

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA**

**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TÍTULO**

**DISEÑO DE UN PLAN DE ADMINISTRACIÓN DE  
MANTENIMIENTO PARA OBERG MEDICAL, BARREAL DE  
HEREDIA SETIEMBRE 2017-2018**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO  
DE BACHILLERATO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**

**SUSTENTANTE:**

**RICHARD STEVE MEJÍA CARVAJAL**

**TUTORA:**

**ING. DIANA CÓRDOBA PÉREZ**

**HEREDIA, MARZO, 2018**

# CARTA DE TUTOR

## CARTA DEL TUTOR

San José, 23 de marzo de 2018

Señores Universidad Hispanoamericana  
Carrera de Ingeniería Industrial  
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

El estudiante **RICHARD STEVE MEJÍA CARVAJAL**, cédula de identidad número **4-0202-0374**, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "**DISEÑO DE UN PLAN DE ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO PARA OBERG MEDICAL BARREAL DE HEREDIA SETIEMBRE 2017-2018**", el cual ha elaborado para optar por el grado académico de **Bachillerato en Ingeniería Industrial**.

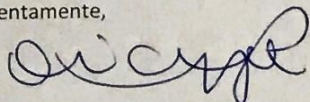
En mi calidad de tutora, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación, antecedentes, marco teórico, marco metodológico, análisis de datos, conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

	Criterio	Valor	Obtenido
a)	ORIGINALIDAD DEL TEMA	10%	10
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	15
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	25
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	20
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	18
	TOTAL	100%	88

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,



Nombre: Ing. Diana Córdoba Pérez, MSc. MEd.  
Cédula identidad N° 1-1238-0122

## CARTA DE LECTOR

Heredia, 02 de mayo de 2018.

**Señores**

**Registro**

**Universidad Hispanoamericana**

Estimados señores:

Recorte rectangular

El estudiante RICHARD STEVE MEJÍA CARVAJAL, cédula de identidad 4-0202-0374, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: DISEÑO DE UN PLAN DE ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO PARA OBERG MEDICAL, BARREAL DE HEREDIA SETIEMBRE 2017-2018, el cual ha elaborado para optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente, lo relativo al marco metodológico y la estructura del documento. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública posterior a la revisión del Filólogo establecida.

Atentamente,



**Johan Castro Vásquez**

**Cédula 1-1228-0842**

## CARTA DEL FILÓLOGO

San José, 18 de mayo del 2018.

SEÑORES  
UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

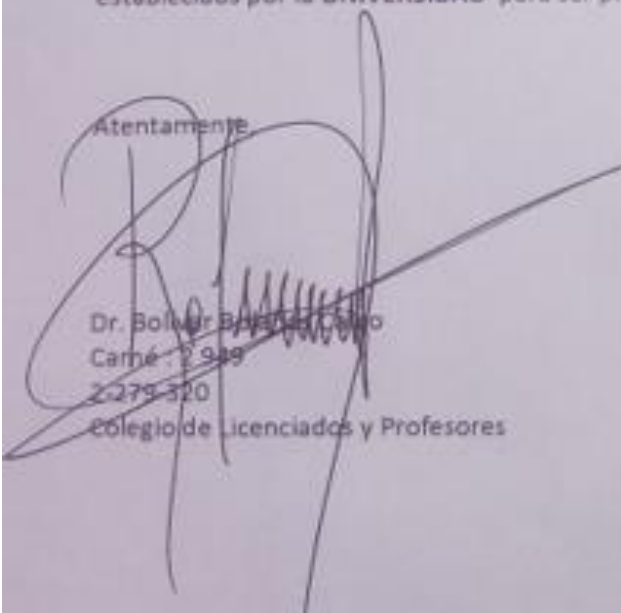
Estimados señores:

Hago constar que he revisado el **PROYECTO DE GRADUACIÓN (TESINA)** del estudiante **RICHARD STEVE MEJÍA CARVAJAL**, denominado **DISEÑO DE UN PLAN DE ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO PARA OBERG MEDICAL, BARREAL DE HEREDIA SETIEMBRE 2017-2018**, para optar por el grado académico de **BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**.

He revisado errores gramaticales, de puntuación, ortográficos y de estilo que se manifiestan en el documento escrito, y verificado que estos fueron corregidos por la autora.

Con base en lo anterior, se considera que dicho trabajo cumple con los requisitos establecidos por la **UNIVERSIDAD** para ser presentado como requerimiento final de graduación.

Atentamente

  
Dr. Bolívar Ballesteros  
Carné: 2.939  
2-275-320  
Colegio de Licenciados y Profesores

# DECLARACIÓN JURADA

## DECLARACIÓN JURADA

Yo Richard Mejía Canzabal, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 402020374 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachiller en Ingeniería Industrial, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: Diseño de un Plan de Administración de Mantenimiento Para Oberg Medical.

es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 23 días del mes de Marzo del año dos mil 18.

Richard Mejía Canzabal

Firma del estudiante

Cédula

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de estar en esta etapa, a mi familia por siempre ser un apoyo y motor en mi vida; a mis padres gracias por luchar por nosotros, sacarnos adelante ante la adversidad y gracias por hacerme la persona que soy.

## DEDICATORIA

Dedicado a mi familia que son lo más importante en mi vida.

# ÍNDICE

CAPÍTULO I .....	13
INTRODUCCIÓN .....	13
INTRODUCCIÓN .....	13
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN .....	13
1.2.1 Oberg Manufacturing Company:.....	13
1.2.2 Misión Oberg Medical Costa Rica.....	15
1.2.3 Visión Oberg Medical Costa Rica.....	15
1.2.4 Política de Calidad Oberg Medical .....	15
1.2.5 Valores de Oberg Medical .....	16
1.2.6 Presencia de Oberg Manufacturing Company .....	16
1.2.7 Ubicación Oberg Medical .....	16
1.1.2.8 Características de la Empresa .....	17
1.2.9 Organigrama.....	18
1.2.10 Productos que Elabora .....	19
1.2.11 Máquinsrias que se utilizan en el Área de CNC para Elaborar las Piezas.....	20
1.2.12 Fresadora Horizontal 4 Ejes CNC marca Doosan.....	21
1.2.13 Fresadora CNC 4 Ejes Marca Kitamura.....	22
1.2.14 Fresadora CNC 3 Ejes Vertical Marca Doosan .....	23
1.2.15 Fresadora CNC Vertical 3 Ejes Marca HAAS .....	24
1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	25
1.3.1 Eventos Correctivos de Mantenimiento. ....	28
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	30
1.4.1 Registros Históricos de Mantenimiento Departamento CNC .....	30
1.4.2 Clasificación Fallos Departamento CNC .....	32

1.4.2.1 Fallos por Sistema Refrigerante .....	32
1.4.2.2 Fallos por Sistema Mecánico.....	33
1.4.2.3 Fallos por Sistema Eléctrico.....	34
1.4.2.4 Fallos por Sistema Neumático.....	35
1.4.2.5 Fallos por Sistema Hidráulico .....	36
1.4.2.6 Fallos Misceláneos .....	38
1.4.3 Grafico Fallos CNC .....	39
1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	41
1.5.1OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION .....	41
1.5.2 Objetivo General .....	41
1.5.3 Objetivos Específicos.....	41
1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	42
1.6.1 ALCANCES.....	42
1.6.2 LIMITACIONES .....	42
CAPÍTULO II .....	44
MARCO TEORICO.....	44
2.1 MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL GENERAL.....	45
2.1.2 El Origen del Mantenimiento .....	45
2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTION DEL PROYECTO .....	48
2.2.1 Plan de Mantenimiento Preventivo .....	48
2.2.2 Eventos de Mantenimiento Preventivo .....	49
2.2.3 Kaizen .....	51
2.2.4 Trabajo Estandarizado.....	51
2.2.5 Six Sigma.....	52
2.2.6 Metodología DMAIC.....	53
2.2.6.1 Pasos de la Metodología DMAIC.....	53
2.2.7 Las 5s .....	54

Seiton( 整頓 ): Orden. Situar los Necesarios.....	55
Seiso( 清掃 ): Limpieza. Suprimir Suciedad.....	55
Seiketsu( 清潔 ): Estandarizar. Señalizar Anomalías.....	56
Shitsuke( 躰 ): Disciplina. Seguir Mejorando.....	57
2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO.....	58
2.3.1 Condiciones para que se Cumpla.....	62
CAPÍTULO III.....	63
MARCO METODOLÓGICO.....	63
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	64
3.1.1 Finalidad.....	64
3.1.2 Dimensión Temporal.....	64
3.1.3 Marco.....	64
3.1.4 Naturaleza.....	64
3.2 FUENTES DE INFORMACION.....	65
3.2.1 Fuentes Primarias.....	65
3.2.2 Fuentes Secundarias.....	65
3.3 TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS Y DE INFORMACIÓN.....	66
3.3.1 Entrevista.....	66
3.3.2 Observación Directa.....	66
3.3.3 Encuesta.....	66
3.4 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	68
3.5 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DE PROYECTO.....	70
3.5.1 Diagrama de Ishikawa.....	70
3.5.2 Diagrama de Pareto.....	70
3.5.3 Diagrama de Gantt.....	71
3.6 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN, O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO.....	74

3.7 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO .....	75
3.8 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS .....	77
CAPÍTULO IV .....	79
DIAGNÓSTICO DE LAS TAREAS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO ACTUÁL .....	79
4. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	80
4.1 Diagrama Causa y Efecto.....	81
4.2 Diagrama de Pareto. ....	83
4.3 CONTEXTO HISTÓRICO DE LA EMPRESA Y EL MANTENIMIENTO .....	84
4.3.1 Oberg Medical y el Mantenimiento .....	84
<b>4.3.2 Departamento CNC</b> .....	85
<b>4.3.3 Plano de Planta Oberg Medical Costa Rica</b> .....	86
<b>4.3.4 Procesos de Realización de Productos Oberg Medical</b> .....	86
<b>4.4 Inventario de Máquinas</b> .....	89
<b>4.5 Estándar de Validación</b> .....	91
<b>4.5.1 Calificación de la instalación (IQ)</b> .....	91
<b>4.5.2 Calificación de la Operación (OQ)</b> .....	91
<b>4.5.3 Calificación de Instalación-Operación (IOQ)</b> .....	91
<b>4.5.4 Equipos de CNC con Validación IQ/OQ</b> .....	92
4.5.5 Criterios de Validación de Equipos.....	92
4.5.5.1 Análisis protocolo de Validación (IQ) .....	93
4.5.5.2 Análisis Protocolo de Validación (OQ).....	94
<b>4.5.6 Hallazgos Auditorias Oberg Medical Mantenimiento</b> .....	95
<b>4.6 Percepción de Mantenimiento</b> .....	96
<b>4.6.1 Datos Encuesta Mantenimiento Preventivo</b> .....	97
<b>4.7 Microanálisis</b> .....	110
<b>4.7.1 Repuestos de Equipos</b> .....	110
<b>4.7.2 Inventario Aceites CNC</b> .....	112

