

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01- 27

OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS PRODUCTIVOS EN EL ZARZAL S.A

Presentado por:

EDWIN DAVID PALACIO BARRIOS

Programa:

Ingeniería Mecatrónica

Dirigido por:

Orlando Zapata Cortés

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

FACULTAD DE INGENIERÍA

MEDELLÍN

2018

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RESUMEN

Este trabajo se desarrolló en el marco de las prácticas profesionales para optar por el título de Ingeniero Mecatrónico, las cuales fueron realizadas en la empresa El Zarzal S.A, ubicada en la vereda la Unión en el municipio de bello. El Zarzal es una compañía que está en el sector industrial de derivados lácteos con los más altos estándares de calidad en cada uno de sus productos.

En la planta El Zarzal existen diversos factores y sucesos que generan derramamiento de producto y pérdidas de tiempo de producción, así como altos índices de mantenimientos correctivos en medio de producción que generan retrasos en la entrega de pedidos diarios.

PALABRAS CLAVE: rodamientos, control de nivel, mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo, eficiencia, OEE, producción.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RECONOCIMIENTOS

En primer lugar, agradecerle a mi familia, especialmente a mis padres y hermanos por apoyarme en todo mi proceso formativo, a mis compañeros de programa: Stiven Jaramillo y Alejandro Muñoz. A los docentes Weimar Moreno y Elkin Henao por su apoyo y buenos consejos. A la empresa El Zarzal por brindarme la oportunidad de realizar mis prácticas profesionales y forjar mis habilidades profesionales y sociales. A mi pareja Sara Balvin por ayudarme con la redacción del presente informe. En general a todas las personas que contribuyeron a mi crecimiento personal y profesional durante todo mi proceso formativo.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ACRÓNIMOS

MC Mantenimiento Correctivo

MP Mantenimiento Preventivo

OEE Eficiencia Global Operativa

RB Rodamientos de Bola

ME Máquina de empaque

FV Fechador VideoJet

CNC Control de Nivel Conductivo

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	6
1.1. OBJETIVO GENERAL	6
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
2. MARCO TEÓRICO	8
3. METODOLOGÍA	13
3.1. CAPÍTULO 1: CONTROL DE NIVEL POR ELECTRODOS	13
3.2. CAPÍTULO 2: MODIFICACIONES A LA MÁQUINA MULTIEMPAQUES	17
3.2.1. BANDAS TRANSPORTADORAS	20
3.2.2. BANDA EVACUADORA	23
3.2.3. SELLADO	25
3.3. CAPÍTULO 3: VIDEOJET	28
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	34
APÉNDICE	37

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1. INTRODUCCIÓN

El Zarzal S.A es una empresa dedicada a la producción y comercialización de derivados lácteos. Se realiza una estricta selección de proveedores de leche cruda, donde se exigen ciertos parámetros establecidos por la empresa, para el cumplimiento de la normatividad en buenas prácticas ganaderas de los hatos lecheros.

Los quesos y leches fermentadas son elaborados con insumos certificados para garantizar los más altos estándares de calidad en los productos terminados y de esta manera lograr la satisfacción y fidelización de los clientes y del consumidor final.

En el presente trabajo se mostrará cómo se abordaron estos temas y cómo, trabajando en conjunto con el jefe de mantenimiento, se otorgó las mejores soluciones a los problemas críticos mecánicos encontrados en la planta de producción, siendo estas económicas y eficaces, solucionando los problemas de manera inmediata con una mejora sustancial en el funcionamiento de las máquinas y sus procesos.

1.1. OBJETIVO GENERAL

Mejorar la productividad, eficiencia y rendimiento de la máquina TME multiempaques y automatizar el sistema de control de nivel de los silos de almacenamiento de leche cruda.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reducir los frecuentes mantenimiento correctivos.
- Adaptar un sistema automático de control de nivel para silos de almacenamiento de leche cruda.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Establecer mejoras (reparar, modificar y diseñar partes nuevas) para la máquina TME Multiempaques.
- Cotizar la actualización de las máquinas fechadoras Videojet.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2. MARCO TEÓRICO

Dado que el presente trabajo está fundamentado en las mejoras a los procesos productivos de la compañía El Zarzal, se debe tener en cuenta tanto infraestructura como productividad para la intervención. Por lo anterior, y en primera medida se habla de algunos procedimientos esenciales para la verificación del correcto funcionamiento de la planta, esto es definido como mantenimiento, existen varios tipos los cuales son:

a. Mantenimiento correctivo: Es la forma más básica de brindar mantenimiento. Es un proceso que consiste básicamente en localizar y corregir las averías o desperfectos que estén impidiendo que la máquina realice su función de manera normal (Significados.com, 2015).

A su vez se divide en:

- **Mantenimiento correctivo contingente o no planificado:** es aquel que se realiza de manera forzosa e imprevista, cuando ocurre un fallo, y que impone la necesidad de reparar el equipo antes de poder continuar haciendo uso de él.
- **Mantenimiento correctivo programado o planificado:** en este sentido, trata de prever, con base en experiencias previas, los momentos en que un equipo debe ser sometido a un proceso de mantenimiento para identificar piezas gastadas o posibles averías (Significados.com, 2015).

b. Mantenimiento preventivo: es aquel que se realiza de manera anticipado con el fin de prevenir el surgimiento de averías en los artefactos, equipos electrónicos, vehículos automotores, maquinarias pesadas, etcétera. Este mantenimiento conlleva a acciones como: ajustes, limpieza, análisis, lubricación, calibración, reparación, cambios de piezas, entre otros. El mantenimiento preventivo tiene tres vertientes, las cuales son:

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Mantenimiento programado se caracteriza por realizarse en un determinado tiempo o kilometraje, como es el caso de los carros.
- Mantenimiento predictivo se realiza a través de un seguimiento que determina el momento en que debe de realizarse la referida manutención.
- Mantenimiento de oportunidad como lo indica su nombre se realiza aprovechando los periodos en que no se utiliza el objeto. ¹

Para darle cabida al control de los procesos productivos se implementan herramientas enfocadas precisamente a este ámbito más industrial como lo es Overall Equipment Effectiveness (OEE) o en español: Eficiencia General de los Equipos, el cual Ana Cruz (2018) define como: “Poderosa métrica con la que podremos ser capaces de conocer el estado de nuestros procesos, marcarnos objetivos y poder medir los resultados de nuestras mejoras.” ²

(Cruz, 2018) define 6 momentos críticos en un proceso productivo como las “6 grandes pérdidas”. Con esto se puede entender los tres parámetros fundamentales en cualquier proceso de producción industrial: disponibilidad, rendimiento y calidad, los cuales la OEE mide en un mismo indicador teniendo así ventaja ante otras razones porcentuales. Dichas “grandes pérdida “son:

