis proporcionadas por el personal se utiliza una herramienta de la ingeniería conocida como “espina de pescado”. Esta herramienta nos ayuda a ordenar las ideas, desechando las posibles causas que no cumplan, con el fin de encontrar la causa real que provoca la falla.

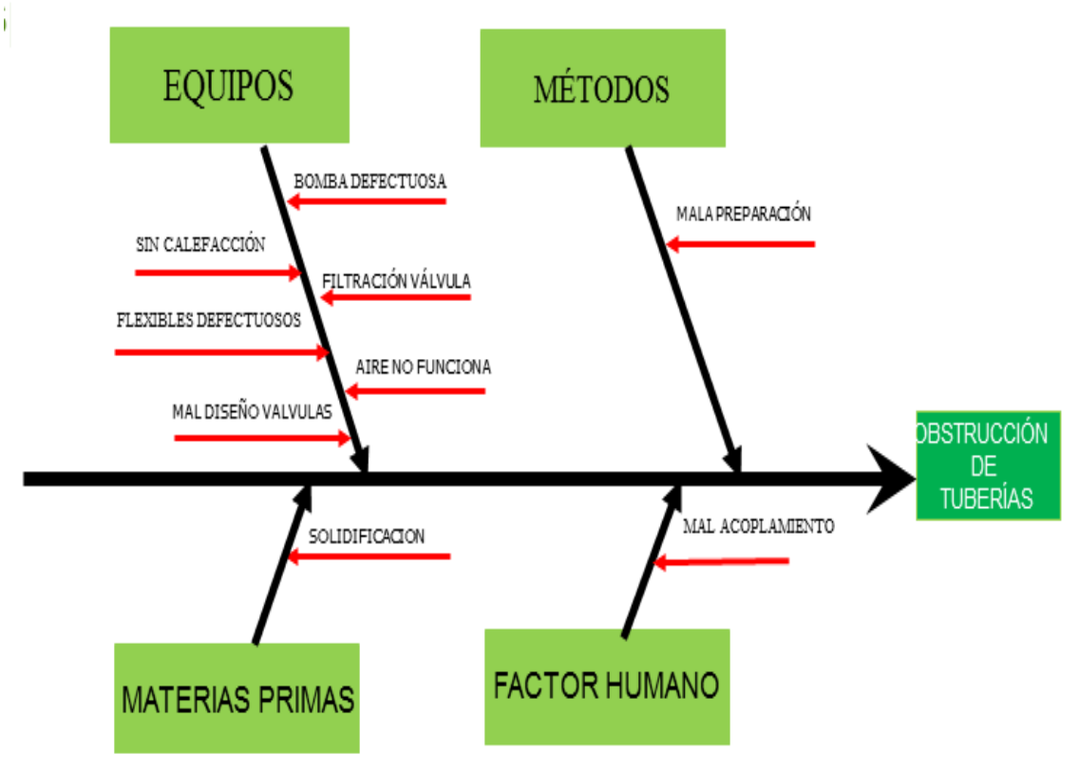


Figura 2 – 9 Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración propia

2.7. ANÁLISIS DEL DIAGRAMA CAUSA - EFECTO

Una vez ordenadas las potenciales causales de falla con el diagrama causa y efecto, podemos apreciar que las fallas de dividen en cuatro factores que pueden ser la causa raíz del problema, estos son : factor humano, que está directamente relacionado

con los trabajadores que operan la maquina o realizan alguna labor que influye en el funcionamiento de esta, también están los métodos, que son relacionados con la manera como se trabaja con el equipo, generalmente son formulas y dosificaciones, otro factor que influye son el propio equipo y su funcionamiento interno o de alguno de sus elementos los cuales técnicamente no operan satisfactoriamente y por último las materias primas que por características internas de estas no se comportan de la manera deseada. Se realizará un análisis más detallado de los "por qué" de cada una de ellas con el fin de poder localizar la causa raíz del problema.

2.8. TABLA DEL ¿POR QUÉ? CAUSA Y EFECTO

Tabla 2 – 2 Causa y efecto

FACTOR DE CAUSA	CAUSA	¿POR QUÉ?	¿POR QUÉ?	¿POR QUÉ?
MÉTODOS	Mala preparación de policap	-No se dosifico adecuadamente	-No existe una receta exacta -Máquina de dosificación descalibrada	- falta de mantenimiento -falta de documentación estandarizada
FACTOR HUMANO	Mal acoplamientos terminales hidráulicos	-No se aplicaron los torques correctos a los terminales	-Trabajador no sabía cómo. -Olvido de trabajador	-Falta de capacitación -Falta de supervisión
MATERIAS PRIMAS	Solidificación de policap	Policap se enfría	No existe la temperatura adecuada de trabajo para que el policap fluya	-El equipo no cuenta con las condiciones necesarias para el correcto funcionamiento de esto. -El policap necesita de una temperatura exacta para fluir.

EQUIPOS	**Falta de flujo de policap**	**-Falta presión -fugas -residuos de policap**	**-Bomba defectuosa. -Filtración de válvula. -Aire de barrido no funciona -Flexibles defectuosos.**	**-Falta de mantenimiento. -Error de diseño del equipo**

Fuente: Elaboración propia

2.9. RESULTADO ANÁLISIS DE FALLA

Al realizar el análisis a través del método de causa y efecto, podemos darnos cuenta de la causa principal de cada una de las hipótesis planteadas, las cuales en algunos casos se repite, siendo más sencillo poder descartar algunas opciones y así poder encontrar la que realmente nos interesa, con el fin de poder dar solución a la causa raíz que ocasiona el problema. Algunos de los datos relevantes encontrados son:

- Factores de causa potenciales.
  - Factores Metodológicos
  - Factores Humanos
  - Materias primas
  - Equipos
- Causa común de los factores.
  - Solidificación policap
- Causa raíz de las hipótesis.
  - Falta de mantención
  - Falta de documentación
  - Falta supervisión
  - Condiciones físicas del equipo insuficientes.
  - Incorrecta temperatura de trabajo del policap
  - Error en el diseño de la máquina.

2.10. ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ DE HIPÓTESIS

- Falta de mantenimiento

Ewos cuenta con su equipo de mantenimiento las 24 horas al día, para dar solución a los diversos inconvenientes que puedan surgir a lo largo del proceso productivo, además se realizan mantenimientos preventivos a todos los equipos de la empresa. Por este motivo resulta muy difícil que la causa raíz de la obstrucción de las tuberías por donde circula el policap sea la falta de mantenimiento, de igual manera se chequearan los mantenimientos efectuados con el fin de asegurar el correcto funcionamiento del equipo.