<b>4.8 Manuales de Mantenimiento</b> .....	113
<b>4.9 Procesos Analizar</b> .....	113
<b>4.10 Instrucciones de Trabajo</b> .....	113
<b>4.10.1 Instrucciones de Trabajo</b> .....	113
<b>4.11 Instrucciones de Trabajo Mantenimiento</b> .....	114
<b>4.11.1. Procedimiento Mantenimiento Preventivo</b> .....	114
<b>4.11.2 Procedimiento Mantenimiento Correctivo</b> .....	118
<b>4.11.3 Procedimiento Mantenimiento diario</b> .....	124
<b>CAPÍTULO V</b> .....	128
<b>PROPUESTA DE SOLUCIÓN</b> .....	128
<b>5. Propuestas de Solución</b> .....	129
<b>5.1 Materias Primas Aceites</b> .....	129
<b>5.1.2 Aceites Unidad de Lubricación Guías y Correderas</b> .....	130
<b>5.1.3 Aceites Unidad de Lubricación Husillo</b> .....	131
<b>5.1.4 Aceites Unidad de Lubricación Hidráulica</b> .....	132
<b>5.2 Capacitación Operadores en Mantenimiento de Equipos</b> .....	133
<b>5.2.1 Matriz de habilidades para Capacitación</b> .....	134
<b>5.2.2 Matriz Departamento Mantenimiento</b> .....	134
<b>5.2.3 Matriz Departamento CNC</b> .....	135
<b>5.2.4 Definición del Grado de Competencia</b> .....	135
<b>5.2.4 Costo de la Inversión en Matrices de Habilidades</b> .....	136
<b>5.2.4 Medio Ambiente</b> .....	136
<b>5.3 Procedimientos</b> .....	140
<b>5.3.1 Hallazgos Auditorías</b> .....	142
<b>5.3.2 Mejora en Documentación del Manual de Control de Mantenimiento Diario</b> .....	143
<b>5.3.3 Seguimiento y Control Manuales de Mantenimiento Diario</b> .....	144
<b>5.3.4 Validaciones</b> .....	148

5.3.6 calibración Láser para Validación.....	150
<b>5.4 Manual de Procedimiento Inspección Diaria de los Equipos .....</b>	<b>154</b>
<b>5.5 Manual de Procedimiento Inspección Mantenimiento Preventivo Semestral .</b>	<b>154</b>
<b>CAPÍTULO VI .....</b>	<b>158</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>158</b>
<b>6.1 Conclusiones .....</b>	<b>159</b>
<b>6.2 Recomendaciones.....</b>	<b>160</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>162</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>165</b>
Anexo 1. Tabla Equivalencias Doosan HC400.....	166
Anexo 2. Tabla de Equivalencias Aceite Kitamura HX300 .....	167
Anexo 3. Manual de Procedimiento Mantenimiento Diario para los Equipos de CNC..	168
<b>ANEXO 4. MANUAL DE PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMESTRAL PARA LOS EQUIPOS DE CNC.....</b>	<b>173</b>
<b>ANEXO 5. GUÍA DE VERIFICACIÓN CONDICIONES DE SALUD OCUPACIONAL OBERG MEDICAL .....</b>	<b>180</b>

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo tiene como finalidad exponer la forma, en la que se realiza la administración de mantenimiento de los diferentes equipos de Oberg Medical, esto para establecer un análisis de las causas que afectan los equipos por fallos que involucren mantenimiento, así poder realizar un plan de administración de mantenimiento, el cual permita una optimización de los recursos.

En el capítulo I, se hace una breve reseña histórica de la organización. Además, en este capítulo se dejan definidos los objetivos de la investigación, así como también los alcances y limitaciones.

En el capítulo II se hace referencia de las herramientas utilizadas para la solución de problemas durante el transcurso del proyecto.

En el capítulo III se desarrolla el marco metodológico donde se detalla el conjunto de actividades realizadas para la mejora de los procesos.

En el capítulo IV se realiza el diagnóstico de la situación actual de la organización, donde se procede a la revisión de la documentación, protocolos, aceites, inventarios e instrucciones de trabajo existentes en la organización esto para conocer el estado de la organización en labores de mantenimiento de los equipos.

En el capítulo V se desarrollan las propuestas de mejora con base en los análisis realizados y en el capítulo VI se dan una serie de conclusiones y recomendaciones con base en las propuestas y problemas encontrados durante el transcurso de la investigación.

**CAPÍTULO I**  
**INTRODUCCIÓN**

## **INTRODUCCIÓN**

El Mantenimiento Industrial es una función de cualquier organización manufacturera que se aplique a los problemas día a día en mantener en buenas condiciones operacionales las plantas físicas, es una actividad esencial de cualquier establecimiento manufacturero mantener los equipos en buen estado y es necesario e que se asegure de la disponibilidad de la máquinsria, edificios y servicios necesarios para otras partes de la organización en su rendimiento de sus funciones a un nivel óptimo de su inversión, sea que inversión este en la maquinaria, material o empleados.

Por lo tanto, debe evaluarse el programa de mantenimiento preventivo, el cual no ha sido actualizado ni ajustado al volumen de equipos que maneja la organización, esto para reducir los paros no programados que producen retrasos y baja disponibilidad en los equipos.

### **1.1 DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN**

#### **1.2.1 Oberg Manufacturing Company**

En el año 1948, Donald E. Oberg abre las puertas de Oberg Manufacturing Company en Tarentum Pensilvania, Estados Unidos, la empresa contaba con apenas 12 empleados y se dedicaba a la manufactura de troqueles, siendo los pioneros en usar carburo de tungsteno (carbide); con el paso de los años y la diversificación de productos, la empresa fue creciendo.



Figura 1. Oberg Manufacturing Company

Fuente: [www. Oberg.com](http://www.Oberg.com), 2018

Oberg Industries buscando ser más competente en el mercado y una mano de obra calificada y económica en el 2002 abre sus puertas en Costa Rica como Oberg Costa Rica LTDA. y gracias al crecimiento y diversificaciones del mercado, en el 2013 abre sus puertas a Oberg Medical Costa Rica, creando así una división más de la compañía.



Figura 2. Edificio Oberg Medical

Fuente: [www.Oberg.com](http://www.Oberg.com),2018

### **1.2.2 Misión Oberg Medical Costa Rica**

La misión de Oberg es que “Por medio del esfuerzo y compromiso de nuestros colaboradores, Oberg industries será reconocida mundialmente como un líder que provee soluciones competitivas de manufactura a los mercados y clientes que sirve. Nuestra meta es crecer como industria por medio de rapidez e innovación.”

### **1.2.3 Visión Oberg Medical Costa Rica**

La visión de Oberg es que “La precisión en nuestro negocio. Proporcionar a los clientes soluciones de manufactura basado en el diseño y la fabricación de las herramientas de la más alta calidad de precisión y componentes ha sido la misión de Oberg desde su fundación, en 1948. Nuestra fuerza es nuestra gente y nuestra maquinaria especializada. Vamos a continuar sirviendo a nuestros clientes mediante la producción de productos y servicios de la más alta precisión y calidad. Nos comprometemos a seguir siendo líder de la industria mediante la formación continua de los empleados, la innovación de productos y la asociación mundial.”

### **1.2.4 Política de Calidad Oberg Medical**

“Es nuestro compromiso que nuestros productos y servicios cumplan con las especificaciones y expectativas de nuestros clientes y que nuestro negocio sea dirigido a lograr la satisfacción del cliente, cumplir con los requisitos legales y regulatorios y promover la mejora continua en actividades que mejoren la efectividad del sistema de gestión de calidad”

### **1.2.5 Valores de Oberg Medical**

- Calidad de la fuerza laboral
- Productividad
- Ética positiva del trabajo
- Responsabilidad personal
- Servicio al cliente
- Seguridad
- Trabajo en equipo
- Entrega a tiempo

### **1.2.6 Presencia de Oberg Manufacturing Company**

- Estados Unidos: Pennsylvania: Oberg Technologies, Oberg Freeport y Oberg Sarver.
- Costa Rica: Oberg Costa Rica LTDA. y Oberg Medical Costa Rica
- Europa, Alemania y Singapur: Oberg Industries (Oficinas de Ventas)

### **1.2.7 Ubicación Oberg Medical**

La empresa se encuentra ubicada en la zona franca metro localizada en Barreal de Heredia y cuenta con dos edificios, uno por cada división. El análisis de seguridad ocupacional será realizado en el edificio B3 llamado Oberg Medical.

### 1.1.2.8 Características de la Empresa

La compañía cuenta con 134 trabajadores y trabajadoras, distribuidos de la siguiente manera, 30 en labores de oficina de los diferentes departamentos, los 104 restantes en su mayoría son mecánicos de precisión, con conocimiento en las diferentes áreas, pero especializados en una rama específica, distribuidos equitativamente en ambos edificios.

En el edificio B3 donde se enfoca el estudio, en planta trabajan 52 colaboradores distribuidos en 3 turnos, para el primer y segundo turno los horarios son de 8 horas de lunes a viernes y 5 horas los sábados para un total de 45 horas a la semana (en el caso del segundo turno 3 de dichas horas son extras), para el tercer turno el horario es de 8 horas de lunes a viernes para un total de 40 horas semanales (de las cuales 4 son tratadas como extras) , dichos horarios pueden extenderse, dependiendo de la cantidad de trabajo y serian tratadas como horas extra.

El personal de oficina trabaja un horario de 10 horas de lunes a jueves y de 8 horas los viernes para un total de 48 horas semanales y los permisos de funcionamiento de la compañía cuentan con una categoría del CIU B2811.

Para una categoría de actividad económica con base en la CIU REV 4 (Clasificación Internacional Industrial Uniforme), de la OIT:

- C: Industrias manufactureras
- 25: Fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo

- 259: Fabricación de otros productos elaborados de metal; actividades de trabajo de metales.

Esto, ya que Oberg Medical es una compañía que se caracteriza por la manufactura de piezas metálicas que son utilizadas en diferentes mercados, ya sea para la industria médica, gas, petróleo y troquelería que son los principales mercados a los que está dirigido Oberg Medical.

### 1.2.9 Organigrama

Administrativa y jerárquicamente la empresa Oberg Costa Rica se encuentra organizada, según se muestra en el siguiente organigrama