1. Averías o fallas del equipo. Estos tiempos son cuando el equipo se descompone y no está disponible cuando se necesita. Ratio - Disponibilidad/Availability.
2. Preparación y ajuste de máquinas. Ocurre cuando trabajamos para preparar el equipo para ejecutar otro tipo de producto. Ratio - Disponibilidad/Availability.
3. Pérdidas por disponibilidad. Cuando combinamos averías y pérdidas por preparación. Ratio - Rendimiento/Performance.
4. Pérdidas de rendimiento. Conocidas como detenciones menores y

¹ "Mantenimiento preventivo". (28/01/2015). En: Significados.com. Disponible en: <https://www.significados.com/mantenimiento-preventivo/>

² Cruz, A. (20/07/2018). Qué es el OEE y cómo se calcula. Gemba Academy. Recuperado de: <https://www.gembaacademy.com/blog/es/2018/07/20/que-es-el-oee-y-como-se-calcula>

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

velocidad reducida. Estas pérdidas pasan cuando el equipo se detiene de vez en cuando, o cuando tenemos que detener el equipo con el fin de producir buenas piezas. Ratio - Rendimiento/Performance.

5. Pérdidas de defectos y repetición de trabajos. Pasan cuando las máquinas producen piezas malas. Ratio - Quality/Calidad.

6. Pérdidas por puesta en marcha. Ocurre cuando las piezas están siendo ajustadas y perfeccionadas a medida que comienza la producción. Ratio - Quality/Calidad.

Para el control de nivel de leche en el silo de almacenamiento fue necesario automatizar el sistema actual. Esto se logró implementando un control de nivel conductivo ya que trabajan en la conductividad de líquidos y detectan el nivel por medio de los electrodos colocados en el mismo líquido. Estos líquidos presentes en el electrodo y la superficie de metal del tanque activan el funcionamiento del circuito electrónico presente en la unidad de control y la consiguiente conmutación del relé de salida (AECO, 2018).

Para ello fue necesario tener en cuenta la espuma que generaba la leche al ingresar al Silo debido a que esta espuma podía crear una falsa señal de activación al tocar los electrodos y detener, así, la motobomba. De esta manera se dejaría de usar un espacio de almacenamiento y la producción por ende se mermaría.

Para evitar que la espuma generara una falsa señal se optó por comprar un sensor de nivel por electrodos con sensibilidad ajustable denominado control de nivel conductivo, que se activa únicamente en presencia de líquidos (leche). Este, además, posee “un bajo voltaje AC (5 Voltios) que se aplica entre el electrodo de tierra y un electrodo de punto de interrupción sumergida en el líquido a controlar. Si el medio conductivo toca los electrodos, una corriente alterna de algunos mA, fluye a través de los electrodos y el medio conductivo al control electrónico, la cual acciona

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

un relé de conmutación que es la interface con el sistema externo” (Altec, 2018), así básicamente es el funcionamiento de este dispositivo.

El avance de la producción industrial ha requerido optimizar y sistematizar los procesos productivos supliendo necesidades básicas como el transporte de productos, materiales, personas, indumentaria, desde tiempos remotos, para cumplir con dicha necesidad actualmente dentro de la industria se utilizan bandas transportadoras definidas como un sistema de transporte consistente en una cinta que se mueve continuamente entre dos tambores. Esta banda es arrastrada por fricción por uno de los dos tambores, que es accionado por un motor(QuimiNet, 2012)³. Se estipula su invención a principios del siglo XIX por la compañía sueca Sandvik. Existen tres tipos de bandas transportadoras: de tornillo, de suelo móvil y de rodillos.

Otra de las mejoras realizadas es la actualización de las máquinas del fechado de los productos a través de una impresora codificadora industrial por chorro de tinta Videojet® 1520 (implementada actualmente en la empresa el Zarzal). Se trata de “un codificador inkjet flexible diseñado especialmente para tareas de aplicaciones de codificación de nivel medio” este sistema se caracteriza por tener un alto rendimiento y ser uno de los más referenciados en lo que compete a modelos de impresora códigos de barras para la producción en la industria. ⁴

Un rodamiento de bolas es un tipo de cojinete con elementos rodantes que cumple tres funciones principales, además de facilitar el movimiento: resiste cargas, reduce la fricción y permite el posicionamiento de las partes móviles de la máquina. Estos elementos son esenciales para máquinas con movimientos rotativos, dando mejor eficacia al funcionamiento de las mismas,

³ Las bandas transportadoras y su uso en la industria. (23/11/2012). QuimiNet. Recuperado de: <https://www.quiminet.com/articulos/las-bandas-transportadoras-y-su-uso-en-la-industria-3346215.htm>

⁴ José Alberto Navarro Videojet Technologies, S.L.
P.I. Valportillo, C/ Valgrande, 8
Edificio Thanworth II, Nave B1A, 28108 Alcobendas (Madrid)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

siendo usados en diversas aplicaciones como ruedas de automóviles, motores, turbinas o equipos médicos. (GGB, 2018).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3. METODOLOGÍA

3.1. CAPÍTULO 1: CONTROL DE NIVEL POR ELECTRODOS

Zona de recibo de leche:

Problemática: La planta de derivados lácteos El zarzal S.A cuenta con tres silos de almacenamiento de leche cruda, el primero de 12.000 litros, el segundo de 22.000 litros y el tercero de 42.000 litros. Por medio de carrotanques que recorren las fincas aledañas a la planta en busca de leche, ésta llega a la planta a ser inicialmente almacenada en estos silos.

El silo 3 de almacenamiento no cuenta con ningún tipo de control de nivel y esto generaba que constantemente se rebozara y se desperdiciara materia prima esencial para cada proceso productivo dentro de la planta (ver problemática en figuras 1 y 2).



Figura 1: Derramamiento de leche cruda del silo 3 (autoría propia).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 2: Derrame de leche cruda del silo 3 (autoría propia).

1. **Condiciones actuales del proceso:** El sistema de almacenamiento de leche cruda en el silo 3 actualmente no cuenta con ningún tipo de control, monitoreo o sistema además de la otorgada.
2. por los dos operarios de turno cuyas funciones, mientras se ejecuta el proceso de llenado, es estar uno en la parte superior del silo supervisando el nivel de la leche mientras el otro espera en tierra la señal que el silo se encuentra lleno y ya deben apagar la motobomba o cerrar el paso de leche por medio de una válvula manual ubicada en la parte inferior del silo. En múltiples ocasiones ha ocurrido que el operario que se encuentra en tierra se descuida o

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

cambia de tarea sin avisar a su compañero y es ahí cuando el silo se rebose y se desperdicia el producto.