- Falta de documentación

Ewos, en específico el departamento de producción, cuenta con máquinas automatizadas para la dosificación de la mezcla del policap, es decir no dependen de la acción directa de un trabajador que se guie por algún documento, esta dosificación es programada sin posibilidad de error, además se realizan controles periódicos del estado de estas máquinas para asegurar la calidad del producto fabricado. Por este motivo resulta muy difícil que la falta de documentación sea la causa raíz de obstrucción de las tuberías por donde circula el policap.

- Falta de supervisión

Ewos cuenta con su equipo de mantenimiento las 24 horas al día, para dar solución a los diversos inconvenientes que puedan surgir a lo largo del proceso productivo, además se realizan mantenimientos preventivos a todos los equipos de la empresa. En el peor de los casos puede que haya ocurrido algún error en los procedimientos de mantenimiento y posterior supervisión, pero la falla es persistente en el tiempo, es decir no puede ocurrir el mismo error una y otra vez, porque no es algo común que ocurra, lo que nos lleva a deducir que esta causa no es la raíz del problema.

- Condiciones físicas del equipo insuficientes

El policap utilizado en el recubrimiento debe trabajar entre 70°C y 80°C temperatura que le permite fluir con facilidad a través de las tuberías del mixer. En este

caso el equipo cuenta con un sistema de calefacción que al realizarle mediciones a través de una cámara termográfica arroja que el sistema se encuentra trabajando a una temperatura entre 20°C para la línea de aceites y 35°C para la línea de policap.
Este sistema de calefacción es insuficiente para mantener la temperatura solicitada por el policap. Podemos entonces decir que una de las causas raíces que influyen en la obstrucción de las líneas de policap, es la incapacidad del equipo en poder mantener una temperatura adecuada de trabajo para el correcto flujo del policap.

- Incorrecta temperatura de trabajo del policap

El policap utilizado en el recubrimiento debe trabajar entre 75°C y 80°C temperatura que le permite fluir con facilidad a través de las tuberías del mixer. En este caso el equipo cuenta con un sistema de calefacción que al realizarle mediciones a través de una cámara termográfica arroja que el sistema se encuentra trabajando a una temperatura entre 20°C para la línea de aceites y 35°C para la línea de policap.
Este sistema de calefacción es insuficiente para mantener la temperatura solicitada por el policap. Podemos entonces decir que una de las causas raíces que influyen en la obstrucción de las líneas de policap, es la incapacidad del equipo en poder mantener una temperatura adecuada de trabajo para el correcto flujo del policap.

- Error en el diseño de la máquina

El policap utilizado en el recubrimiento debe trabajar entre 75°C y 80°C temperatura que le permite fluir con facilidad a través de las tuberías del mixer. En este caso el equipo cuenta con un sistema de calefacción que al realizarle mediciones a través de una cámara termográfica arroja que el sistema se encuentra trabajando a una temperatura entre 20°C para la línea de aceites y 35°C para la línea de policap.
Este sistema de calefacción es insuficiente para mantener la temperatura solicitada por el policap. Podemos entonces decir que una de las causas raíces que influyen en la obstrucción de las líneas de policap, es la incapacidad del equipo en poder mantener una temperatura adecuada de trabajo para el correcto flujo del policap.

2.11. RESULTADO ANALISIS DE FALLA

Dado los resultados de los análisis de potenciales fallas podemos establecer de manera certera que la obstrucción de las líneas de policap se da por la solidificación de este mismo provocado por la incorrecta temperatura de funcionamiento, la cual no es capaz de proporcionar por sí mismo el equipo.

- Causa raíz

Baja temperatura de trabajo del policap

CAPITULO 3: ANÁLISIS DE LA SOLUCIÓN

3. ANALISIS DE LA SOLUCIÓN

3.1. SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

Una vez encontrada la causa raíz que genera la falla debemos encontrar la solución para poder eliminar de manera permanente dicha anomalía, la cual consiste en elevar la temperatura hasta alcanzar los 75° a 80° C, temperatura necesaria para mantener el flujo normal de recirculación del policap a través de las tuberías del sistema con el fin de evitar la solidificación.

3.2. POSIBLES SOLUCIONES

- Remplazar el conducto por donde circula el policap

El conducto por donde circula el policap no es físicamente capaz de poder mantener o elevar la temperatura de trabajo necesaria para evitar la solidificación, por eso se sugiere remplazar estos conductos, por otra línea de flexibles, los cuales sean capaces regular la temperatura de trabajo. La idea es calefaccionar de manera específica los conductos donde circula el policap, estas nuevas líneas serán calefaccionadas a través de la electricidad. Este es un sistema ampliamente utilizada en la industria, específicamente en el rubro alimenticio. Se trata de una manguera con un núcleo de teflón suave, recubierto por un trenzado de acero inoxidable hermético y en su interior un cable con terminales roscados, los cuales son conectados a electricidad siendo capaces de regular la temperatura en su interior.

- Modificación en los % de preparación de Policap v/s aceites

Esta solución trata de modificar la receta aumentando el porcentaje de policap. La modificación de los porcentajes de dosificación de la mezcla actualmente es de 50% para el policap y 50% para los aceites. Esto será cambiado por un 40% para el policap y un 60% para los aceites. La idea es poder formar un compuesto menos denso para hacerlo fluir más fácilmente.

- Aislar conducto de recirculación

Actualmente la línea de recirculación por donde fluye el líquido no cuenta con algún elemento que evite la pérdida de calor producida por el largo trayecto que debe

recorrer el policap antes de llegar a su destino. La idea es aislar externamente el conducto a través materiales aislantes y así evitar que el calor fluya hacia el exterior de este.

- Calefaccionar la línea de recirculación con agua caliente

Una opción utilizada ampliamente en la industria para solucionar problemas de pérdidas de calor es la calefacción, esto se trata de utilizar el agua caliente como fuente de calor a través de la conducción. La idea es recubrir el conducto por donde circula el policap con cañerías idealmente de cobre, y en estas hacer circular agua previamente calentada, la cual, por el método de la conducción, transmitirá calor a través de la cañería generando así la temperatura necesaria para evitar la solidificación de la mezcla.