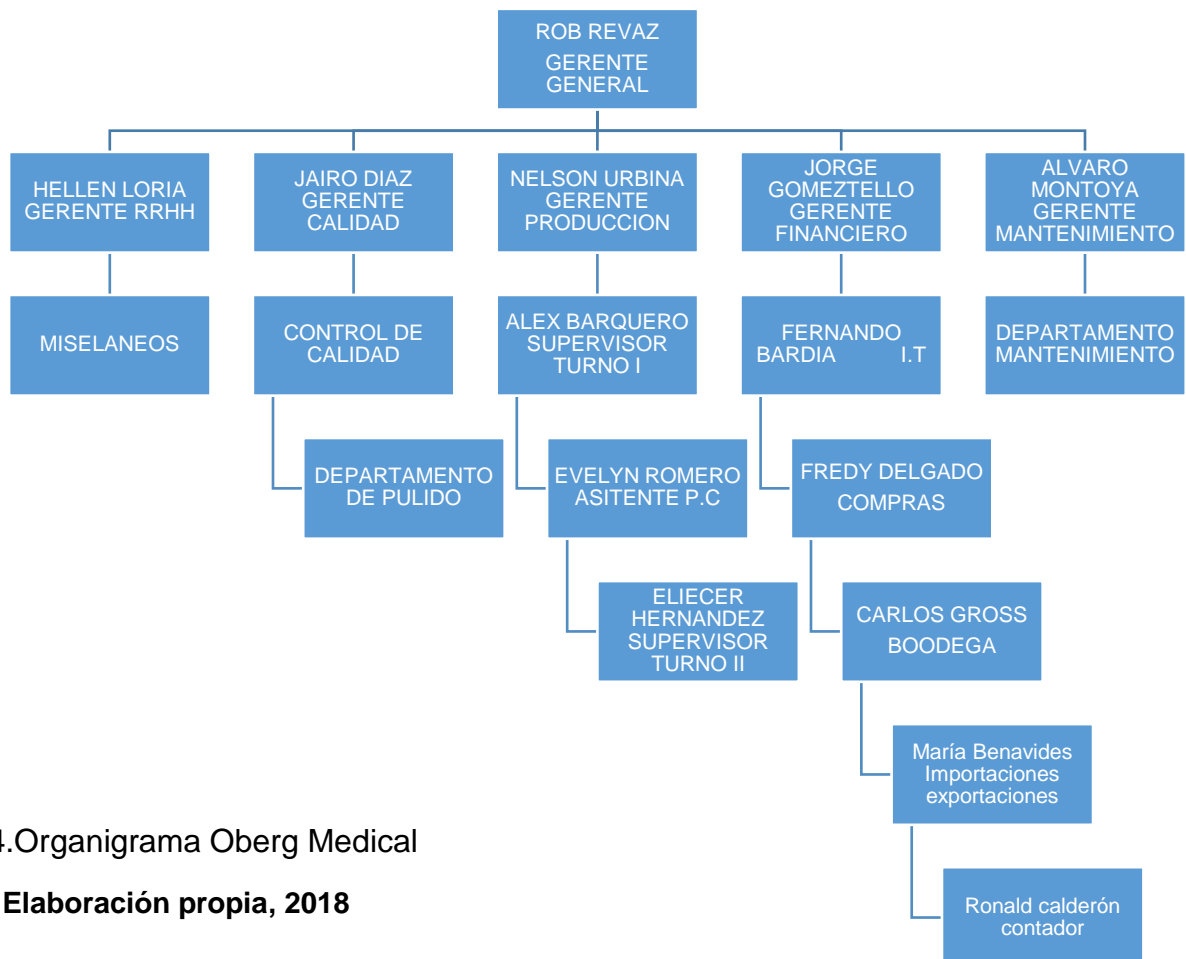


Figura 4. Organigrama Oberg Medical

Fuente: Elaboración propia, 2018

### 1.2.10 Productos que elabora

La empresa tiene como su principal fortaleza la manufactura de una alta gama de dispositivos médicos utilizados en el cuerpo y otros utilizados como equipos en cirugías, entre los principales clientes a los que se les producen dispositivos médicos se encuentran la compañía stryker que tiene como principal producto médico el denominado en la empresa como “augment”, el cual es utilizado en cirugías de reconstrucción de rodilla y la compañía Smith and nephew a la que se le producen mayor volumen piezas utilizadas como equipo médico.



Figura 5. Patella Clamp Assembly

Fuente: [www.Oberg.com](http://www.Oberg.com), 2018



Figura 6. Patella Stylus Assembly

Fuente: [www.Oberg.com](http://www.Oberg.com), 2018

### 1.2.11 Maquinaria que se utilizan en el área de CNC para Elaborar las piezas

El área de CNC de Oberg Medical con sede en Costa Rica cuenta con un conjunto de equipos especializados en los procesos de mecanizado de piezas de manufactura, estos equipos cuentan con diferentes funciones de mecanizado que facilitan al operador la fabricación de los productos que se diseñan en Oberg Medical.

A continuación, se presenta una Tabla de referencia de los equipos con los que cuenta las áreas de CNC de Oberg Medical.

Tabla1.Equipos que se utilizan en el área de CNC de Oberg Medical

ID	tipo máquins	Descripcion	fabricantante	Planta	Proceso
107,01	CNC torno	CNC Lathe Mori SL150	Mori Seiki	B3	CNC
107,02		Torno CNC Puma	DOOSAN	B3	CNC
108.01	CNC centro de máquinsdo	CNC MachCenter DOOSAN #4	DOOSAN	B3	CNC
108.02		CNC MachCenter DOOSAN # 2	DOOSAN	B3	CNC
108.03		CNC MachCenter DOOSAN #3	DOOSAN	B3	CNC
108.04		CNC MachCenter DOOSAN # 1	DOOSAN	B3	CNC
108.05		CNC MachCenter DOOSAN VC430	DOOSAN	B3	CNC
108.06		CNC MachCenter HX300	Kitamura	B3	CNC
108.07		CNC Machining Center MiniHaas	HAAS	B3	CNC
108.08		CNC MachCenter VF3D	HAAS	B3	CNC
108,09		CNC MachCenter MV-40	Mori Seiki	B3	CNC
120.01	Measuring/preset	Vertical Presetting	ZOLLER	B3	CNC
129.01	Tooling	PowerClamp	Haimer	B3	CNC

Fuente: Elaboración propia,2018

### 1.2.12 Fresadora Horizontal 4 Ejes CNC Marca Doosan

Las máquinas CNC que significa Control numérico computarizado, es una máquina para la producción de piezas médicas. La fresadora horizontal 4 ejes Trabaja con altas revoluciones y herramienta de corte especial, además de poseer un diseño de su cabezal de forma horizontal y 4 ejes con los que realiza sus movimientos(x, y, z, b) para realizar piezas más complejas, utiliza los programas que les procesan Tool Room Programming (Programación de CNC), necesitan un operario para que realice los sets ups y los ajustes para que las piezas salgan bien.



Figura 7.Fresadora CNC Horizontal 4 Ejes Marca Doosan

Fuente: Oberg Medical, 2018

### 1.2.13 Fresadora CNC 4 Ejes Marca Kitamura

Es una máquina para la producción de piezas en serie o piezas grandes que necesitan una máquina más robusta. Cuenta con un diseño de su cabezal de manera horizontal y con 4 ejes con los que realiza sus movimientos (x, y, z, b) para realizar piezas más complejas, trabaja con los programas que les procesan Tool Room Programming (Programación de CNC), necesitan un operario para que realice los sets ups y los ajustes para que las piezas salgan bien.



Figura 8. Fresadora CNC Marca Kitamura

**Fuente: Oberg Medical, 2018**

### 1.2.14 Fresadora CNC 3 Ejes Vertical Marca Doosan

Es una máquina para la producción de piezas en serie o piezas grandes que necesitan una máquina más robusta. Se le llama 3 ejes porque cuenta con 3 ejes de trabajo (x, y, z), además, de tener el cabezal o husillo de manera vertical, trabaja con los programas que les procesan Tool Room Programming (Programación de CNC), necesitan un operario para que realice los sets ups y los ajustes para que las piezas salgan bien.



Figura 9. Fresadora CNC Vertical Marca DOOSAN

Fuente: Oberg Medical, 2018

### 1.2.15 Fresadora CNC Vertical 3 Ejes Marca HAAS

Es una máquina para la producción de piezas en serie o piezas grandes que tiene su cabezal en manera vertical, además de poseer 3 ejes de movimientos (x, y, z) para realizar sus movimientos, Trabaja con los programas que les procesan Tool Room Programming (Programación de CNC), necesitan un operador calificado para que realice los sets ups y los ajustes para que las piezas salgan bien.



Figura10. Fresadora CNC Vertical Marca HAAS

**Fuente: Oberg Medical, 2018**

### 1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El planteamiento del problema nos conduce a saber qué deseamos investigar, y a identificar los elementos que estarán relacionados con el proceso (Hernández, 2014), lo cual ayuda a identificar las causas que generan el problema en el área de CNC de Oberg Medical.

El área de CNC de la empresa Oberg Medical ha crecido en volumen de producción y en volumen de equipos debido a su alta demanda en producción de dispositivos médicos, se toma en consideración que el programa de mantenimiento preventivo y correctivo se realizó hace algún tiempo en una primera versión, la cual incluyó una menor cantidad de equipos, está sin ninguna revisión y sin evaluar su efectividad, actualmente, se genera una utilización máxima de los equipos en jornadas de 3 turnos, 7 días a la semana, y se han venido presentando constantes paros no programados de mantenimiento por desperfectos de los equipos, generando retrasos en la producción.

Dentro de las situaciones que se detectan que causan mucho trabajo al área de mantenimiento de Oberg medical puede mencionarse constantes fallos en las máquinas por desgaste en sus partes, las cuales se puede mencionar que en la empresa no se maneja ni se ha calculado cuanto sería el *stock* de repuestos con mayor número de incidencias de fallos en la compañía, esto para manejar en inventario para prevenir estos paros.

Se presentan muchas irregularidades en el manejo de aceites de las máquinas, ya que no hay un control de cada cuanta cantidad de tiempo o uso es necesario cambiarles

el aceite a las mismas y no se ha hecho un estudio de los aceites que usan las máquinas para saber si es el correcto en grado de lubricación y viscosidad, así como otras propiedades necesarias para el buen funcionamiento de los equipos que están a cargo de los operadores de las máquinas y estos solo se encargan de rellenar los niveles de aceite de las máquinas cuando presentan fugas.

Las máquinas con fugas y derrames pueden provocar accidentes laborales, además de que solo se les rellena aceite cuando hay pérdida por esta causa, sin un análisis de vencimiento de los lubricantes que pueden estar dañados y vencidos en su composición por su caducidad y generan daños en los equipos principalmente en sus partes móviles que necesitan de una lubricación óptima para su buen funcionamiento.

También, puede detectarse ausencia de un control en los historiales de mantenimiento de las máquinas y de las buenas prácticas de mantenimiento que se les da a los equipos, los cuales solo se les realiza mantenimiento correctivo cuando fallan y la producción se detiene lo que produce atrasos y pérdidas a la compañía.

Las máquinas trabajan con diferentes lubricantes y refrigerantes para su funcionamiento óptimo, los cuales muchas veces se encuentran presentes en el ambiente por medio de nubes o neblinas provocados por los vapores generados por las máquinas cuando mecanizan las piezas. Se les realizó entrevistas a los operadores de las máquinas, los cuales han manifestado la aparición de reacciones alérgicas en la piel por la exposición diaria y constante con el ambiente ya descrito, sumado al tiempo prolongado de uso de todos estos químicos y a que están en constante contacto con diferentes tipos de materiales ferrosos como aluminio, acero y otros tipos además de materiales

polímeros por lo que es importante analizar si pueden producir una reacción alérgica a los operadores en el momento que están en contacto con el refrigerante el cual no tiene un control en su fecha de vencimiento y el desgaste en su composición por el constante uso.

El sistema de aire comprimido de la planta también ha presentado problemas, ya que, en varias ocasiones, no es capaz de suplir la capacidad de todos los equipos que necesitan de aire para trabajar, por lo que se han presentado paros en la planta por daños en los compresores, que suplen a todo el edificio, también se encuentra problemas con ciertas alergias por residuos de fibra de vidrio en el aire acondicionado, las cuales han afectado a los colaboradores.

La empresa cuenta con equipos de alta tecnología, con el objetivo de fabricar productos dirigidos a diferentes industrias, entre las que puede mencionarse la industria en dispositivos médicos, la industria dirigida a obtención de gas y petróleo, la industria en dispositivos aeroespaciales, la industria en troquelería y otras actividades, con el detalle de que se han presentado hallazgos en auditorías contratadas por la compañía en equipos con las calibraciones vencidas, los cuales por los requerimientos y normativas en estos negocios son de mucha importancia y cuidado que se encuentren correctamente calibrados y al día en sus calibraciones, ya que también la empresa tiene certificaciones que garantizan la calidad de sus procesos que pueden verse afectados por este tipo de hallazgos.

Se detectan muchos paros por derrames en las máquinas por la acumulación de material en las tuberías de las máquinas, las cuales no son limpiadas en semanas por la constante producción a la que se le da prioridad.

No se ven zonas amarillas, ni de seguridad y los pisos se notan desgastados por el constante movimiento generado por el transporte de materiales, equipos y personas.