3. **Sensor de nivel por electrodos:** permite detener la motobomba automáticamente cuando el silo tenga el nivel máximo (42.000 L) y active una alarma (balisa) que lo indique.

El sistema propuesto funcionaría con un relevador de 2 posiciones con tres barras en acero inoxidable con longitudes diferentes, sumergibles en 3 niveles distintos, siendo la más larga de ellas el común o nivel bajo, la segunda es normalmente cerrado o nivel medio, en la cual está conectado el motor y la más corta es normalmente abierto o nivel máximo, en la cual está conectada una alarma.

Cuando el nivel de la leche sube, toca el electrodo común, después toca el electrodo de nivel medio (la motobomba aún continúa el proceso de llenado) y después, cuando toca nivel máximo, el contacto normalmente cerrado se abre, deshabilitando el motor de la motobomba y activando la alarma para alertar al operario que el silo está lleno. A continuación un esquema de este dispositivo.

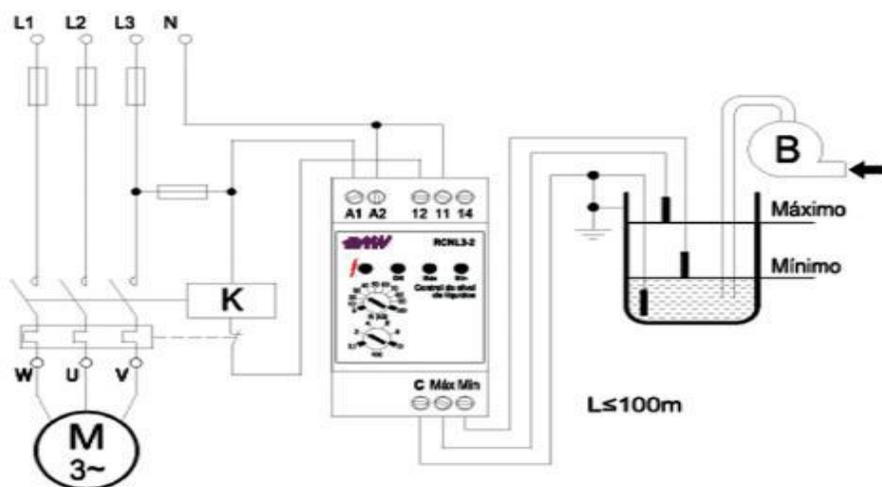


Figura 3: Esquema del sistema de nivel por electrodos (YoREPARO, 2014) (autoría propia).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4. **Ventajas:**

- Insumos y montaje de bajo costo.
- Control semiautomático a la hora del almacenamiento.
- Evita el derramamiento de leche y contaminación.
- Optimiza tiempo de labores de los operarios.
- Evita consumo excesivo de recursos naturales.
- Poco mantenimiento.
- Fácil lavado.

5. **Funcionamiento:** El sistema contará con una perilla de 3 posiciones, la cual indicará el funcionamiento de la motobomba, configurada de la siguiente manera:

- **Posición 1:** activa la motobomba para hacer el llenado de los silos 1 y 2 que cuentan con un sistema de nivel actualmente.
- **Posición 2:** neutro. La motobomba se encuentra apagada y disponible para su uso.
- **Posición 3:** activa la motobomba para el llenado del silo 3.

Nota: La posición 1 de la perilla trabaja de manera manual, es decir, cuando el sistema de nivel indique que el silo 1 o 2 (con el que se esté trabajando) está lleno, entonces el operario procede a ubicarla en la posición 2 (neutro) parando la motobomba 7.

La posición 3 (silo 3) trabaja de manera automática, es decir, por medio del control de nivel por electrodos la motobomba se apagará cuando el silo esté lleno, encendiendo una alarma alertando al operario de turno sobre el nivel del silo, debiendo el operario poner la motobomba en neutro (posición 2) y luego proseguir con sus actividades. A continuación un esquema del proceso de montaje (figura 4).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

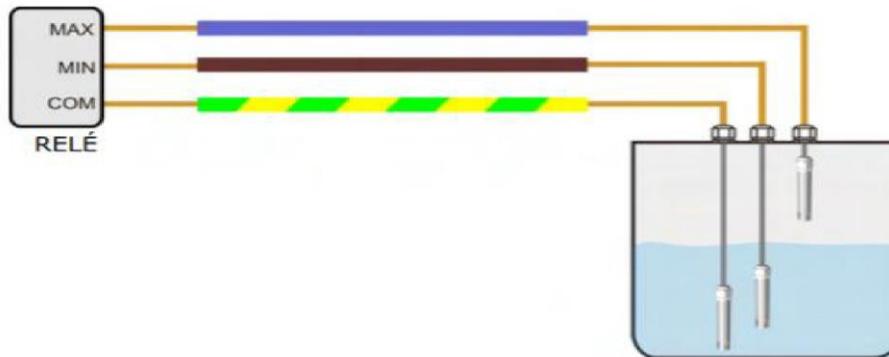


Figura 4: Esquema del montaje general del controlador y los electrodos (DISIBEINT ELECTRONIC SL, 2012).

3.2. CAPÍTULO 2: MODIFICACIONES A LA MÁQUINA MULTIEMPAQUES

i. Diagnóstico del sistema actual

El Zarzal cuenta con una máquina marca TME para el empaqueo de paquetes de 6 y 15 unidades de yogurt. Dicha máquina opera 18 horas al día en dos turnos, trabajando de 4:00 am a 10:00 pm con 14 personas en total. La máquina trabaja a una velocidad máxima de 25 paquetes/minuto. En conversaciones con el gerente de planta, se proponen algunas problemáticas las cuales deben ser resueltas de raíz, ellas son:

- Incumplimiento en programación de pedidos.
- Imposibilidad de aumentar el mercado y acaparar nuevos clientes.
- Alta mano de obra con baja productividad.
- Falta de producto.

En el análisis y diagnóstico hecho a la máquina y su funcionamiento, se evidencian desperdicios de material de empaque (figura 6), baja calidad en los productos por paquetes mal sellados (figura 5) y alta mano de obra (figura 7) a la hora de organizar y corregir los daños del día a día de la

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

máquina. Así mismo se pudo evidenciar un desperdicio de producto bastante notorio y trabajos extra por reprocesos.



Figura 5: defectos de calidad y sellamiento del material de empaque (autoría propia).



Figura 6: desperdicio de producto Yogus x6 (autoría propia).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 7: desperdicio de producto Citrus x6 (autoría propia).