3.3. ELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN

Tomando en consideración todas las posibles soluciones expuestas anteriormente es necesario elegir una de estas para poder llevar a cabo. En el caso de la opción de modificar la receta de la mezcla, si es una opción viable y fácil de realizar, solo es necesario cambiar un procedimiento y se lograría un resultado inmediato, pero como consecuencia decaería la calidad de la mezcla, por ende, la calidad del producto final, lo que la convierte en una solución no recomendable. Otra de las posibles soluciones es la de aislar el conducto, opción que al igual que la anteriormente mencionada es viable y fácil de realizar, pero de incierto resultado, puesto que depende exclusivamente de la temperatura con que circule el policap, además que las pérdidas de calor no pueden ser evitadas por completo con este método, lo que la convierte en una opción poco confiable. La opción de calefaccionar el conducto a través de agua es una muy buena alternativa, la cual aseguraría una temperatura de trabajo deseada a lo largo de todo el trayecto de recirculación, el único inconveniente que surge con esta solución es la complejidad de su implementación, para poder llevar a cabo este proyecto es necesaria una modificación profunda del área física del equipo mixer, lo que implica la instalación de cañerías de cobre, un equipo calentador para elevar la temperatura, además de niples y otros elementos propios de ese sistema, esto se traduce significativamente en el extenso periodo de tiempo que requiere la implementación de esta mejora, lo que significa no tener disponible la línea de trabajo, todo esto convierte a esta opción en una buena alternativa, pero con un alto costo en cuanto a los tiempos que el equipo no se encontraría disponible. La última de las opciones mencionadas es la de remplazar el conducto de recirculación por un flexible calefactor, que al igual modo que la opción

anterior, asegura totalmente una temperatura constante deseada, también es necesaria una modificación del área física, pero a diferencia de la otra opción es menos invasiva, rápida y simple de realizar, es por esto que en base a la importancia de la disponibilidad de los equipos, la calidad de los productos a fabricar y la experiencia en la industria utilizando este sistema, se toma la decisión de tomar esta última como la solución a realizar.

3.1. MANGUERAS CALEFACCIONADAS

Estas mangueras son utilizadas en todos los procesos en los que se tenga que existir una manipulación de materiales líquidos o gaseosos, manteniendo su temperatura o aumentándola si fuera necesario. Su flexibilidad y fácil manejo constituyen una gran ventaja a la hora de ser utilizada en cualquier proceso industrial. Se pueden suministrar con diámetros nominales entre 3 y 100 mm. y con una longitud máxima de 60 metros. Para mayores longitudes, se pueden conectar varias mangueras. La presión de trabajo puede llegar en según los modelos hasta los 600 bar. La temperatura puede llegar hasta los 400 ºC.

Figura 3 – 10 Manguera calefactora estándar

Fuente: www.electrifor.com

3.4.1. Aplicaciones generales

- Para mantener un producto en estado fluido durante su procesado.
- Mantenimiento de líquidos o gases a una temperatura de trabajo determinada.
- Para optimizar sus características para el procesado.
- Para evitar condensaciones en medios gaseosos.
- Para procesar productos de forma más económica.

- Para garantizar una calidad constante.
- Para garantizar la movilidad del equipo de producción o medición.
- Transporte de muestras de gas de un punto de medida a un analizador.
- Para conectar grupos y aparatos móviles.

3.4.2. Ejemplos de aplicaciones

- En plantas de producción de espuma de poliuretano.
- En instalaciones de producción de ceras.
- En equipos de proyección y aplicación de asfalto y betún.
- En encoladores que operan con cola fría (etiquetadoras).
- En instalaciones de aplicación de colas calientes y sus aparatos.
- En conductos de aceite pesado.
- En instrumentos de análisis de gas.
- En instalaciones procesadoras de productos alimenticios, etc.

3.5. ORIGEN DE LA IDEA (SOLUCIÓN)

La solución elegida para eliminar el problema de la solidificación del policap es utilizar mangueras calefaccionadas, esta elección es en base a la positiva experiencia dentro de la industria, muchas empresas del rubro alimenticio y otros hacen uso de esta tecnología por la alta eficiencia entregada al proceso. Esta solución satisface del todo y entrega lo necesario para eliminar el problema, ya que asegura una temperatura constante de trabajo.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS ECONÓMICO

4. ANÁLISIS ECONÓMICO

4.1. CONTEXTO ECONÓMICO

Desde un punto de vista económico es primordial poder maximizar todos y cada uno de los procesos que intervienen en la producción de nuestro producto, para así lograr ser un líder competitivo de nivel mundial. Será demostrado que toda anomalía de funcionamiento se refleja automáticamente en pérdidas monetarias para la empresa, en otras palabras, si un equipo no funciona, este no produce, por ende, no genera dinero. A continuación, se mostrará una comparación entre lo que deja de ganar la empresa al tener un equipo sin funcionar y cuanto es lo costara poder normalizar y optimizar la producción.

4.2. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

Para poder analizar económicamente el proyecto de inversión, es necesario tener en cuenta una serie de indicadores de gestión, estos son esenciales para poder demostrar la importancia de entregar una solución inmediata y factible de realizar. Los indicadores utilizados para el análisis económico serán la disponibilidad operacional, la fiabilidad o también conocida como indicador de confiabilidad de los activos, además de los tiempos medios entre fallas y tiempos medios para reparar el equipo tras las paradas por detención producto de alguna anomalía o mantenimiento planificado. Esto será comparado con un presupuesto económico del proyecto de solución, este presupuesto contará con cotizaciones del equipo, insumos y mano de obra encargada de la implementación de este proyecto, además de un análisis financiero de cómo será financiada la inversión.

4.3. INDICADORES DE GESTIÓN

Según el Ingeniero Oliverio García Palencia en su texto gestión moderna del mantenimiento industrial, dice que los indicadores de gestión son elementos técnicos de control que están relacionados con la calidad de la gestión o con la productividad del departamento, que permiten ver el comportamiento y el rendimiento operacional de las

instalaciones, sistemas y equipos, y que además miden la calidad de los trabajos y el grado de cumplimiento de los planes del mantenimiento.

4.3.1. Índice de Disponibilidad

La disponibilidad es una función que permite estimar de forma global el porcentaje de tiempo total que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función principal para la cual fue destinado. A través del estudio de los factores que influyen en la disponibilidad, el tiempo medio para falla (MTTF) y el tiempo medio de reparación (MTTR), es posible poder evaluar las distintas alternativas de acción, para conseguir aumentar de forma rentable la disponibilidad de los sistemas productivos.

4.3.2. Índice de Confiabilidad

La confiabilidad es la probabilidad de que un equipo, o sistema, cumpla su misión (función principal) bajo condiciones de uso determinadas, en un periodo determinado. El estudio de la confiabilidad es el estudio de las fallas del equipo o sus componentes. Si se tiene un equipo sin falla se dice que el equipo es ciento por ciento confiable, es decir que tiene una probabilidad de supervivencia de igual a uno. La confiabilidad es por tanto el complemento de la probabilidad de falla. Al realizar un análisis de la confiabilidad de un equipo, o sistema, se obtiene información valiosa de la condición de este, su probabilidad de falla, tiempo promedio entre falla y etapa de la vida en que se encuentra el equipo.

4.3.3. Índice de tiempos medios entre fallas (TMEP)

El tiempo medio entre paradas indica el intervalo de tiempo más probable entre el arranque del equipo y la aparición de una falla; es decir, es el tiempo promedio transcurrido hasta la llegada de la falla. Mientras mayor sea su valor, más alta es la confiabilidad del sistema, por lo tanto, el TMEP es uno de los parámetros más importantes utilizados en el estudio de la confiabilidad.