### **1.3.1 Eventos Correctivos de Mantenimiento**

El departamento de mantenimiento de Oberg Medical Costa Rica cuenta con historiales de acciones correctivas de mantenimiento, las cuales se han realizado en los equipos del área de CNC.

Los historiales fueron documentados por personas que trabajan en el departamento de mantenimiento, pero no se cuentan con muchos registros, ya que no se llevó un control estructurado de acciones de mantenimiento tiempo atrás, por lo que pueden calificar como documentos de referencia de los problemas actuales.

A continuación, se presenta una Tabla 2 con los registros de acciones correctivas brindados por el departamento de mantenimiento con la descripción del fallo y el número de eventos que se produjo esta acción en los equipos.

Tabla 2. Eventos Correctivos de Mantenimiento

TIPO FALLO	INCIDENCIAS	% ACUMULADO
fallo bomba coolant	17	15%
fallo brazo cambio de herramienta	14	28%
fallo pallets	13	40%
fallo vidrio de la puerta	9	48%
fallo de iluminación	9	56%
fallo manguera coolant	6	61%
fallo husillo	6	67%
fugas coolant	4	70%
fallo batería monitor	3	73%
fallo alarma hidráulica	3	76%
cambio aceite mesa eje b	3	78%
máquina se apaga constantemente	2	80%
fallo bomba hidráulica	2	82%
tanque sucio	2	84%
máquina se apaga constantemente	2	86%
cambio de baterías	2	87%
Obstrucción tuberías de coolant	2	89%
fallo eje y	1	90%
fugas de aire	1	91%
faja reventada husillo	1	92%
revisar puntos referencia home	1	93%
canaletas derrame coolant	1	94%
fallo chip blaster	1	95%
fallo eje x	1	95%
fallo cobertor	1	96%
Manguera neumática perforada	1	97%
cambio baterías control fanuc	1	98%
fallo recolector de viruta	1	99%
fallo conectividad	1	100%
TOTAL	111	

Fuente: Elaboración propia, 2018

## **1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Este proyecto le ayudará a la empresa estudiada, detectar cuales son los aspectos más relevantes que le generan una baja disponibilidad en los equipos por problemas en maquinaria mediante una investigación y evaluación de los procedimientos en el ámbito de mantenimiento general que se llevan a cabo en la empresa y le representan una considerable pérdida económica, así se realizaran una serie de recomendaciones para implementar una mejora en los procedimientos que se efectúan, actualmente, en la empresa para realizar acciones correctivas con el objetivo de reducir los problemas detectados.

Para justificar la investigación se realizó un estudio de los eventos que fueron plasmados en registros en el área de mantenimiento, los cuales se han presentado desde el 2015 hasta el año actual 2018, entre todos los eventos que se registraron en una bitácora, se diseñó una clasificación para su estudio previo, además de crear diagramas de Pareto para su análisis e interpretación.

Como parte del estudio que se efectuó con los registros obtenidos se obtuvo los siguientes datos, los cuales se presentarán a continuación.

### **1.4.1 Registros Históricos de Mantenimiento Departamento CNC**

El departamento de CNC de Oberg Medical cuenta con un total de 14 máquinas CNC, las cuales serán objeto de estudio, en las que se identificó un total de 181 eventos registrados, los cuales fueron clasificados y necesitaron de la intervención del departamento de mantenimiento de la empresa para poder ser resueltos y así poner

nuevamente la máquina en funcionamiento continuando con la producción programada para la jornada de trabajo.

En el siguiente Grafico se puede ver representado el total de eventos registrados por el departamento de mantenimiento y favorecerán al análisis de la situación actual de la compañía.

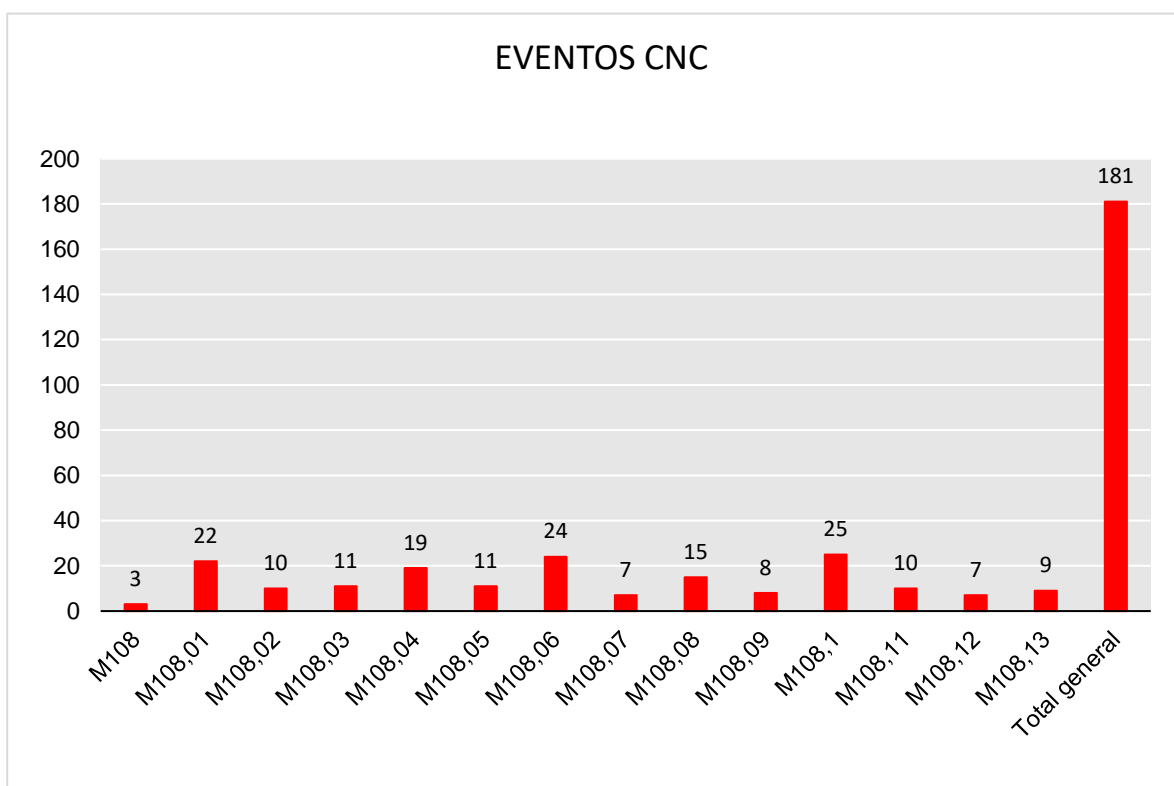


Figura13.Diagrama de Pareto total eventos registrados.

**Fuente: Elaboración propia, 2018**

### **1.4.2 Clasificación Fallos Departamento CNC**

Para su análisis se realizó una clasificación general de las fallas y se determinó que el total de los eventos se deben clasificar en 6 fallas generales de acuerdo con el tipo de evento, los 6 grupos en los que se clasificarán los eventos, serán los siguientes:

- Fallas por sistema refrigerantes
- Fallas por sistema mecánico
- Fallas por sistema eléctrico
- Fallas por sistema neumático
- Fallas por sistema hidráulico
- Fallas misceláneas

#### **1.4.2.1 Fallos por Sistema Refrigerante**

El sistema refrigerante es el que en las máquinas CNC genera una acción de enfriamiento, lubricación tanto en la máquina como en las herramientas, así también en la pieza que se esté maquinando en la operación CNC.

Este sistema presenta fallos en todos los componentes del sistema como son bombas, mangueras y pérdidas o fugas de refrigerante que se presenten en las máquinas.

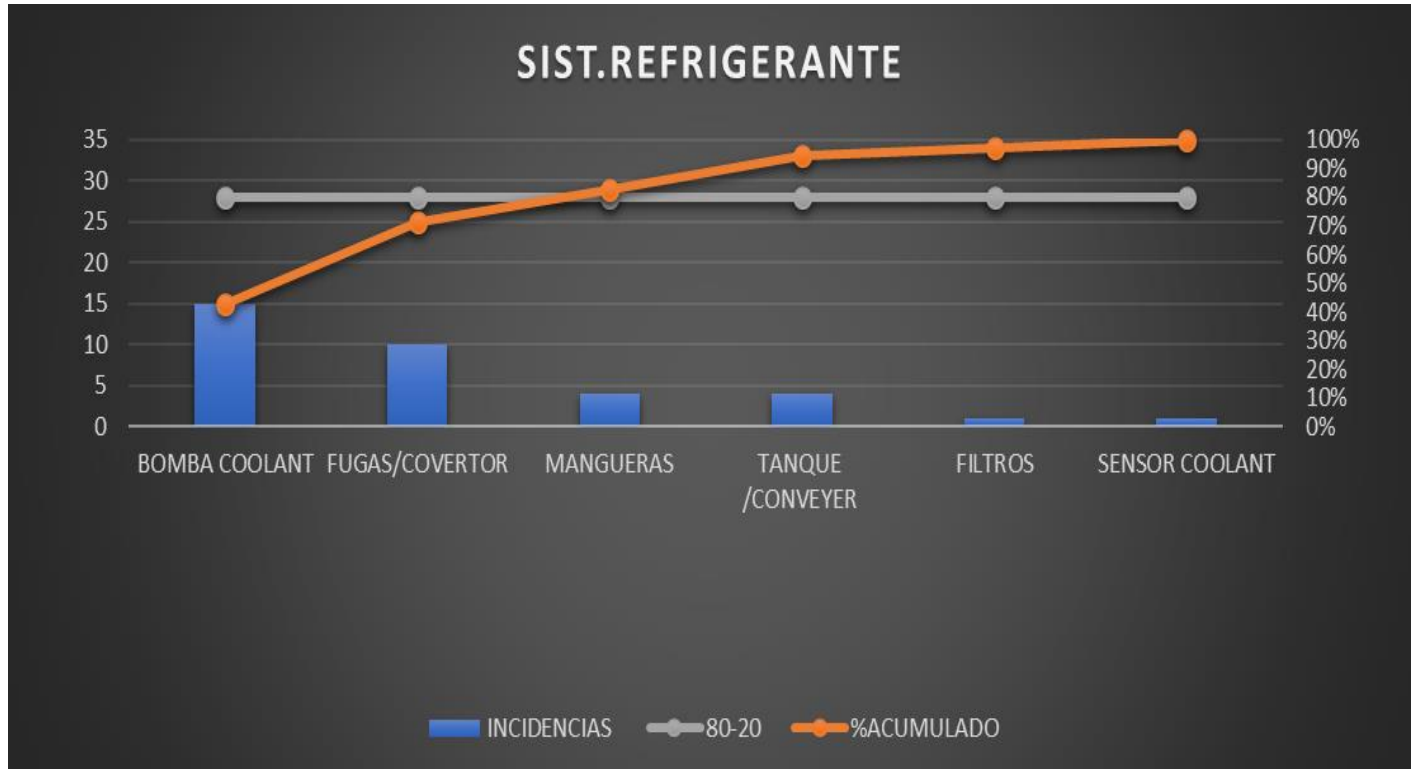


Figura 14. Diagrama de Pareto Sistema Refrigerante.

Fuente: Elaboración propia, 2018

#### 1.4.2.2 Fallos por Sistema Mecánico

El sistema mecánico es aquel que está constituido por una serie de elementos o componentes que tienen como función generar movimiento. En este grupo, puede incluir a los fallos producidos en las máquinas CNC por problema en los cambios de herramienta en las máquinas.