Por lo anterior se visualiza que la máquina no cumple estándares adecuados de productividad, incumple en la entrega de pedidos y requiere alta mano de obra para poder operar, lo que aumenta el costo-beneficio del producto.

ii. Método de recolección de datos para intervenir el problema

Se implementó un formato de planilla para medir eficiencia global operativa de la máquina (OEE), en la cual los operarios consignaban todo lo relacionado con datos de producción y paros de máquina durante el turno (ver formato en figura 8)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Fecha:		18-Mayo-2018							
Máquina:		WHICHIPACCE							
Operario:		JESÚS RAMOS							
Día	Turno	Hora inicio	Hora final	Descripción producto	Producción (unid)	Unidades Defectuosas (unid)	OBSERVACIONES:	Tiempo de paro (min)	
18	01	4:00	4:30				Organización de la máquina	30 m	
18	01	4:30	5:15				Parada x falta de mezcla "cavero lento"	55 m	
18	01	5:15	5:50				Parada x sellado	35 m	
18	01	5:50	6:40	4066 x 15	402		Paradas x mordidos	5 m	
18	01	6:40	6:50				Cambio de rollo-receta y falta de personal.	10 m	
18	01	6:50	08:40	6 x 15	1360		Parada x desayuno	30 m	
							" x mantenimiento colectivo	1 h.	
							" x sellado y sensor	40 m	
18	01	08:40	08:50				Cambio de rollo y receta	10 m	
18	01	12:00	1:00				Cambio de turno y operario.		
							NOTAS Durante todo el turno hubo paradas x que se pega la banda Alimento.	30 m	

Figura 8: Formato usado para identificar los paros de la máquina (autoría propia).

Con este método se pudieron visualizar los siguientes inconvenientes relacionados netamente con la máquina:

3.2.1. BANDAS TRANSPORTADORAS

Constantemente las bandas transportadoras de alimentación y la banda evacuadora presentaban problemas de desalineación, destrucción parcial o total de los rodamientos que soportan mayor tensión.

Esto conllevaba a muchos problemas en el funcionamiento de la máquina, yendo desde múltiples paros de producción por fallas de los variadores de velocidad o fallas del motor al no poder hacer girar la banda debido a rodamientos reventados; cambios semanales de rodamientos, lo que conllevaba a un alto gasto mensual en insumos y tiempo del personal de mantenimiento en mantenimientos correctivos; desalineación de las bandas transportadoras, lo que hacía que

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

tuvieran un desgaste prematuro al rozar la lona con el soporte de los rodamientos (muestra de la problemática en figuras 9 y 10).



Figura 9: Rodamiento destrozado de banda alimentadora (autoría propia).

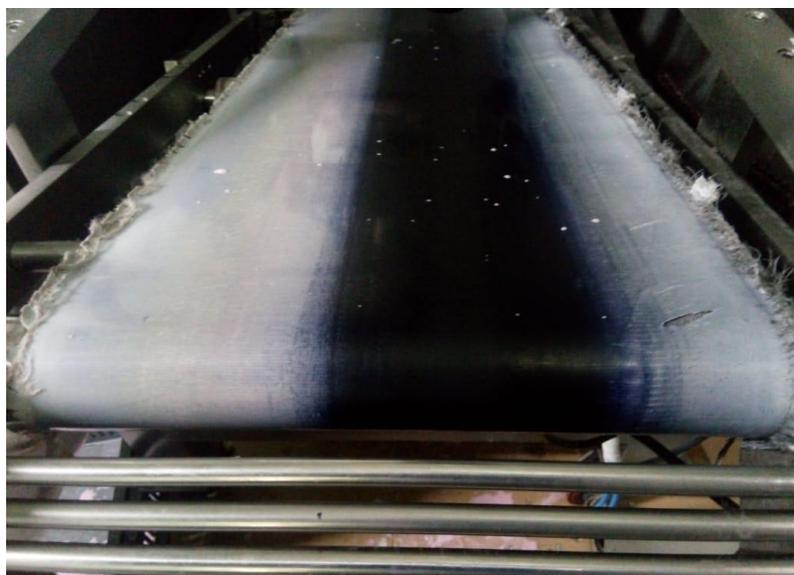


Figura 10: Lona gastada por desalineación (autoría propia).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Modificación: con la aprobación por parte del jefe de mantenimiento se optó por cambiar los rodamientos de referencia 6004 por la referencia 6204 los cuales soportan una fuerza a la tensión muy superior a la referencia actual. Esto conlleva a un nuevo diseño de los soportes de los rodamientos y al rodillo (ver figura 11).

Para el diseño de los soportes de los rodamientos se tuvo en cuenta conservar la misma distancia longitudinal, aumentar el espesor de la placa 2 mm más del espesor del rodamiento 6204 y acortar la distancia longitudinal inferior del eje.

		Rodamient o 6002	Rodamient o 6204	Unidad de medida
Dimensiones	d	15	20	mm
	D	32	47	mm
	B	9	14	mm
	d1	20,5	28,8	mm
	D2	28,2	40,59	mm
	da	17	25,6	mm
	Da	30	41,4	mm
	ra	0,3	1	mm
Capacidad de carga dinámica	C	5,85	13,5	kN
Capacidad de carga estática básica	C0	2,85	6,55	kN
Carga límite de fatiga	Pu	0,12	0,28	kN
Velocidad de referencia	-	50000	32000	r/min
Velocidad límite	-	32000	20000	r/min
Factor de cálculo	Kr	0,025	0,025	-
Factor de cálculo	f0	14	13	-

Tabla 1: Tabla comparativa de los rodamientos 6004 y 6204 (Grupo SKF, 2018).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3.2.2. BANDA EVACUADORA

La banda evacuadora de la máquina es un sistema de piñón y cadena que, a lo largo de su tiempo de funcionamiento, ha presentado con frecuencia daños en alguna de sus partes, como ejes, rodamientos o soportes. Por ende era necesario reemplazar o rectificar las piezas de la banda ocasionalmente. Esto generaba retrasos en producción, y desgaste general en la máquina.