4.3.4. Índice de tiempos medios para reparar (TMPM)

Este indicador mide la efectividad en restituir la unidad a las condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por falla, dentro de un periodo de tiempo determinado. El tiempo medio puesto en marcha es un parámetro de medición asociado a la mantenibilidad, es decir, a la ejecución del mantenimiento.

4.4. RECOLECCIÓN DE DATOS

Para el análisis a través de los indicadores de gestión tales como la disponibilidad, fiabilidad y otros, fue necesario una recolección exhaustiva de información, esto se hizo en base al historial de mantenimiento y fallas del equipo mixer, factores que permitieron conocer la cantidad de paradas y tiempos en los que el equipo mixer no se encuentra operativo.

El análisis económico se realizó desde el mes de enero del año 2016, hasta abril del año 2018 acumulando 20.016 horas totales a lo largo de este periodo de tiempo, también dentro de este periodo se registraron diversas paradas por mantenimientos, tanto programados como no programados los cuales se detallan a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 4 – 3 Disponibilidad equipo mixer

disponibilidad equipo mixer		
numero de paradas	motivo de cada parada	duracion cada parada aprox(HORAS)
1	mantenimiento programado	168
1	mantenimiento programado	168
1	baja recirculacion (cambio flexibles)	120
1	mantenimiento programado	168
1	baja recirculacion (limpieza flexibles)	168
1	mantenimiento programado	168
1	baja recirculacion	24
1	mantenimiento programado	168
1	baja recirculacion	336
1	baja recirculacion	72
1	mantenimiento programado	168
1	baja recirculacion	552
1	mantenimiento programado	168
1	baja recirculacion	24
1	baja recirculacion	24
1	mantenimiento programado	168

Fuente: Elaboración propia.

4.5. RESUMEN DE DATOS TABULADOS

La recolección de datos relacionados con las paradas y tiempos de mantenimiento efectuados, fueron de gran utilidad para poder cuantificar los indicadores de gestión, estos datos arrojaron las siguientes cifras relevantes que son detalladas a continuación.

Tabla 4 – 4 Resumen datos

DATO	CANTIDAD
Total horasparadas programadas	1344 horas
Total horas paradas por falla	1320 horas
Total horas paradas	2664 horas
Total horas produccion	20016 horas
N° de paradas por falla	8
N° de paradas programadas	8
N° de paradas	16

Fuente: Elaboración propia

4.6. CALCULO DE INDICADORES DE GESTIÓN

4.6.1. Índice de fiabilidad

Una vez recolectado la totalidad de datos de interés en cuanto a paradas y tiempos de mantenimiento, se procede a efectuar el análisis económico, comenzando por el indicador de fiabilidad o más conocido como el indicador de confiabilidad el cual relaciona la totalidad de horas disponibles, es decir, el tiempo de producción a lo largo del periodo analizado sin tomar en cuenta los momentos de parada por algún mantenimiento u otro, y las horas de parada por falla, que son todo el tiempo de parada por motivo de algún mantenimiento efectuado, el cual es producido por una anomalía. Se indica a continuación la manera de calcular el indicador de fiabilidad.

- Índice de fiabilidad

$$= \frac{Horas\ totaleS\ - Horas\ paradas\ \ por\ falla}{Horas\ totales}$$

$$\text{Fiabilidad} = \frac{20016 - 1320}{20016} = 0{,}93$$

Al realizar el cálculo de fiabilidad este nos da un resultado de 93%, lejano al 100% que es el ideal que todo equipo pretende alcanzar, con este análisis podemos deducir que el equipo mixer posee un 93% de confiabilidad lo que la hace una maquina medianamente fiable, producida por un elevado número de horas de mantenimientos por falla, esto revela una necesaria disminución de las horas de parada por falla, para así poder aumentar el porcentaje de fiabilidad de este indicador.

4.6.2. Índice de disponibilidad

El indicador de disponibilidad relaciona la totalidad de horas disponibles, es decir, el tiempo de producción a lo largo del periodo analizado sin tomar en cuenta los momentos de parada por algún mantenimiento u otro, y las horas de mantenimiento programado y no programado, producto de alguna anomalía. Se indica a continuación la manera de calcular el indicador de disponibilidad.

- Índice de disponibilidad

$$= \frac{Hr.totales - Hr.programadas - Hr.paradas\ por\ falla}{Hr.totales}$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{20016 - 1344 - 1320}{20016} = 0{,}86$$

Al realizar el cálculo de disponibilidad este nos da un resultado de 86%, lejano al 100% que es el ideal que todo equipo pretende alcanzar, con este análisis podemos deducir que el equipo mixer posee un 86% de disponibilidad lo que demuestra el bajo porcentaje de tiempo que el cual se encuentra realmente operativo, es producido por un elevado número de horas de mantenimientos por falla, esto revela una necesaria disminución de las horas de parada por falla, para así poder aumentar el porcentaje de disponibilidad de este indicador.

4.6.3. Índice de TMEP

El indicador de tiempos medios entre paradas relaciona la totalidad de horas disponibles, es decir, el tiempo de producción a lo largo del periodo analizado sin tomar

en cuenta los momentos de parada por algún mantenimiento u otro, y la totalidad de número de paradas, producida por mantenimientos tanto programados como no programados. Se indica a continuación la manera de calcular el indicador de tiempos medios entre paradas.

$$\text{TMEP} = \frac{Horas\ totales}{N°de\ paradas}$$

$$\text{TMEP} = \frac{20016}{16} = 1251$$

Al realizar el cálculo de tiempos medios entre paradas, este nos da un resultado de 1251 horas, esta cantidad de horas indica una frecuencia excesiva entre cada parada, es decir, el tiempo que transcurre entre cada detención por mantenimiento es muy cercano, lo que demuestra la necesidad de disminuir la cantidad de paradas, para así poder alargar los tiempos entre cada detención.

4.6.4. Índice de TMPM

El indicador de tiempos medios hasta puesta en marcha relaciona los tiempos de mantenimientos programados como no programados, y la totalidad de número de paradas. Se indica a continuación la manera de calcular el indicador de tiempos medios hasta puesta en marcha.

- TMPM

$$= \frac{Hr\ programadas + Hr\ paradas\ \ por\ falla}{N°\ de\ paradas}$$

$$\text{TMPM} = \frac{1344+1320}{16} = 166{,}5$$

Al realizar el cálculo de tiempos medios hasta puesta en marcha, este nos da un resultado de 166,5 horas, esta cantidad de horas indica una frecuencia excesiva entre

puestas en marcha, es decir, el tiempo promedio que transcurre hasta que vuelve a ponerse en funcionamiento el equipo tras detenciones por mantenimiento es muy cercano, lo que demuestra la necesidad de disminuir la cantidad de paradas y tiempos de mantenimiento, para así poder alargar los tiempos entre cada puesta en marcha.