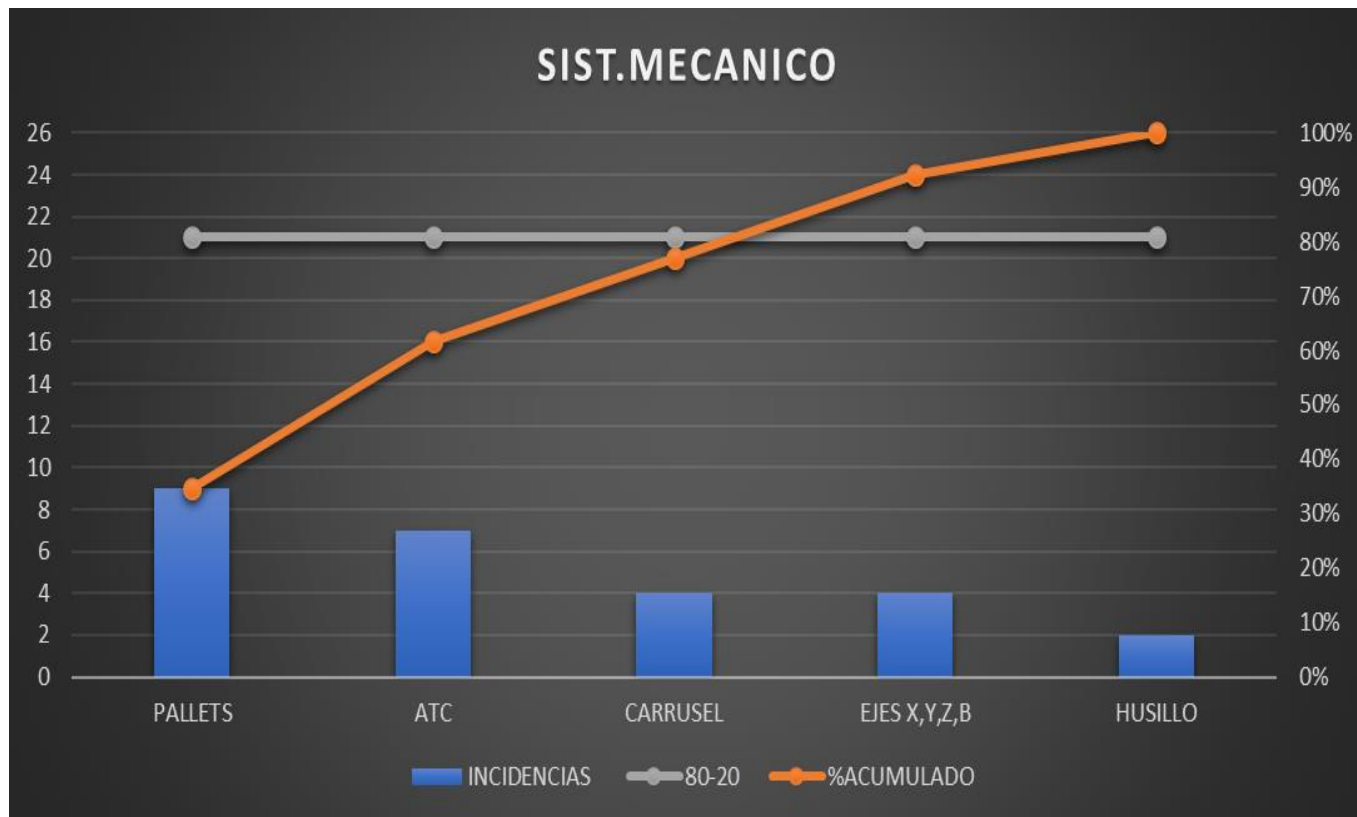


Figura 15. Diagrama de Pareto Sistema Mecánico.

Fuente: Elaboración propia, 2018

#### 1.4.2.3 Fallos por Sistema Eléctrico

El sistema eléctrico podemos incluir todos los registros por problemas eléctricos producidos en las máquinas, así también en el departamento. En este grupo se incluirán todos los eventos dados por instalaciones de máquinas y también fallos en iluminación de las máquinas.

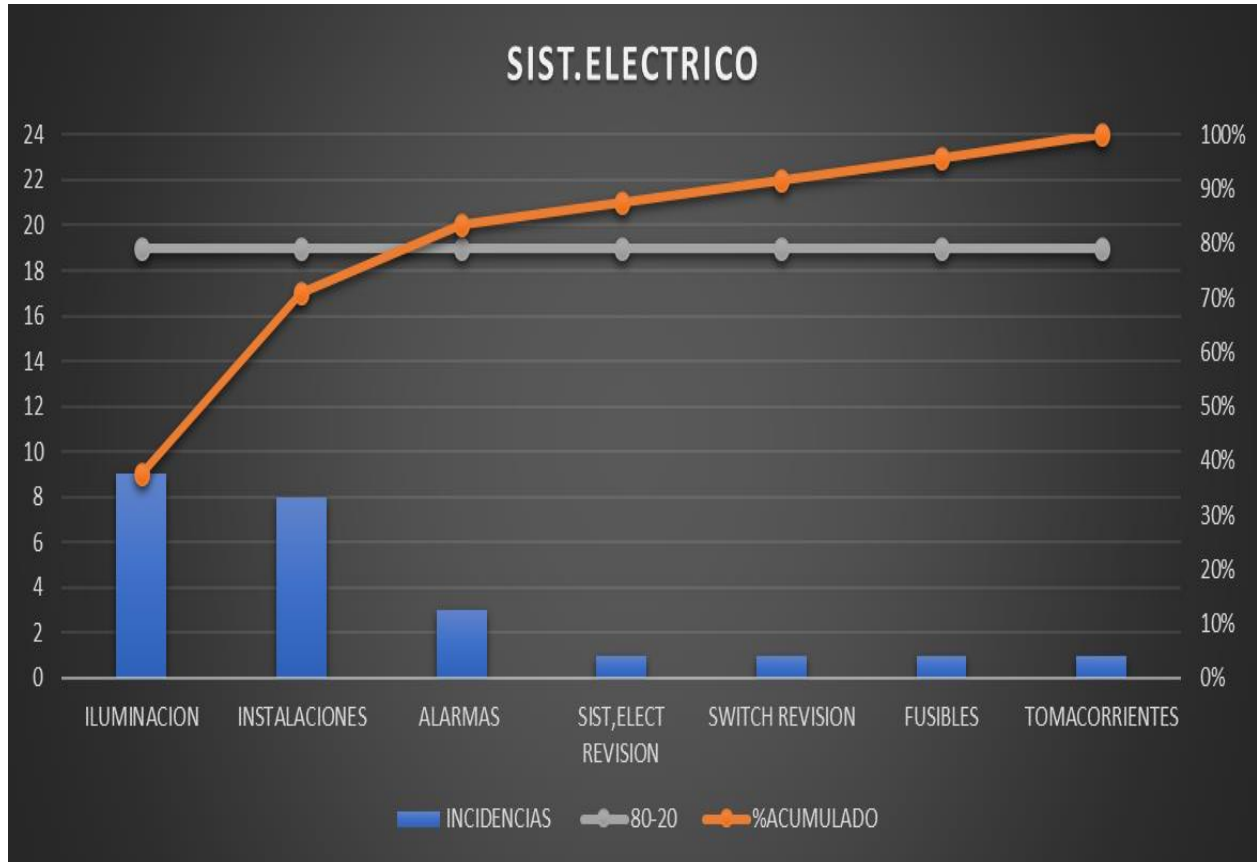


Figura 16. Diagrama de Pareto Sistema Eléctrico.

**Fuente: Elaboración propia, 2018**

#### 1.4.2.4 Fallos por Sistema Neumático

En el sistema neumático se incluirán los eventos que afecten los componentes en las máquinas que utilicen aire o gas para su funcionamiento, así como elementos que midan el funcionamiento de estos.

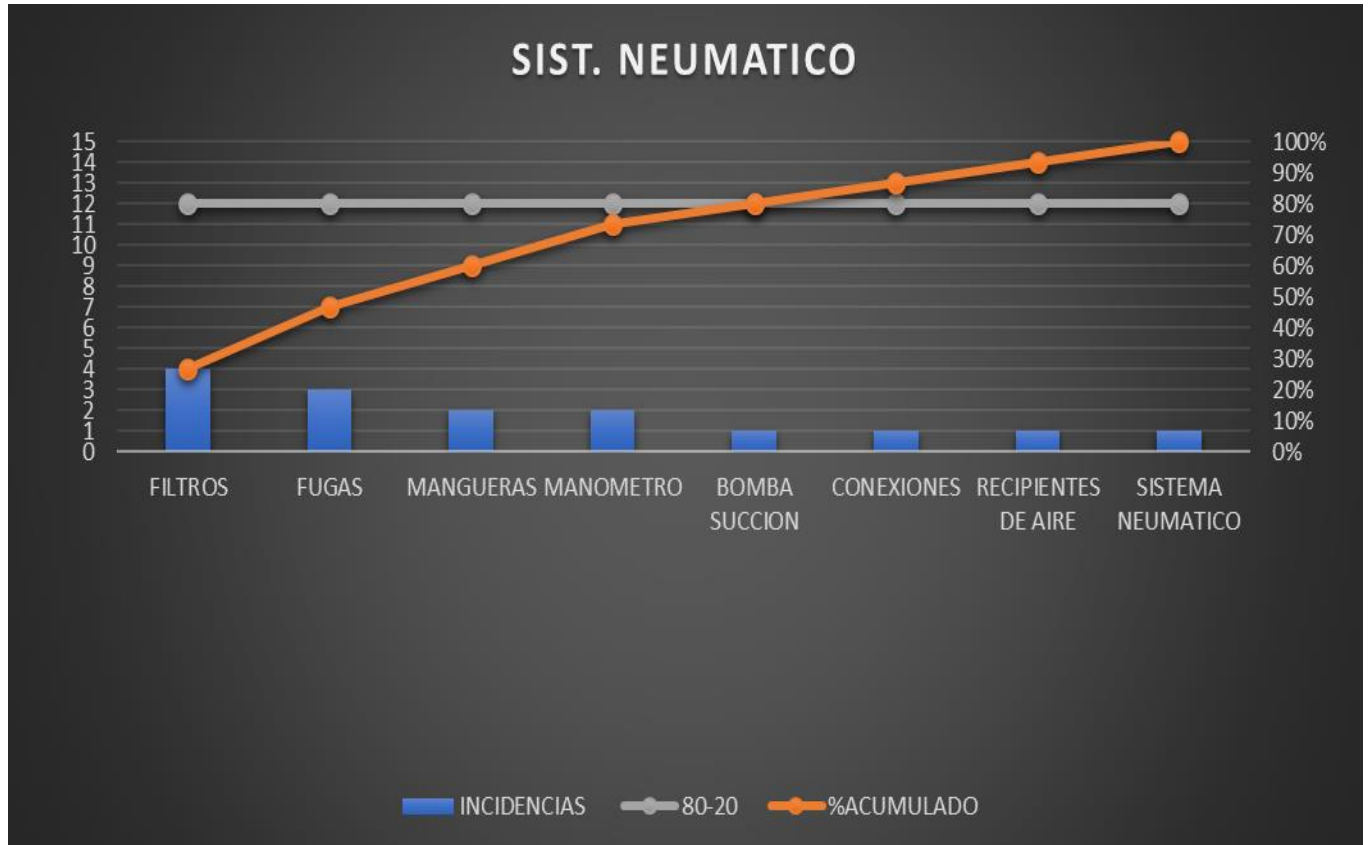


Figura 17. Diagrama de Pareto Sistema Neumático.