Figura 12: daño en eje motriz de la evacuadora (autoría propia)

Enviar a rectificar el eje motriz de una banda transportadora implica que la máquina debe trabajar sin ella los días que tarde en reparación el eje y esto conlleva a que las operarias deben esforzarse más y trabajar con posturas inadecuadas para su salud e integridad física. A continuación (figura 12) muestra de manda evacuadora antigua.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

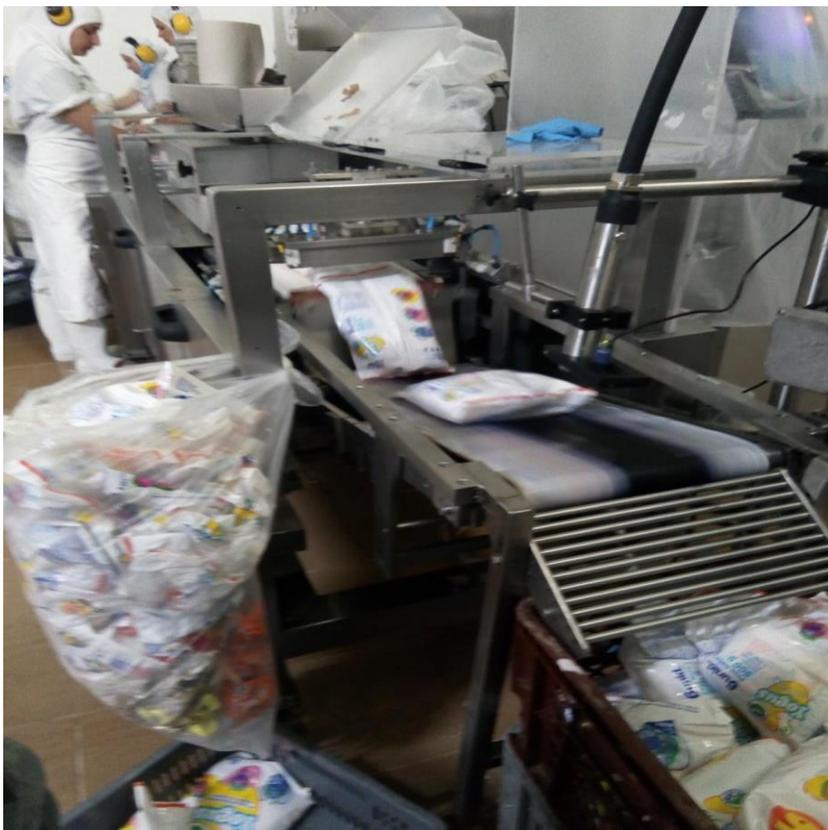


Figura 12: Banda evacuadora anterior (autoría propia).

Modificación: reemplazo de la banda evacuadora por otra más eficiente y más sencilla en su funcionamiento. Este cambio de banda evacuadora y el diseño de los nuevos elementos trajeron a la planta los siguientes beneficios.

- Evitar los problemas de sobretensión en los ejes y rodamientos.
- Evitar el mantenimiento correctivo y el cambio frecuente de rodamientos.
- Bajar gastos en insumos.
- Disminuir tiempo de operación del personal de mantenimiento.
- Aumentar el tiempo de producción y la productividad evitando paros frecuentes.
- Evitar desgaste prematuro de la lona de la banda.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

La banda adecuada para la máquina estaba en la empresa y no se le daba ningún uso, por lo que no fue necesario cotizar ni adquirir una nueva. Esta banda era usada en otra área de la empresa como una mesa en la cual ponían cajas y organizaban materiales. En la siguiente figura se muestra la máquina multiempaques con la nueva banda instalada.



Figura 13: Máquina Multiempaques con banda nueva (autoría propia).

3.2.3. SELLADO

La máquina TME multiempaques cuenta con una mordaza transversal para el sellado y corte de los paquetes. El sellado trabaja con un transformador por pulsos, teniendo dos transformadores,

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

uno para el sellado y otro para el corte. El primer transformador funciona solo para el impulso de corte, el cual es el que porciona el rollo de material de plástico impreso, separando así cada uno de los paquetes. El segundo funciona en paralelo para el sellado inferior del paquete y el sellado superior de los mismos *figura 14*).



Figura 14: sellado del paquete (autoría propia).

Gran parte de los problemas en el sellado de los paquetes eran ocasionados por el mal diseño de la unidad de sellado de la máquina y la falta de mantenimiento, limpieza y mal posicionamiento del cableado a la misma. Esto conllevaba a que las terminales se reventaran constantemente, aumentando así significativamente los paros de proceso por mantenimientos correctivos *(cableado dañado figura 14)*.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

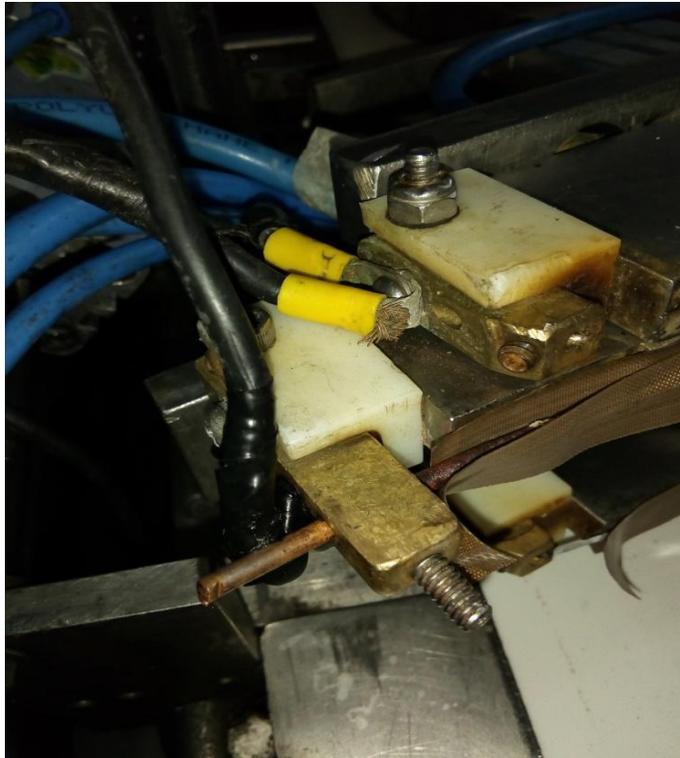


Figura 15: Terminales y cableado de mordaza horizontal (autoría propia).

Se realizó el diagnóstico de la máquina se evidenció que este sellado en paralelo presentaba muchos problemas debido a que la máquina no sellaba adecuadamente ambos lados del paquete con el mismo pulso, haciendo que sellara bien la parte superior y no la parte inferior o viceversa.

Modificación: se realizó una mejora en el funcionamiento de la unidad sellado al independizar ambos sellados del paquete. Esto se realizó poniendo un transformador independiente para el sellado superior y conservar el actual para el sellado inferior.

Se contacta con el fabricante de la máquina, la marca TME con sede principal en Medellín-Antioquia y se programó una visita para realizar el cambio del transformador y la reprogramación del PLC para agregar un nuevo parámetro de sellado.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

El día 24 de mayo del presente año se recibió la visita por parte del fabricante y ese día se realizó el montaje del transformador y se hizo cambio de todo el cableado del sistema de sellado horizontal (*evidencia en figura 16*).