4.6.5. Índice de productividad

Para poder medir la productividad del equipo mixer se recopilaron una serie de datos referentes a tiempos de producción y pérdidas relacionadas con la recirculación del líquido de recubrimiento (policap), impulsado por la bomba de recirculación, este estudio nos entregó los siguientes datos:

Tabla 4 – 5 Índice productividad equipo mixer

DATO	CANTIDAD
Tiempo disponible produccion	20016 horas
tiempo real de produccion	17352 horas
recirculacion producuida	100kg/hora
recirculacion planificada	4000kg/hora

Fuente: Elaboración propia

4.6.5.1. Calculo índice de productividad

El indicador de productividad relaciona la totalidad de horas disponibles, es decir, el tiempo de producción a lo largo del periodo analizado sin tomar en cuenta los momentos de parada por algún mantenimiento u otro y las horas reales de producción descontando los mantenimientos efectuados, con la cantidad deseada de recirculación y que realmente recircula la bomba de recirculación.

$$= \frac{T\ real}{Tdisponible} X \frac{recirc.producida}{recirc.planificada}$$

$$\text{Productividad} = \frac{17352}{20016} X \frac{100}{4000} = 0{,}21$$

Al realizar el cálculo productividad, este da como resultado un 21% muy lejano al 100%, lo que indica un muy bajo nivel de producción debido a la falla de obstrucción por solidificación de la línea de recirculación, es evidente la urgencia de una pronta solución a este problema, para así poder elevar el porcentaje de productividad.

4.6.5.2. Productividad Total de la empresa

La planta Ewos. Coronel según datos proporcionados por ellos mismos, el año 2018 genero una productividad anual de 430.000 Toneladas de alimento, cabe decir que la planta posee siete líneas de producción lo que se traduce en 61.428 Toneladas anuales por cada una de estas líneas aproximadamente, es decir, en una hora cada línea produce 3 Toneladas de alimento aproximadamente. Los datos recolectados anteriormente dicen que de un total de 20.016 horas solo 17.352 horas son producidas actualmente, por lo tanto, 2.664 horas no son productivas, esto quiere decir que 7.992 Toneladas se dejaron de producir a lo largo del tiempo estudiado debido a las reiteradas detenciones por el mal funcionamiento del equipo.

Tabla 4 – 6 No producción planta Ewos

DATO	CANTIDAD
PRODUCCION ANUAL TOTAL	430.000 Ton
N° LINEAS DE PRODUCCION	7
PRODUCCION ANUAL POR LINEA	61.428 Ton
PRODUCCION POR HORA POR LINEA	3 Ton
TIEMPO DISPONIBLE PRODUCCION	20.016 Hr
TIEMPO REAL PRODUCCION	17.352 Hr
TIEMPO IMPRODUCTIVO	2.664 Hr
TOTAL IMPRODUCTIVO	7.992 Ton

Fuente: Elaboración propia

4.6.6. Resumen de indicadores de gestión

Podemos concluir que todos los indicadores calculados anteriormente no son cifras positivas, son reflejo de la necesidad de una pronta solución, para así poder asegurar un correcto funcionamiento dentro de los parámetros deseados.

Tabla 4 – 7 Resumen indicadores de gestión

INDICADOR	CANTIDAD
DISPONIBILIDAD	86%
FIABILIDAD	93%
TMEP	1251 Hr
TMPM	166,5 Hr
PRODUCTIVIDAD (EQUIPO)	21%
IMPRODUCTIVIDAD	7992 Ton

Fuente: Elaboración propia

4.7. IMPLEMENTACIÓN DE SOLUCIÓN

Para implementar la mejora al equipo mixer fue necesario realizar una serie de acciones para poder lograr el objetivo de dar solución al problema de la solidificación del policap.

Como fue mencionado en el capítulo anterior la solución a implementar es el remplazo de la línea de recirculación de policap la cual era de cañerías, por una línea nueva de flexibles calefaccionados, para la implementación de estos flexibles es necesaria una modificación del área de trabajo, esta no es invasiva debido a que el equipo mixer ya contaba con energía cercana para el funcionamiento de estos flexibles, también es necesario la intervención de personal externo a la empresa para la correcta instalación de las mangueras calefaccionadas.

4.8. INVERSIÓN

Además de la compra de las mangueras calefaccionadas es necesario invertir en elementos electrónicos, cuya función es controlar el funcionamiento de estas mangueras, con el fin de mantener la temperatura deseada, también para la instalación de dichas mangueras se requiere de personal calificado, el cual será parte de la inversión.

4.8.1. Mangueras calefaccionadas

La inversión principal de este proyecto es la compra de mangueras calefaccionadas, estas serán importadas desde el extranjero, debido a que no existe una

empresa dedicada a la confección de estas mangueras a nivel nacional, la cual pueda proveernos de estos elementos.

Esta inversión asciende a la suma de $722.997 por cada una de las mangueras. Por su accesible valor comercial y su difícil obtención en caso de cualquier eventualidad que se pueda producir en cuanto al funcionamiento de esta manguera, se realizara una inversión de 4 unidades de las cuales solo una será utilizada y las demás serán para repuesto.

4.8.1.1. Características técnicas manguera

La manguera calefaccionada encargada de mantener una temperatura deseada en el tramo de recirculación debe contar con las siguientes características:

Tabla 4 – 8 Características técnicas manguera calefaccionada

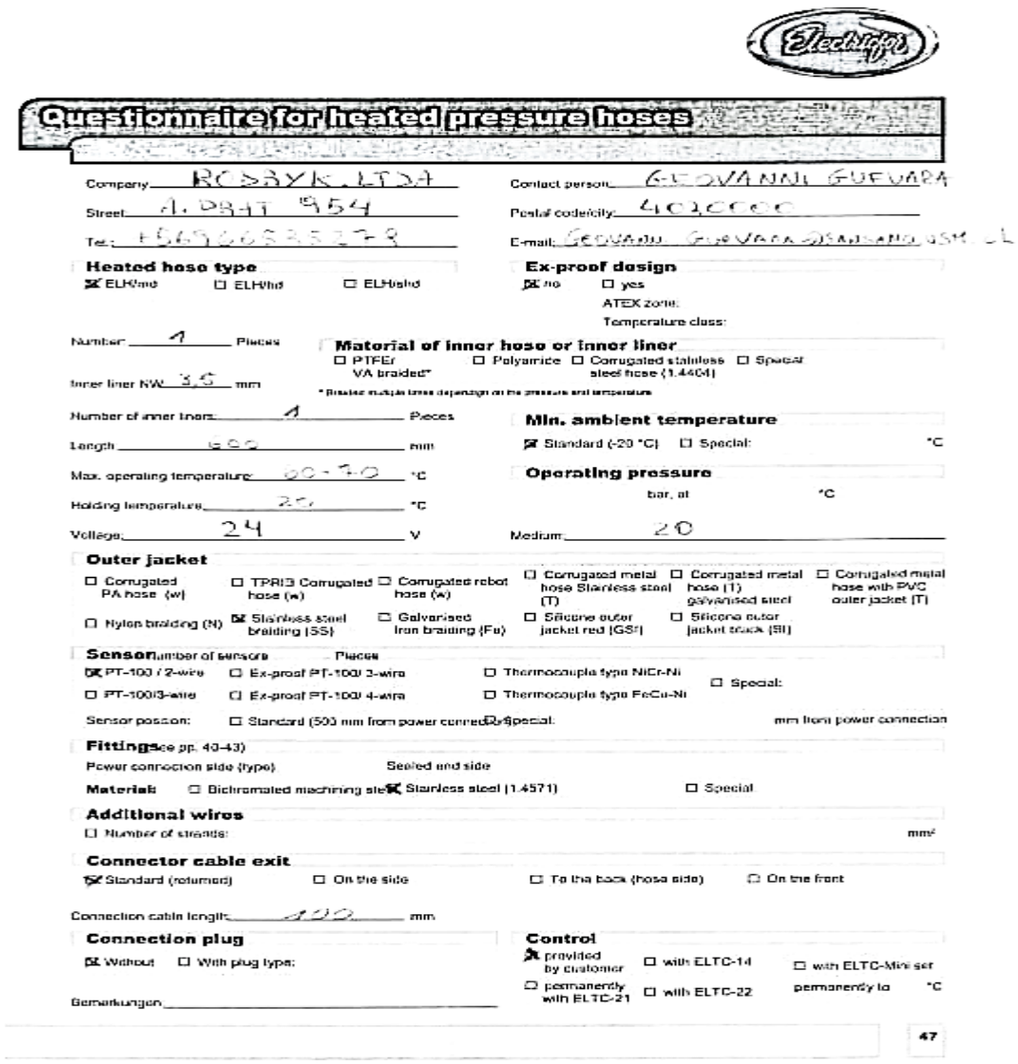
Longitud	600 milímetros
Diámetro	101,6 milímetros
Temperatura	60 a 70 °C
Espesor	3.5 milímetros
voltaje	24 Volts
Presión	20 bar

Fuente: Elaboración propia

El tramo de recirculación donde se produce la solidificación del policap tiene un largo de seis metros, además para mantener un flujo constante de 4000 kg/hora, la manguera contara con diámetro de dos pulgadas y soportara una presión entre 10 a 20 bar, además su capa interior será de politetrafluoroetileno más conocido como teflón para evitar todo tipo de contaminación con la sustancia que deseamos transportar, tendrá un espesor de 3.5 milímetros y una protección exterior provista de un trenzado de acero inoxidable, para poder regular una temperatura que fluctué entre los 60 a 70 grados Celsius esta manguera dispondrá de dos cables alojados internamente a lo largo de la manguera, estos se conectaran con un sensor PT – 100 encargado de entregar la temperatura necesaria al fluido, este circuito eléctrico trabajara con un voltaje de 24 volts, con este voltaje se logra un trabajo seguro sin riesgo de descargas eléctricas al personal cercano ante cualquier eventualidad, las conexiones de salida de estas mangueras serán a través de fittings de acero inoxidable, libres de contaminación, por ser un elemento de uso alimenticio.

4.8.1.2. Cotización manguera calefaccionada

Esta manguera con todas estas características técnicas fue cotizada a la empresa ELECTRICFOR empresa española encargada de dar soluciones electro térmicas a las distintas necesidades de la industria, esta cotización se realizó de manera online contactando vía email con encargados de venta de la empresa, los cuales nos entregaron el siguiente formulario de cotización.



Questionnaire for heated pressure hoses

Company: ROSBYK LTDA — Contact person: GIOVANNI GUEVARA
Street: A. DBAT 954 — Postal code/city: 4020000
Tel.: +56962532278 — E-mail: GIOVANNI.GUEVARA@SANANDLOSM.CL

Heated hose type
☒ ELH/mid ☐ ELH/hid ☐ ELH/sild

Ex-proof design
☒ no ☐ yes
ATEX zone:
Temperature class:

Number: 1 Pieces

Material of inner hose or inner liner
☐ PTFEr VA braided* ☐ Polyamide ☐ Corrugated stainless steel hose (1.4404) ☐ Special
* Breaks multiple times depending on the pressure and temperature

Inner liner NW: 3,5 mm

Number of inner liners: 1 Pieces

Min. ambient temperature
☒ Standard (-20 °C) ☐ Special: °C

Length: 600 mm

Max. operating temperature: 60-70 °C

Operating pressure
bar, at °C

Holding temperature: 25 °C

Voltage: 24 V

Medium: 20

Outer jacket
☐ Corrugated PA hose (w) ☐ TPR/3 Corrugated hose (w) ☐ Corrugated rebot hose (w) ☐ Corrugated metal hose Stainless steel (T) ☐ Corrugated metal hose (T) galvanised steel ☐ Corrugated metal hose with PVC outer jacket (T)
☐ Nylon braiding (N) ☒ Stainless steel braiding (SS) ☐ Galvanised iron braiding (Fe) ☐ Silicone outer jacket red (GS) ☐ Silicone outer jacket black (SI)

Sensor Number of sensors: Pieces
☒ PT-100 / 2-wire ☐ Ex-proof PT-100/ 3-wire ☐ Thermocouple type NiCr-Ni ☐ Special:
☐ PT-100/3-wire ☐ Ex-proof PT-100/ 4-wire ☐ Thermocouple type FeCu-Ni
Sensor position: ☐ Standard (500 mm from power connection) ☐ Special: mm from power connection

Fittings (see pp. 40-43)
Power connection side (type): Sealed end side
Material: ☐ Bichromated machining steel ☒ Stainless steel (1.4571) ☐ Special

Additional wires
☐ Number of strands: mm²

Connector cable exit
☒ Standard (returned) ☐ On the side ☐ To the back (hose side) ☐ On the front

Connection cable length: 200 mm

Connection plug
☒ Without ☐ With plug type:

Control
☒ provided by customer ☐ with ELTC-14 ☐ with ELTC-Mini ser
☐ permanently with ELTC-21 ☐ with ELTC-22 permanently to °C

Bemerkungen:

47

Figura 4 – 11 Cotización manguera
Fuente: Ventas Electrifor

La manguera cotizada a través de esta ficha técnica tiene un valor de 951.09 euros, es decir $722.997 pesos chilenos, la cual es entregada en un plazo de 21 días hábiles, además de contar con una garantía en caso de cualquier falla de 2 años.