Fuente: Elaboración propia, 2018

#### 1.4.2.5 Fallos por Sistema Hidráulico

En el sistema hidráulico se incluirán los fallos o eventos que se presenten en componentes o elementos que necesiten de aceites o fluidos para su correcto funcionamiento.

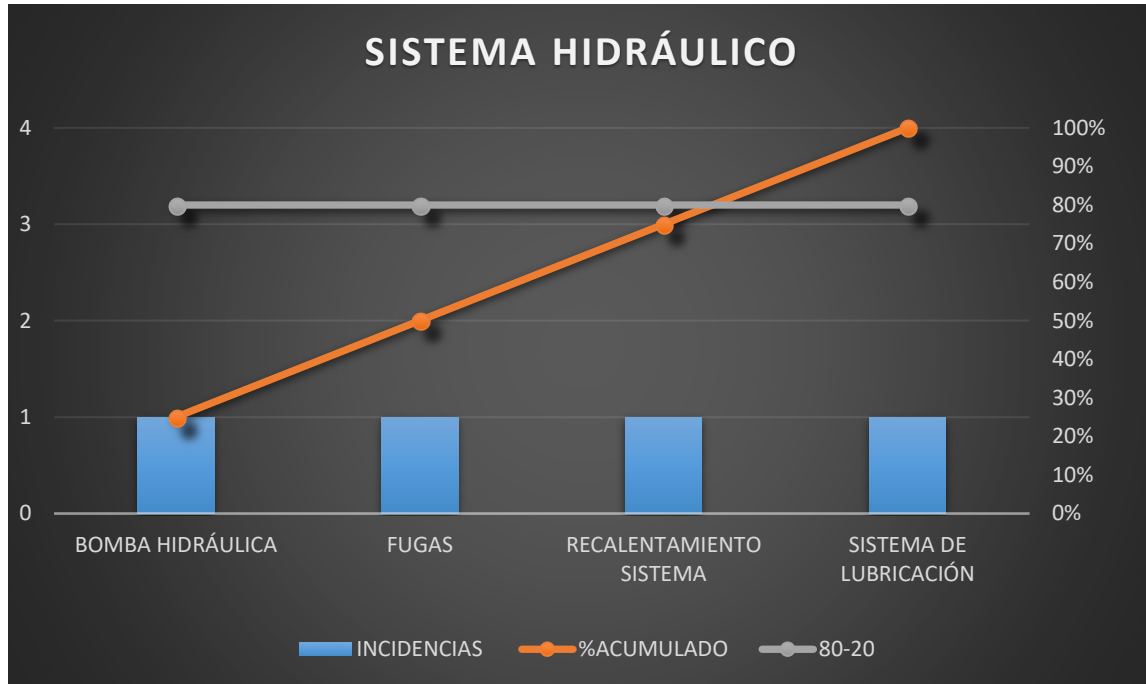


Figura 18. Diagrama de Pareto Sistema Hidráulico.

**Fuente: Elaboración propia, 2018**

### 1.4.2.6 Fallos Misceláneos

En este grupo se incluirán los eventos que no pertenezca a ninguno de los anteriores y que se den de forma variada y sin precedentes.

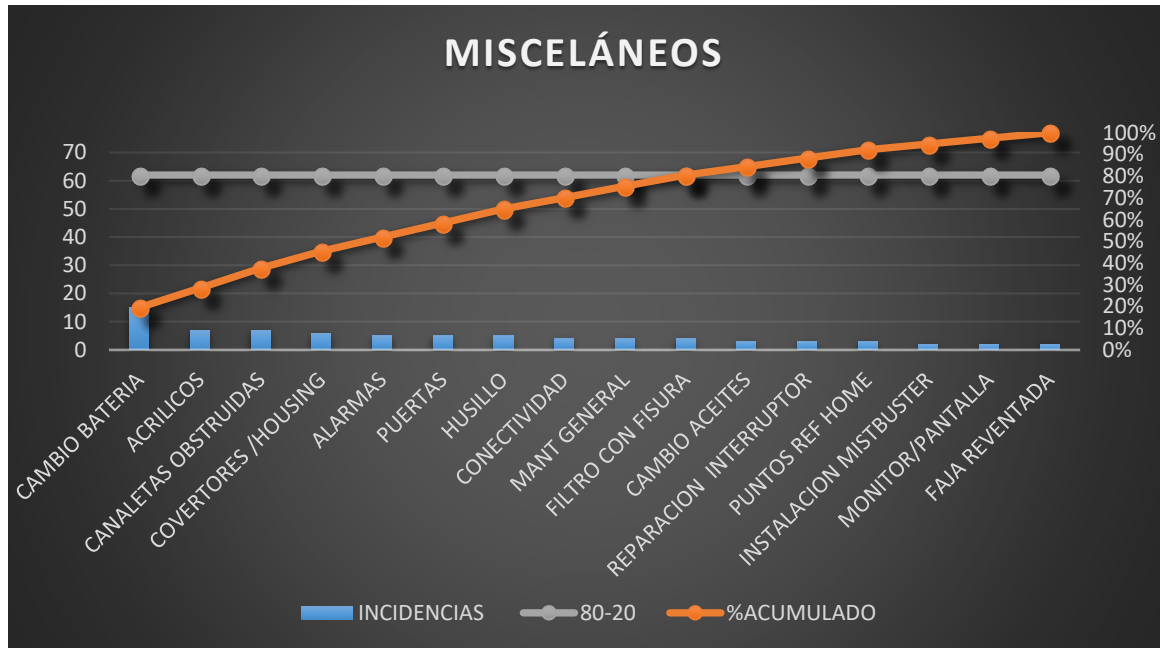


Figura 19. Diagrama de Pareto Misceláneos.

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

### 1.4.3 Gráfico Fallos CNC

Como parte del análisis de los problemas de paros no programados que se ha suscitado en el departamento de CNC de Oberg Medical, los que han generado retrasos en la producción de la compañía y como parte de un análisis de un ingeniero industrial se ha tomado la decisión de utilizar una herramienta tan importante como son los gráficos 80-20, ya que por su facilidad de interpretación, ayudan a visualizar el panorama actual de las causas que generan el problema y, a su vez, facilitan a tomar mejores decisiones para su solución como ingeniero industrial.

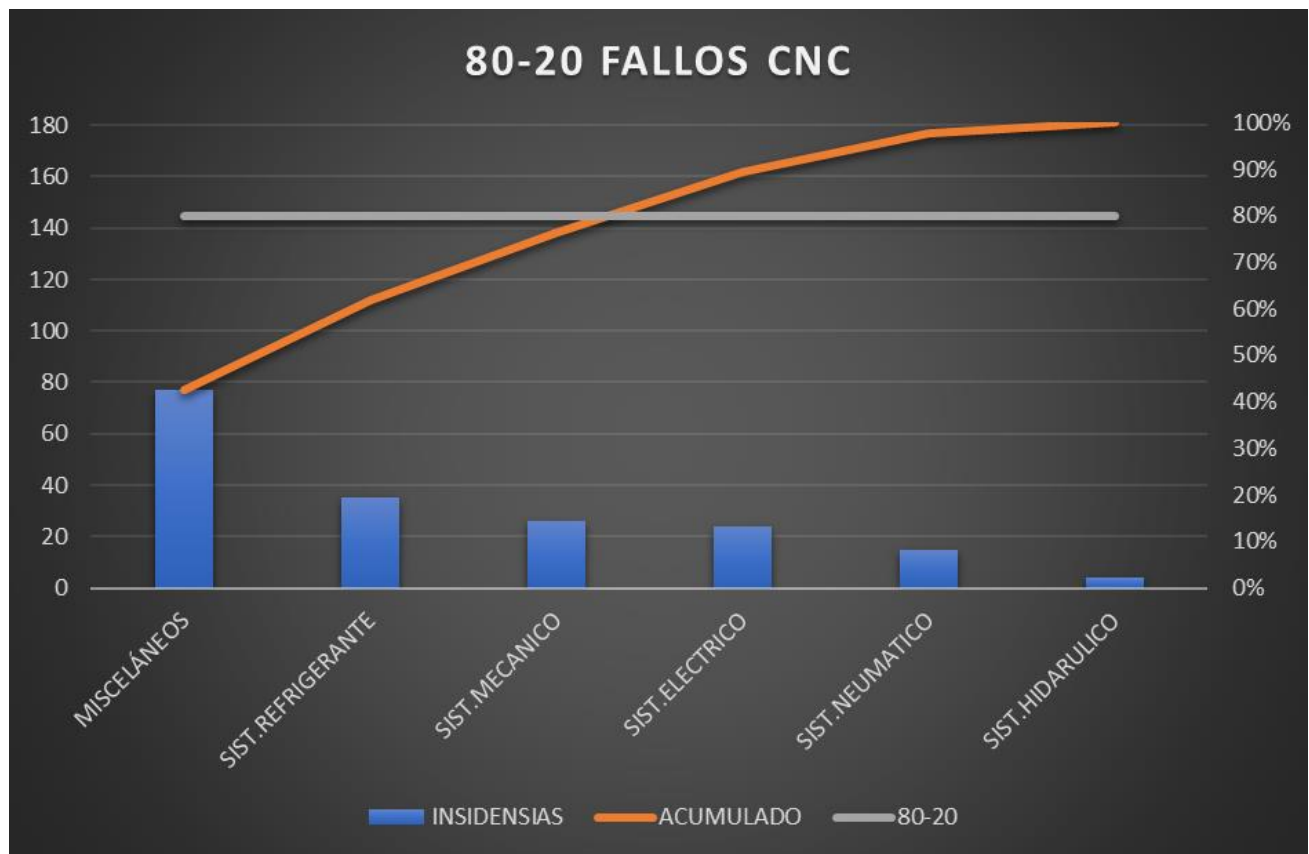


Figura 20. Gráfico 80-20 fallos CNC.

Fuente: Elaboración propia, 2018

El gráfico 80-20 permite determinar que, en el sistema mecánico, refrigerante, misceláneos se encuentran el 80% de las causas que generan los problemas de paros no programados de las máquinas, los cuales deben ser atendidos por el departamento de mantenimiento.

## **1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO**

### **1.5.1 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.5.2 Objetivo General**

**Diseñar un Plan de administración de Mantenimiento por medio del análisis del manejo de los equipos de Oberg Medical para la optimización de su funcionamiento y la reducción de paros por mantenimiento.**

#### **1.5.3 Objetivos Específicos**

- Diagnosticar las tareas del programa actual de mantenimiento, así como los procesos asociados a los equipos.
- Proponer acciones de mejora que contribuyan a la elaboración de un Plan de Administración de Mantenimiento.
- Evaluar el impacto del plan de administración de mantenimiento en los equipos de Oberg Medical.

## **1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES**

### **1.6.1 ALCANCES**

La aplicación de este proyecto abarcará el área de CNC de la empresa Oberg Medical con sede en Barreal de Heredia, en la Zona Franca Metropolitana, edificio B3, lo que permitirá mejorar los problemas de baja disponibilidad de máquinas, mejorando la producción y generando crecimiento en la organización, lo que incrementara las horas máquinas, las cuales necesitan de operadores y, a su vez, genera el aumento de personal que genera nuevos empleos y puestos de trabajo en la empresa.

### **1.6.2 LIMITACIONES**

El proyecto se inicia en setiembre del 2017 con pocos historiales de paros no programados de mantenimiento, los cuales no fueron documentados por las personas que ocuparon el cargo de jefe de mantenimiento, lo que produce que la investigación este limitado de precedentes en años anteriores o conste de registros de equipos más viejos.