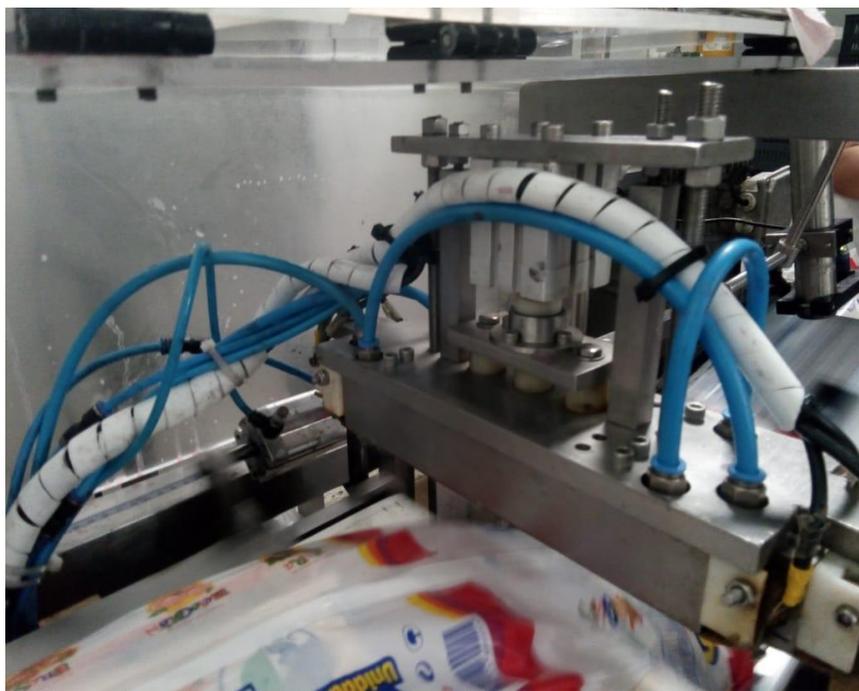


Figura 16: unidad de sellado tratada (autoría propia).

3.3. CAPÍTULO 3: VIDEOJET

Problemática: Actualmente la empresa cuenta con dos equipos VIDEOJET modelo 92 el cual presenta numerosos inconvenientes en su funcionamiento, generando paros frecuentes para mantenimiento y limpieza, retrasando la producción, creando un alto consumo de insumos como tinta y disolvente los cuales no son económicos debido a que son modelos discontinuados. Se

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

hace la cotización con la empresa MAPPER para cambiar los modelos 92 por modelos 2015, los cuales tienen mucho menos consumo de insumos y trabajan de manera más eficiente.



Figura 17: Videojet modelo 92 (autoría propia).

El proyecto se planteó como “alquiler” de equipo y mantenimiento tercerizado mensual para garantizar el correcto funcionamiento y buen estado de los equipos.

Solución:

La empresa adquiere 2 equipos VJ1530 (ver figura 18), dichos equipos se reciben en modo arriendo así:

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Precio Mensual: 275 Usd.
- Duración del Contrato: 5 Años.
- Cantidad de Equipos: 2.

Beneficios:

- Mantenimiento Preventivo durante 5 años.
- Repuestos de desgaste (No aplica para daños ocasionados en planta).
- Visita mensual de técnicos de MAPPER durante 5 años con el fin de hacer predicción de mantenimiento.

Ventajas de esta modalidad:

1. Beneficio tributario: No es un activo de la compañía, el pago se hace como servicio.
2. No hay preocupación por mantenimientos, el equipo hace parte del radar de preventivos de la empresa contratista.
3. Capacitar permanentemente al personal de planta.
4. Al final del contrato y con el fin de renovar por 5 años más, están las siguientes opciones:
 - Se entregan equipos nuevos.
 - Canon de arrendamiento actualizado quitando el valor amortizado de las máquinas, el canon quedaría mucho más bajo.

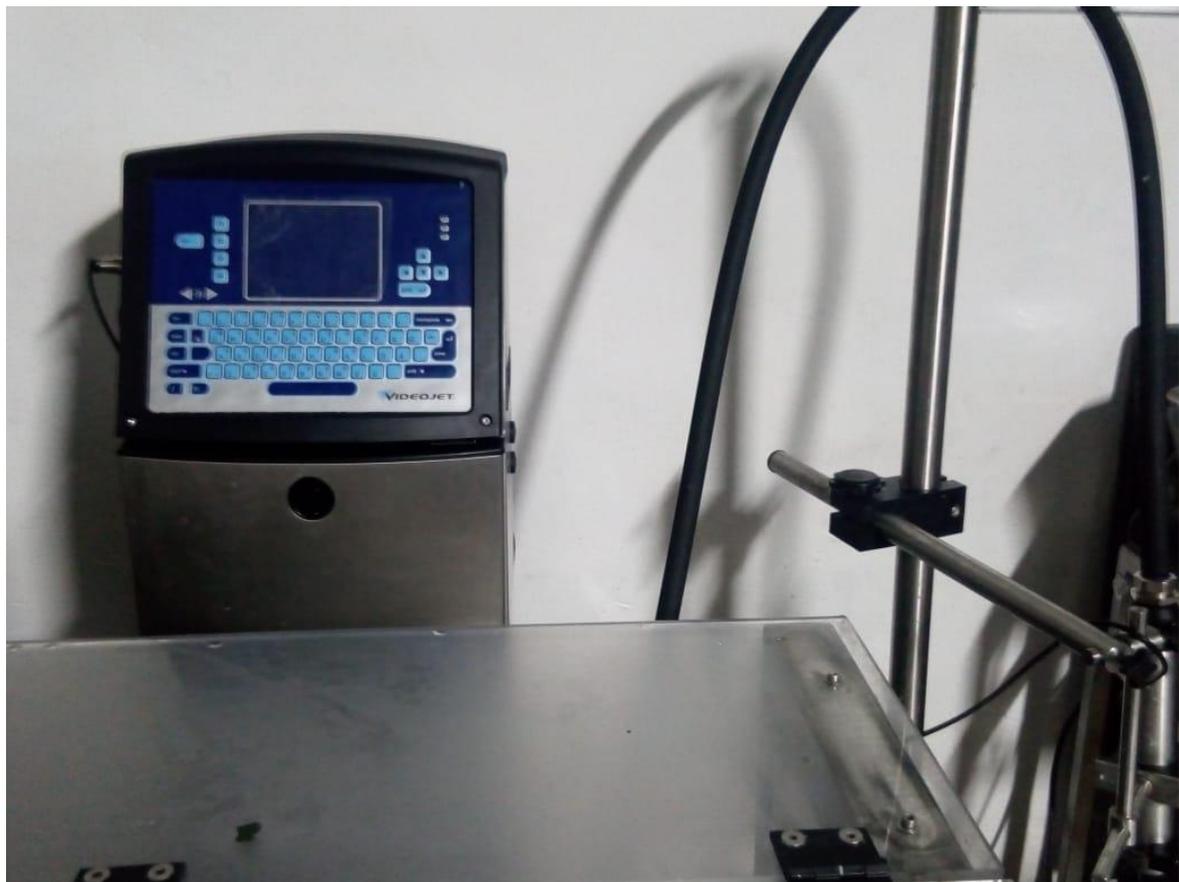


Figura 18: Videojet modelo 2015 (autoría propia).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realiza la automatización del sistema de llenado del Silo 3 cumpliendo con las necesidades de la empresa y mejorando notoriamente el proceso. Para ello fue necesario tener en cuenta la espuma que generaba la leche al ingresar al Silo debido a que esta espuma podía crear una falsa señal de activación al tocar los electrodos y detener, así, la motobomba. De esta manera se dejaría de usar un espacio de almacenamiento y la producción por ende se mermaría.