4.8.2. Insumos complementarios

Con el fin de asegurar un correcto funcionamiento del elemento calefactor, es necesario la utilización de diversos elementos, si bien la manguera es la encargada de calefaccionar el fluido circulante, son otros elementos los encargados de controlar y hacer funcionar el calefactor, entre ellos se encuentra un transformador de corriente, ya que la manguera trabaja con una corriente de 24 V, y la entregada por el sistema es de 220 V, también se necesita un controlador digital para poder monitorear y controlar la temperatura de trabajo de la manguera. Debido a que la instalación de esta manguera se trata de una modificación de la maquina mixer, resulta necesario realizar un cableado eléctrico para poder energizar a la manguera, el cual no es del todo invasivo, puesto que el espacio físico donde se encuentra inmerso ya cuenta con energización cercana. Este conjunto de elementos citados anteriormente, fueron cotizados a nivel nacional a diferencia de la manguera la cual fue cotizada al extranjero, debido a que son elementos de fácil obtención y ampliamente utilizados en la industria, esta cotización es efectuada en la empresa RHONA dedicada a la venta de productos eléctricos, la cual cuenta con una amplia variedad de artículos con distintos precios y calidad.

- Transformador de corriente 220 V a 24 V

Figura 4 – 12 Transformador corriente
Fuente: Ventas Rhona

Este transformador, tal cual lo dice su nombre es el encargado de transformar el alto voltaje de 220 V a uno bajo de 24 V, con el fin de ser utilizado por la manguera calefactora. Este producto tiene valor de $ 28.629 IVA incluido.

- Controlador digital

Figura 4 – 13 Controlador digital
Fuente: Ventas Rhona

Este controlador es el encargado de establecer el rango de temperatura de trabajo deseado en este caso entre 60 a 70 °C temperatura necesaria para el correcto flujo del policap. Este producto tiene un valor de $ 103.143 IVA incluido.

- Insumos varios

Figura 4 – 14 Contactor eléctrico
Fuente: Ventas Rhona

Figura 4 – 15 Terminal eléctrico
Fuente: Ventas Rhona

Figura 4 – 16 Cables eléctricos
Fuente: Ventas Rhona

Figura 4 – 17 Terminales de cables
Fuente: Ventas Rhona

Para la instalación eléctrica de la manguera calefaccionada es necesario la inversión de estos elementos eléctricos, entre ellos; cables varios, conectores eléctricos, relés y contactor eléctrico. Estos elementos en conjunto tienen un valor de $ 53.194 IVA incluido.

4.8.3. Mano de obra

Para instalar correctamente el elemento calefactor es indispensable contar con personal altamente calificado para la ejecución de esta tarea, es por esto que es necesaria la contratación de una empresa externa, debido a que el personal de mantenimiento no cuenta con los conocimientos técnicos para poder llevar a cabo un trabajo de estas características. La empresa Industrias "Famure" dedicada a la reparación e instalación de aire acondicionado y calefacción automotriz, surge como una alternativa para ser la encargada de la instalación de la manguera calefaccionada, esta empresa cuenta con personal calificado con experiencia en el rubro de calefacción y automatización.

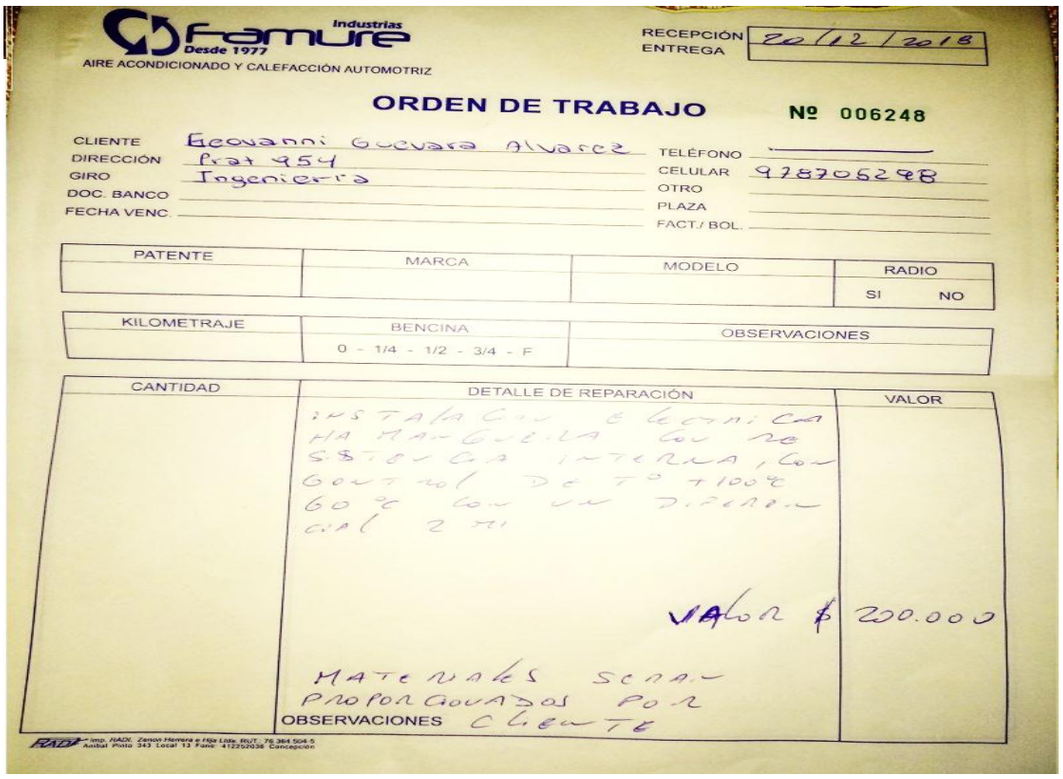

Industrias Famure Desde 1977
AIRE ACONDICIONADO Y CALEFACCIÓN AUTOMOTRIZ
RECEPCIÓN / ENTREGA 20/12/2018
ORDEN DE TRABAJO Nº 006248
CLIENTE Giovanni Guevara Alvarez
DIRECCIÓN Prat 954
GIRO Ingeniería
DOC. BANCO
FECHA VENC
TELÉFONO
CELULAR 978706298
OTRO
PLAZA
FACT./ BOL.
PATENTE | MARCA | MODELO | RADIO SI NO
KILOMETRAJE | BENCINA 0 - 1/4 - 1/2 - 3/4 - F | OBSERVACIONES
CANTIDAD | DETALLE DE REPARACIÓN | VALOR
INSTALACIÓN ELÉCTRICA HA MANGUERA CON RESISTENCIA INTERNA, CON CONTROL DE T° +100°C 60°C CON UN DIÁMETRO CAL 2 PL
VALOR $ 200.000
MATERIALES SERÁN PROPORCIONADOS POR CLIENTE
OBSERVACIONES

Figura 4 – 18 Cotización mano de obra
Fuente: Industrias Famure

El trabajo solicitado a Industrias Famure se trata de la instalación de una manguera de seis metros de largo con un diámetro de dos pulgadas, con una resistencia interna encargada de mantener una temperatura deseada, lo que se pide es conectar la manguera físicamente a través de sus fittings, también energizar eléctricamente a esta manguera que trabaja con un voltaje de 24V, por lo que es necesario la instalación de un transformador de corriente, además de un controlador de temperatura para mantener automatizada la línea de recirculación. Por este trabajo Industrias Famure nos entregó un

presupuesto de $200.000 solo por concepto de mano de obra, ya que los insumos y materiales se los proporcionaremos.