El aspecto económico representa una limitación, ya que la compañía no quiere invertir en un programa de control y la investigación que se realizará, podría demostrar que es necesario un cambio en la manera actual de trabajo, la cual necesitará de una inversión monetaria para su desarrollo.

El personal manifestó disconformidad en algunos momentos del proyecto, al sentir amenaza.



## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

## **2.1 MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL GENERAL**

### **2.1.2 El Origen del Mantenimiento**

El origen del mantenimiento va de la mano con el origen de las máquinas, desde los tiempos prehistóricos, edad media, revolución industrial con la creación de máquinas y herramientas el ser humano se ha visto obligado en su vida cotidiana ante la necesidad de darle mantenimiento a sus instrumentos que le permitan alcanzar sus objetivos, por lo que ha adoptado labores de mantenimiento. Achía (2012) afirma: "...la función concreta del mantenimiento es sostener la funcionalidad y el cuerpo de un objeto o aparato productivo para que cumpla su función de producir bienes y servicios" (pág.17).

Por su funcionalidad, el mantenimiento ha estado presente en todas las épocas de la historia, ya que el hombre en su vida cotidiana se vio obligado a reparar sus herramientas de trabajo, esto dio origen a las primeras formas de mantenimiento. las cuales fueron avanzando con el paso del tiempo en épocas como el Renacimiento donde surgen personajes como Leonardo da Vinci, Galileo Galilei, que dan sus primeros aportes a la ingeniería y con la llegada de la revolución industrial se dieron grandes avances tecnológicos con la creación de las primeras máquinas de vapor. Achia (2012) afirma:

"...con la creación de la máquina de vapor, el hombre llega a un punto donde la máquina está para servir al hombre, y no esté para servir a la máquina. Esto trae un desarrollo fuerte, sobre todo, en la industria textil, donde inician los primeros

sistemas de producción por volumen y con ellos los primeros problemas de paros inesperados por fallas de elementos o componentes de las máquinas” (pág. 17).

El desarrollo de la máquina a vapor se da el crecimiento de la industria generando las primeras fábricas de alta producción en tiempos donde se carecía de garantías o leyes de protección a los obreros y donde las extensas jornadas de producción eran al límite y las máquinas se exigían a sus niveles más altos. Achia (2012): afirma:

“...con el pasar de los años las fábricas de producción en masa fueron apareciendo, y entre los años de 1913 y 1920, Henry Ford crea los sistemas organizados de producción en cadena. Para poder operar estos sistemas, debía contarse con planes de mantenimiento, donde ya no debía esperarse a que fallasen los equipos para realizar las respectivas reparaciones, sino que se programaban paros a horas específicas para realizar los cambios de piezas que sufrían algún tipo de desgaste o deterioro. (pág. 18)

El mantenimiento ha ido evolucionando a lo largo del tiempo, pueden mencionarse con el paso del tiempo y durante la historia los tipos de mantenimiento que existen:

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento productivo total (T.P.M.)
- Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)

Cada uno con características determinadas y muy útiles aplicadas a la necesidad y avance de la empresa, el mantenimiento correctivo siempre va a existir, pero no porque sea el primero en aparecer en la historia será el de menor importancia.

## **2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO**

### **2.2.1 Plan de Mantenimiento Preventivo**

El objetivo del mantenimiento preventivo es encontrar y corregir todos aquellos problemas menores antes que provoquen fallas. Cortés (2010) afirma: "...el mantenimiento preventivo puede ser definido como una lista completa de actividades, realizadas por los usuarios, operadores y encargados de mantenimiento, todo ello para asegurar el correcto funcionamiento de la planta, edificios, máquinas, equipos, vehículos, etc." (pág. 14).

Esto para anticiparse a las situaciones que generan desperfectos en los equipos e instalaciones y son los causantes de los paros de producción que perjudican a la empresa, deteniendo sus procesos productivos por reparaciones o cambios en las máquinas, las cuales con un plan de mantenimiento preventivo pueden alcanzar un nivel óptimo de mantenimiento y aumentar el rendimiento de las máquinas, así también estar pendiente del cambio de lubricantes, aceites y mecanismos en las máquinas cuando ya estén necesitando de un cambio por deterioro o por vencimiento, el cual puede provocar daños en los equipos, por lo que implementar acciones como cambio de filtros y limpieza diaria de las máquinas ayuda a preservar la vida útil de los equipos además de la aplicación de un plan eficiente que permita un control del mantenimiento. Cortés (2010) afirma:

"Es importante trazar la estructura del diseño e incluir en ella los componentes de conservación, confiabilidad, mantenibilidad y un plan que fortalezca la gestión de cada

Uno de los diversos estratos organizativos y empleados, sin importar su ubicación geográfica, pero indicando las responsabilidades para garantizar el cumplimiento”. (pág. 14). Por lo que es de gran importancia la aplicación de un plan que garantice su optimización en los procesos de mantenimiento en la organización.

### **2.2.2 Eventos de Mantenimiento Preventivo**

La siguiente Tabla presenta las acciones de mantenimiento preventivo aplicados a los equipos del departamento de CNC, estos eventos fueron ejecutados por el departamento de mantenimiento y fueron registrados por el supervisor de mantenimiento.

La Tabla muestra la cantidad de eventos realizados en el año 2017, con su respectiva fecha de ejecución y el porcentaje de finalización de cada trabajo realizado en los equipos.

Tabla 3. Eventos Mantenimiento Preventivo 2017

Mes	fecha	Ejecutada	%
ene-17	10	10	100%
feb-17	34	34	100%
mar-17	16	16	100%
abr-17	28	28	100%
may-17	26	26	100%
jun-17	29	29	100%
jul-17	16	16	100%
ago-17	44	44	100%
sep-17	16	16	100%
oct-17	24	24	100%

Fuente: Elaboración propia, 2018

### **2.2.3 Kaizen**

La filosofía Kaizen se refiere a una estrategia o metodología de calidad en la empresa y en el trabajo, tanto individual como colectivo. Kaizen es hoy una palabra muy relevante en varios idiomas, ya que se refiere a la filosofía asociada con el sistema de producción Toyota, empresa fabricante de vehículos de origen japonés. “¡Hoy mejor que ayer, mañana mejor que hoy!” es la base de la milenaria filosofía Kaizen, y su significado es que siempre es posible hacer mejor las cosas. En la cultura japonesa, está implantado el concepto de que ningún día debe pasar sin una cierta mejora. Partiendo del principio de que el tiempo es el mejor indicador aislado de competitividad, esa estrategia permite actuar en grado óptimo al reconocer y eliminar desperdicios en la empresa, o sea, en procesos productivos ya existentes o en fase de proyecto, de productos nuevos, del mantenimiento de máquinas o incluso de procedimientos administrativos. Su metodología trae consigo resultados concretos, tanto cualitativos como cuantitativos, en un lapso relativamente corto y a un bajo costo (por lo tanto, aumenta el beneficio), apoyado en la sinergia que genera el trabajo en equipo de la estructura formada para alcanzar las metas establecidas por la dirección de la compañía.

### **2.2.4 Trabajo Estandarizado**

Trabajo estandarizado y Kaizen son dos caras de una misma moneda. El primero implica a los líderes de las líneas de producción al establecer procedimientos de trabajo normalizados para sus propios equipos humanos de trabajo, al mismo tiempo que otras personas están haciendo las cosas de acuerdo con los lineamientos establecidos.

Representa la revisión continua de los procedimientos de trabajo para lograr el mejoramiento de la eficiencia, la calidad y las condiciones del trabajo. Asimismo,

permite una sólida base para mantener la productividad y la seguridad en sus más altos niveles.

### **2.2.5 Six Sigma**

El Six Sigma es una filosofía de negocios, la cual está enfocada a la satisfacción de los clientes y que utiliza una metodología la cual según Socconini (2015) afirma que:

“...utiliza una metodología para disminuir el desperdicio por medio de la reducción de la variación en los procesos” (pág. 10). Metodología que es utilizada en muchas organizaciones, la cual permite controlar la variabilidad de los procesos que lleven a cabo.

Six Sigma utiliza herramientas estadísticas para la caracterización y el estudio de los procesos, de ahí su nombre, ya que sigma representa tradicionalmente la variabilidad en un proceso y el objetivo de la metodología Six Sigma es reducir esta de modo que mi proceso se encuentre siempre dentro de los límites establecidos por los requerimientos del cliente.

Dentro de los beneficios que se obtienen del Six Sigma están la: mejora de la rentabilidad y la productividad.

El proceso Seis Sigma (six sigma) se caracteriza por cinco etapas bien concretas: Definir el problema o defecto, medir y recopilar datos, analizar datos, mejorar y controlar.

## 2.2.6 Metodología DMAIC

Herramienta de la metodología Six Sigma, enfocada en la mejora incremental de los procesos inexistentes.

### 2.2.6.1 Pasos de la Metodología DMAIC

- **Definir:** Se refiere a establecer los requerimientos del cliente y entender los procesos importantes afectados. Este paso consiste en definir quién es el cliente, así como sus requerimientos y expectativas.
- **Medir:** El objetivo de esta etapa es medir el desempeño actual del proceso que busca mejorarse. Se determinan los indicadores y tipos de defectos que se utilizarán durante el proyecto. Posteriormente, se diseña el plan de recolección de datos y se identifican sus fuentes, y se lleva a cabo la recolección de los distintos datos. Por último, se comparan los resultados actuales con los requerimientos del cliente para determinar la magnitud de la mejora requerida.
- **Analizar:** En esta etapa se lleva a cabo el análisis de la información recolectada para determinar las causas- raíz de los defectos y oportunidades de mejora. Posteriormente, se analizan las oportunidades de mejora, de acuerdo con su importancia para el cliente, y se identifican y validan sus causas de variación.
- **Mejorar:** Se diseñan soluciones que ataquen el problema- raíz y lleven los resultados hacia las expectativas del cliente. También, se desarrolla el plan de implementación.

- **Controlar:** Tras validar que las soluciones funcionan, es necesario implementar controles que aseguren que el proceso se mantendrá en su nuevo rumbo. Para prevenir que la solución sea temporal se documentan el nuevo proceso y su plan de monitoreo.

### 2.2.7 Las 5s

Es una metodología japonesa basada en 5 principios simples:

- **Seiri( 整理 ):** Organización. Separar los elementos innecesarios

El propósito de clasificar significa retirar de los puestos de trabajo todos los elementos que no son necesarios para las operaciones de mantenimiento o de oficinas cotidianas.

Los elementos necesarios se deben mantener cerca de la acción, mientras que los innecesarios se deben retirar del sitio, donar, transferir o eliminar. El primer paso en la clasificación consiste en preocuparse de los elementos innecesarios del área, y colocarlos en el lugar seleccionado para implantar las 5s.

En este paso se pueden emplear las siguientes ayudas:

En esta primera S será necesario un trabajo a fondo en el área, para dejar solamente lo que sirve.

Se entregarán dos formatos tipo para realizar la clasificación. En el primero se anotará la descripción de todos los objetos que sirvan en el área y en el otro se indicarán todos los objetos que son innecesarios en el área.

Con esto, además, se tiene un listado de los equipos y herramientas del área.

**Seiton ( 整頓 ): Orden. Situar los necesarios**

Consiste en establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.

Pueden usarse métodos de gestión visual para facilitar el orden.