Para evitar que la espuma generara una falsa señal se optó por comprar un sensor de nivel por electrodos con sensibilidad ajustable denominado control de nivel conductivo, que se activa únicamente en presencia de líquidos (leche).

Otras de las mejoras más relevantes fueron aplicadas paulatinamente a la máquina TME multiempaques, la cual presentaba varias falencias en su estructura mecánica, lo cual generaba frecuentes mantenimientos correctivos, retrasos en la producción y por ende retrasos en la entrega de pedidos, esto demandaba más operarios de los necesarios y más tiempo invertido en cada operación, esto además ocasionó un aumento en el costo de fabricación del producto y demasiadas pérdidas de materiales e insumos al ser una de las máquinas más importantes en el proceso de empaqueo de productos.

En la máquina TME multiempaques fue necesario en primera medida hacer un estudio con el sistema OEE el cual otorgó la información necesaria para realizar adecuadamente las mejoras, comenzado por la sustitución de los rodamientos, cambio de eje y platinas de soporte la cual permitía la alineación de la banda alimentadora, lo siguiente que se realizó fue aplicar un mantenimiento correctivo a la unidad de sellado, en este se realizó un cambio de todo el cableado de la mordaza y se capacitó al personal acerca del correcto funcionamiento y el adecuado mantenimiento. Seguidamente se optó por cambiar la banda transportadora evacuadora por otra

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

con un mejor sistema de arrastre que cumplía con las necesidades de adaptación de la máquina, siendo esta de dos metros de largo y con una altura de un metro veinte centímetros. El resultado de esta implementación fue la mejora en la funcionalidad de la máquina y la correcta postura de los operarios al recibir los paquetes, cuidando así su ergonomía.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

- Con la implementación del formato OEE se logró evidenciar muchos de los inconvenientes mecánicos presentados en la máquina. De esta manera se pudo intervenir cada problema a tiempo y conseguir una estandarización y un correcto funcionamiento tanto en el equipo de trabajo operativo como en la máquina.
- Con el cambio de Banda evacuadora en la máquina TME multiempaques se logró optimizar la operación de la máquina y aumentar el rendimiento, reduciendo tiempos muertos por paradas y disminuyendo considerablemente el costo en insumos como rodamientos y lona de bandas.
- La modificación y rediseño implementados en la banda alimentadora de la máquina TME multiempaques dieron un excelente resultado, creando mejor productividad y bajando los costes de mantenimiento y los tiempos muertos por mantenimientos correctivos.
- Se logró estandarizar el sellado de los paquetes y el funcionamiento de la unidad de sellado de la máquina multiempaques después de la intervención y mantenimiento realizado por parte de la empresa TME. Gracias a esto se evidencia una mejora sustancial en el proceso y una reducción de la mano de obra requerida para el mismo. Esta unidad de sellado presentaba problemas desde hacía más de 6 meses y generaba altas pérdidas de material de empaque y producto terminado para la empresa, aumentando el trabajo y generando una alta mano de obra.
- Se analizó el problema del silo 3 y al presentar la propuesta al personal de mantenimiento se optó por usar un control de nivel por electrodos para la automatización del llenado de

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

los silos. De esta manera se evitaron los derramamientos de leche cruda y la contaminación generada.

- Gracias a la actualización de las dos máquinas fechadoras Videojet se evidencia una mejora sustancial en el ahorro de insumos y mantenimientos en estos equipos. Así mismo se mejoraron los tiempos y velocidad en los procesos productivos que requerían la disponibilidad de estas máquinas.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

REFERENCIAS

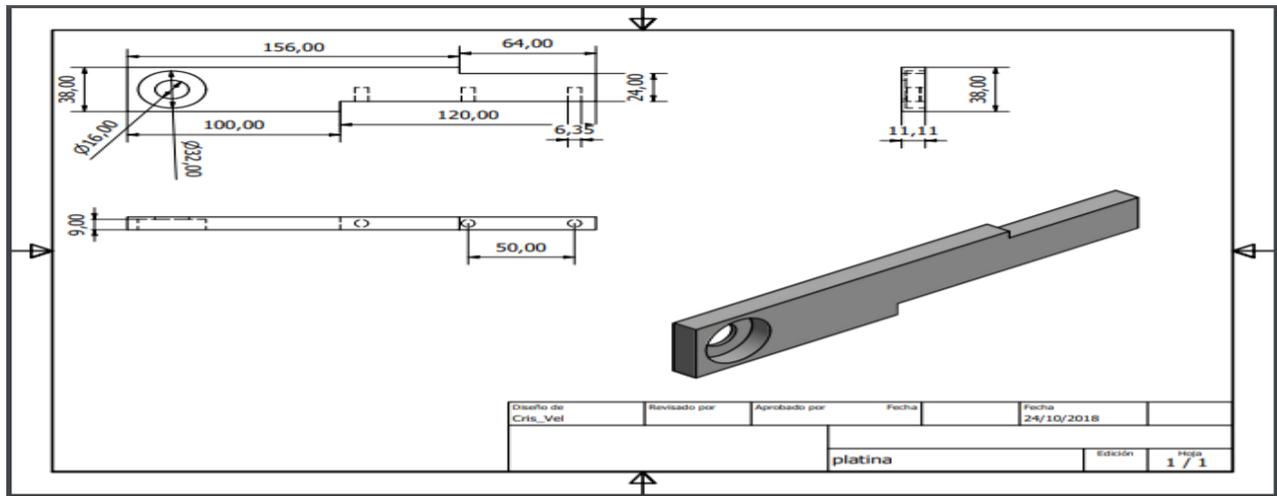
SKF. (s.f.). Rodamientos rígidos de bolas - 6002. Recuperado 4 agosto, 2018, de <http://www.skf.com/es/products/bearings-units-housings/ball-bearings/deep-groove-ball-bearings/deep-groove-ball-bearings/index.html?designation=6002>