4.9. RESUMEN INVERSIÓN

La inversión necesaria para poder llevar a cabo este proyecto se divide en tres partes, la inversión propiamente tal del elemento calefactor, en esta ocasión se decide realizar una inversión de cuatro mangueras calefaccionadas, debido a su exequible valor y su difícil obtención en caso de cualquier eventualidad, parte también de esta inversión son los materiales necesarios para el funcionamiento de la manguera y la mano de obra necesaria para la instalación del proyecto.

Tabla 4 – 9 Resumen inversión

Inversión	Costo
EQUIPO CALEFACCIONADO	2.891.000
INSUMOS VARIOS	184.966
MANO DE OBRA	200.000
TOTAL	3.275.966

Fuente: Elaboración propia

4.10. AMORTIZACIÓN DE LA INVERSIÓN

La inversión anteriormente estimada será financiada de acuerdo con las políticas de la empresa, las cuales establecen que todo proyecto interno de mejora o gasto relacionado con este tipo de actividad será realizado a través de préstamos solicitados a entidades financieras. Los préstamos son cancelados mensualmente en montos calculados dependiendo de la inversión. En el caso puntual de la inversión de mejora al equipo mixer, será calculado en un tiempo estimado de un año, es decir el proyecto se pagará en doce cuotas mensuales iguales, con un interés impuesto por los bancos de un diez por ciento anual. Con efecto de estimar la recuperación de la inversión a través del tiempo, es que se realiza una amortización de la deuda, la cual se detalla a continuación.

Tabla 4 – 10 Amortización inversión

meses	inversion	amortizacion	interes	cuota mensual	saldo final
1	$ 3.275.966	$ 261.338	$ 25.880	$ 287.218	$ 3.014.628
2	$ 3.014.628	$ 263.402	$ 23.816	$ 287.218	$ 2.751.226
3	$ 2.751.226	$ 265.483	$ 21.735	$ 287.218	$ 2.485.743
4	$ 2.485.743	$ 267.580	$ 19.637	$ 287.218	$ 2.218.163
5	$ 2.218.163	$ 269.694	$ 17.523	$ 287.218	$ 1.948.468
6	$ 1.948.468	$ 271.825	$ 15.393	$ 287.218	$ 1.676.643
7	$ 1.676.643	$ 273.972	$ 13.245	$ 287.218	$ 1.402.671
8	$ 1.402.671	$ 276.137	$ 11.081	$ 287.218	$ 1.126.535
9	$ 1.126.535	$ 278.318	$ 8.900	$ 287.218	$ 848.216
10	$ 848.216	$ 280.517	$ 6.701	$ 287.218	$ 567.699
11	$ 567.699	$ 282.733	$ 4.485	$ 287.218	$ 284.967
12	$ 284.967	$ 284.967	$ 2.251	$ 287.218	-$ 0

Fuente: Elaboración propia

4.10.1. Resumen tabla

El cálculo de amortización efectuado nos indica que mensualmente deberán efectuarse pagos de $ 287.218 para poder cancelar la totalidad del préstamo dentro de un periodo de un año, tiempo estimado en el cual será recuperada la inversión debido al aumento significativo de la productividad y disponibilidad del equipo, además para una empresa líder en el sector alimentario acuícola como lo es EWOS, cuyos ingresos trimestrales son de $948.000 millones, según el reporte fiscal emitido por Cargill al final del trimestre del año 2018, por ende resulta una cifra más que posible de solventar, puesto que lo que se gana con esta inversión es mucho más de lo invertido en el proyecto de mejora.

4.11. VENTAJAS INVERSIÓN

Al realizar una inversión para dar solución al problema de la solidificación de policap obtendremos múltiples beneficios, entre ellos mejorar los resultados de los índices económicos como, por ejemplo:

- Aumento de la disponibilidad

Al eliminar la falla producida por la solidificación, disminuirán automáticamente los tiempos de mantenimiento no programados relacionados con fallas, esto refleja un

aumento en la disponibilidad del equipo puesto que esas horas que anteriormente eran mal gastadas, se transforman en horas de producción.

- Aumento de la confiabilidad

Al realizar una inversión disminuirá automáticamente la probabilidad de que exista una falla lo que se refleja directamente en un aumento de la confiabilidad del equipo, al esperar que este cumpla con la misión en los tiempos deseados.

- Maximización de la producción

Al realizar la inversión aumentaran los índices de disponibilidad y confiabilidad del equipo, debido a la eliminación de falla y disminución de que ocurra alguna, esto se refleja automáticamente en la producción, mejorando considerablemente lo que se espera del equipo.

- Reducción de tiempos de mantenimiento

Al realizar la inversión elimina de raíz la falla de solidificación del policap, lo que producía reiteradas detenciones del equipo por efecto de mantenimientos, estos mantenimientos son reducidos, ya que al no existir dichas fallas ya no son necesarios de efectuar.

CONCLUSION

La realización de este proyecto significa para la empresa EWOS una excelente alternativa para dar solución al problema que se presenta, siendo esta mejora la más rápida y factible de realizar, en comparación con las demás propuestas, recalcando la importancia de la disponibilidad de los equipos, el tiempo es elemento clave en la decisión de llevar a cabo este proyecto, las pérdidas por in productividad son millonarias para la empresa al encontrarse detenido cualquier equipo crítico del proceso de producción, siendo la inversión un monto insignificante teniendo en cuenta los beneficios que conllevan la puesta en marcha de esta mejora, es por esto que el proyecto de mejora al equipo mixer utilizado en el proceso de inyección de policap, es la solución al problema de la solidificación de la mezcla de policap, por ser un proyecto económico, poco invasivo y simple de realizar.

ANEXOS

- **FLUJO DE PROCESO PRODUCTIVO**
  - **Material_apoyo\FLUJO PROCESO PRODUCTIVO.pdf**

- **PLANO PLANTA EWOS**
  - **MATERIAL_APOYO\PLANO PLANTA EWOS.PDF**

BIBLIOGRAFÍA

- www.cargill.com/feed
- www.electricfor.com
- www.aquafeed.co
- www.ewos.com
- www.web.archive.com
- www.pescuadron.cl
- Manual de mantenimiento ingeniería, gestión y organización
  Autor: Pistarelli Alejandro J.