Salguero, N. Nestor. (2014). cómo conectar electrodos de una bomba sumergible. Recuperado 23 marzo, 2018, de <https://yoreparo.com/app.php/bombas-de-agua/preguntas/1202166/como-conectar-electrodos-de-una-bomba-sumergible>

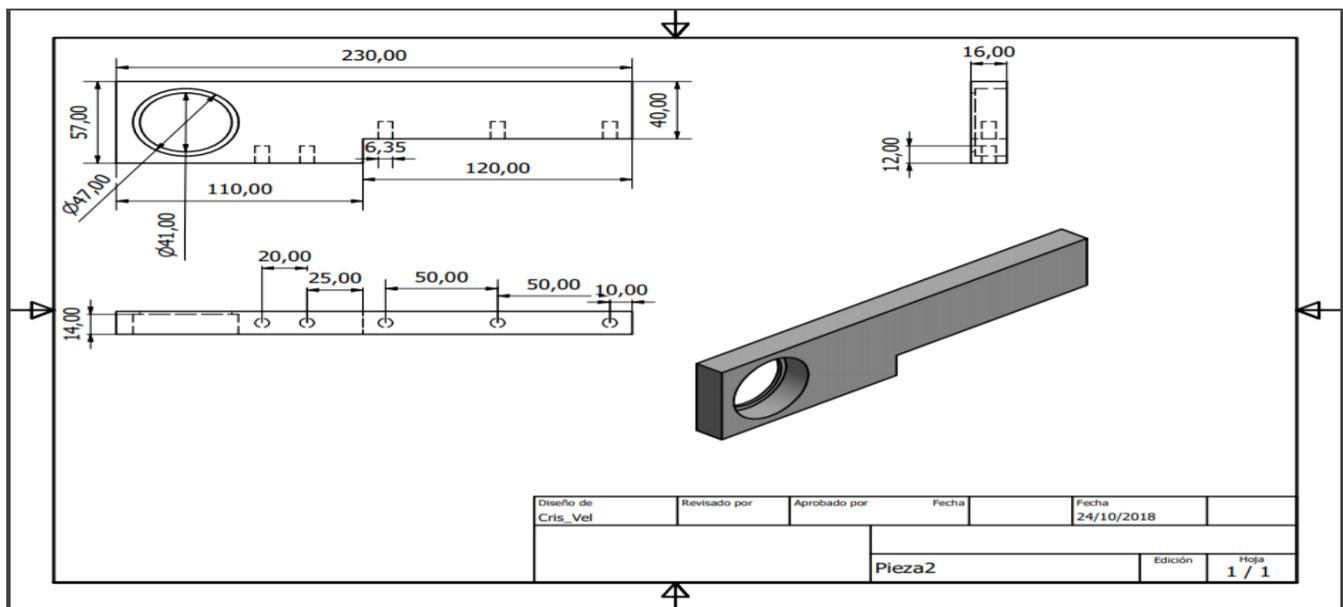
Altec. (s.f.). Medidor de nivel conductivo marca Camlogic. Recuperado 7 noviembre, 2018, de <https://www.altecdust.com/productos/controles-de-nivel/conductivo/>

CONDICIONES DE INSTALACIÓN DE LOS SENSORES DE NIVEL CONDUCTIVOS(PDF)(2012). Recuperado de: http://www.disibeint.com/web2010/suport/documents/doctec_002-c.pdf

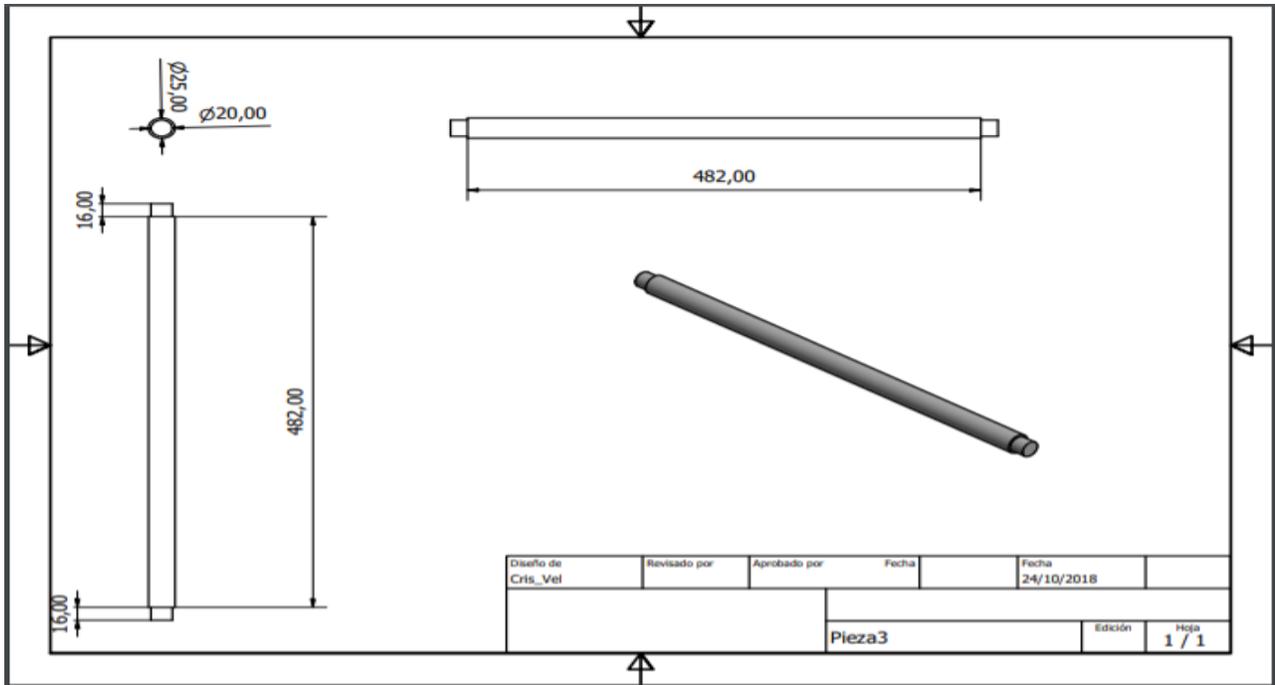
APÉNDICE



Anexo 1: Platina actual para rodamientos 6004



Anexo 2: Diseño de nueva platina para rodamientos 6204



Anexo 3: Rodillo con medidas compatibles para rodamiento 6204.



Anexo 4: Platina para rodamiento 6002 de la banda alimentadora.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

FIRMA ESTUDIANTES Edwin Palacio Barrios

FIRMA ASESOR ORLANDO ZAPATA CORTES

FIRMA ASESOR _____

FECHA ENTREGA: 09/11/18

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO__ ACEPTADO__ ACEPTADO CON MODIFICACIONES_____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____