En esta etapa se pretende organizar el espacio de trabajo con el objeto de evitar las pérdidas tanto de tiempo como de energía. Las normas de Seiton:

- Organizar racionalmente el puesto de trabajo (proximidad, objetos pesados fáciles de coger o sobre un soporte, ...)
- Definir las reglas de ordenamiento
- Hacer obvia la colocación de los objetos
- Los objetos de uso frecuente deben estar cerca del operario
- Clasificar los objetos por orden de utilización
- Estandarizar los puestos de trabajo

**Seiso ( 清掃 ): Limpieza. Suprimir Suciedad**

Una vez que el espacio de trabajo está despejado ( seiri ) y ordenado ( seiton ), es mucho más fácil limpiarlo (seiso). Esto consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad para asegurar que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado operativo.

El incumplimiento de la limpieza puede tener muchas consecuencias y provocar incluso anomalías o mal funcionamiento de la maquinaria. Normas para Seiso:

- Limpiar, inspeccionar y detectar las anomalías
- Volver a dejar sistemáticamente el área en buenas condiciones
- Facilitar la limpieza y la inspección
- Eliminar la anomalía en origen.

### **Seiketsu( 清潔 ): Estandarizar. Señalizar Anomalías**

Consiste en distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos. A menudo, el sistema de las 5s se aplica solo puntualmente. Seiketsu recuerda que el orden y la limpieza deben mantenerse cada día. Para lograrlo es importante crear estándares. Para conseguir esto, las normas siguientes son de ayuda:

- Hacer evidentes las consignas: cantidades mínimas, identificación de las zonas.
- Favorecer una gestión visual ortodoxa.
- Estandarizar los métodos operatorios.
- Formar al personal en los estándares.

**Shitsuke( 躰 ): Disciplina. Seguir mejorando**

Consiste en trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas. Esta etapa contiene la calidad en la aplicación del sistema 5s. Si se aplica sin el rigor necesario este pierde toda su eficacia. Es también una etapa de control riguroso de la aplicación del sistema. Los motores de esta etapa son una comprobación continua y fiable de la aplicación del sistema 5s (las 4 primeras 's', en este caso) y el apoyo del personal implicado.

## 2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO

Para Newbrough (2002), es de suma importancia establecer que son tres las áreas de Planeación para el mantenimiento. La primera de ella abarca la planeación a largo plazo de las necesidades de mantenimiento y se encuentra íntimamente vinculada con los pronósticos de las ventas y la producción, dependiendo también de ellos. esta clase de planeación se lleva a cabo en las empresas importantes, por el personal respectivo, encargado de elaborar un programa de esta índole para la totalidad de la empresa.

Del mismo modo, los planes a corto plazo, que integran la segunda área, comprenden lapsos de aproximadamente un año y se preparan bajo la supervisión directa de los gerentes del departamento de mantenimiento, entre estos puede incluir: los presupuestos, la mayoría de las reparaciones de importancia y todo el mantenimiento a gran escala. finalmente, la tercera área comprende planes inmediatos de la función de mantenimiento y viene a ser una planeación específica de trabajo de mantenimiento, esta clase de previsión se elabora por técnicos del grupo de control de mantenimiento.

De acuerdo con el planteamiento del autor es significativo que las tres tareas de planeación difieran mucho en cuanto a tipo y lugar de desarrollo; mientras más penetran los planes en el futuro, mayor es el nivel de responsabilidad, tienen poco en común salvo que todas figuran bajo la denominación de planeación y son necesarias para la consecución de los objetivos de la empresa. El diseño de un plan de mantenimiento preventivo promoverá una revisión planificada de los equipos del área de CNC de Oberg Medical y un control detallado de cada procedimiento.

Por lo anterior, debe puntualizarse cuáles son los beneficios de la realización del presente proyecto para Oberg Medical Costa Rica a corto, mediano y largo plazo. Ya se ha elegido la metodología para la ejecución de dicho trabajo, incluyendo Ishikawa, paretos y metodología DMAIC, por lo que las primeras etapas serán parte de los impactos a corto plazo que serán observables para el grupo gerencial de la compañía. Igualmente, definir cuál es el problema que impide que se baje el índice de disponibilidad de los equipos por labores de mantenimiento y afecte de cierta forma con la demanda estimada proyectada del producto será la primera ventaja de la ejecución del proyecto, esta se alcanza, tomando en cuenta la experiencia de los que están inmersos directamente en el proceso; como lo indica Bravo (2009):

Los participantes del proceso son los que mejor saben cómo describir y mejorar el proceso, porque “están en terreno”. Debe ser una labor continua. Por lo tanto, puede afirmarse que la descripción de los procesos ya deja a las personas más preparadas que antes y a la organización en mejores condiciones para cumplir su misión. (p.84)

Posteriormente, en la etapa de medición busca el extraer información valiosa del proceso productivo: “Medición del nivel de desempeño del proceso al iniciar el proyecto, por lo general en términos de las métricas.” (Gutiérrez y de la Vara, 2009, p.452) Debe hacerse hincapié en registrar la información que sea referente al proceso y pueda emitir datos íntegros y relevantes para la toma de decisiones.

También, en la etapa de Análisis debe identificarse, por medio de la información recolectada, todas las posibles variables o causas del problema anteriormente definido.

En esta es donde se utilizan variadas herramientas ingenieriles para determinación de problemas, tales como Pareto, Ishikawa, lluvias de ideas, mapeo de procesos, los cinco porqués, entre otros. Además de identificar las posibles causas, es imprescindible conocer el porqué de su ocurrencia. Luego de concluido el análisis, la compañía lleva ventaja sobre la situación, es aquí donde posee la o las respuestas a la gran pregunta de por qué hay un alto índice de fallos en los equipos. Según el Centro de Innovación y Desarrollo Empresarial Cidem (2004), la etapa de análisis debe enfocarse en: "...en los parámetros importantes, determinar los factores potenciales, valorar la influencia de cada factor" (p.63). Por lo tanto, una vez completado esto, es posible continuar con la etapa esperada por el cuerpo gerencial, Mejorar.

Seguidamente, la etapa de Mejorar pretende implementar actividades o cambios que mitiguen el problema ya definido. Es la más anhelada y lo que permite la realización del proyecto, ya que lo que siempre se busca es la solución a lo que genera la improductividad, como se planteó al inicio de este trabajo de investigación, Oberg Medical tiene problemas en el mantenimiento de los equipos y paros no programados de estos. Las mejoras que aquí se propongan deben ser capaces de generar un incremento en la disponibilidad de los equipos y reducir los paros no programados de mantenimiento para hacer frente a la demanda proyectada. Aquí se espera obtener mejoras que mantengan a la compañía en el mercado y este será el principal beneficio, el cual podrá obtenerse a mediano plazo. Para ello, es indispensable contar con una estrategia de cambio que explica Bravo (2009) es:

Es vital contar con las definiciones que aporta la estrategia para lograr el rediseño de procesos. Es un insumo indispensable.

Hoy, el rol de la estrategia permite que la organización sea receptiva al cambio, con flexibilidad e innovación.

Ayuda a obtener una visión de los verdaderos intereses de los clientes y a definir los cursos de acción para atenderlos. Lo más vital es tener una propuesta de valor para los clientes que mueva hacia la acción. Todos los participantes del proceso deben tener claridad sobre los objetivos, resultados y propósito del proceso, definiciones que deben estar alineadas con el resto de la organización. (p. 95)

Por último, determinar cómo mantener las mejoras corresponde a la etapa de Control. Aquí deben fijarse herramientas que permitan controlar las variables que generan el problema que desea eliminarse. Todo esto requiere un alto nivel de compromiso de la gerencia y los involucrados con las mejoras establecidas, así como el uso de herramientas que permitan determinar si la mejora funciona. Debe prevenirse a toda costa la reaparición del problema, manteniendo el desempeño en las operaciones: “Mejoras sostenibles, definir las tolerancias, capacidad y control de procesos” (Centro de Innovación y Desarrollo Empresarial Cidem, 2004, p. 63). Esto es lo que, a largo plazo, le permitirá a la compañía, ser competitiva en su sector, así como también alcanzar un excelente ambiente laboral, pues estos proyectos hacen sentir a los colaboradores incluidos y con sensación de satisfacción al ver que la empresa está

encaminada en mejora continua lo que, a la postre, da una sensación de estabilidad laboral.

### **2.3.1 Condiciones para que se cumpla**

Los apoyos de las jefaturas de la empresa conjuntamente con el soporte de los empleados serán vitales para lograr que se cumpla lo planeado, ya que de ellos dependerá que se cumpla con todo lo que se planee, implemente y busque controlarse.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

## **3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

### **3.1.1 Finalidad**

El presente estudio es aplicado, ya que tiene como finalidad el enfoque en la atención sobre la solución de los problemas más que en las teorías, pues pretende implantar ideas con el propósito de mejorar la situación actual, tanto en el campo económico como en la documentación.

### **3.1.2 Dimensión Temporal**

El alcance de este estudio es transversal, puesto que pretende solucionarse una problemática en un momento dado; no tanto estudiar el fenómeno o el objeto de estudio en distintos momentos del tiempo.

### **3.1.3 Marco**

El marco de la investigación se compone de dos partes: macro y micro. La parte macro está constituida por el departamento de mantenimiento de Oberg Medical y la parte micro es la evaluación y diseño de un plan de mantenimiento preventivo para el departamento de CNC de Oberg Medical.

### **3.1.4 Naturaleza**

El presente trabajo investigativo se enmarca dentro de la corriente mixta, ya que permite un abordaje cualitativo-cuantitativo, de tipo descriptivo, ya que su objetivo ha sido evaluar el plan de mantenimiento preventivo que maneja actualmente la compañía.

## **3.2 FUENTES DE INFORMACIÓN**

### **3.2.1 Fuentes Primarias**

Las fuentes primarias son las personas que suministran información oral y escrita directamente al investigador por medio de relatos o escritos transmitidos por los participantes en un suceso o acontecimiento. En la investigación realizada las fuentes primarias fueron el jefe del departamento de mantenimiento, el señor Álvaro Montoya y los operadores de los equipos de Oberg Medical, tesis y libros consultados en la biblioteca virtual de la Universidad Hispanoamericana.

### **3.2.2 Fuentes secundarias**

Información secundaria es la recopilada en los demás capítulos para el análisis del tema, además de la que conforma el marco teórico que sirvió para obtener un diagnóstico del problema por resolver. También, se consultó *literatura* para indagar acerca de definiciones que se utilizaron en el marco teórico del proyecto.

## **3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS Y DE INFORMACIÓN**

### **3.3.1 Entrevista**

Las entrevistas permiten no solo obtener información sobre individuos y grupos, sino que además facilitan la recolección de otra información. Esta información se constituye en una herramienta o técnica extremadamente flexible, capaz de adaptarse a cualquier condición, por lo que posibilita responder a preguntas y orientar la investigación. Para ello, primeramente se elabora una guía de entrevista.

En este caso, se entrevistó al señor Álvaro Montoya y diferentes operadores técnicos de los equipos que se les brinda mantenimiento, quienes fueron los que suministraron la mayor parte de la información.

### **3.3.2 Observación Directa**

La observación directa es una observación visual de lo que ocurre en una situación real, para clasificar y consignar los acontecimientos pertinentes de acuerdo con algún plan o esquema previsto. Dichas observaciones se llevaron a cabo en el edificio B3 de Oberg Medical.

### **3.3.3 Encuesta**

Para hacer un correcto diagnóstico de la situación actual como parte de obtener la percepción de la población acerca de las labores de mantenimiento preventivo se pretende hacer una encuesta en una población de 52 personas aplicada a una muestra de 22 personas, siendo el 43% de la población, que laboran en los

diferentes turnos del departamento de CNC y corresponden a los operadores que a diario están en contacto con los equipos.

La Figura 8 detallará los pasos mediante los cuales se recolectaron los datos para analizar la situación actual de la empresa Oberg Medical.

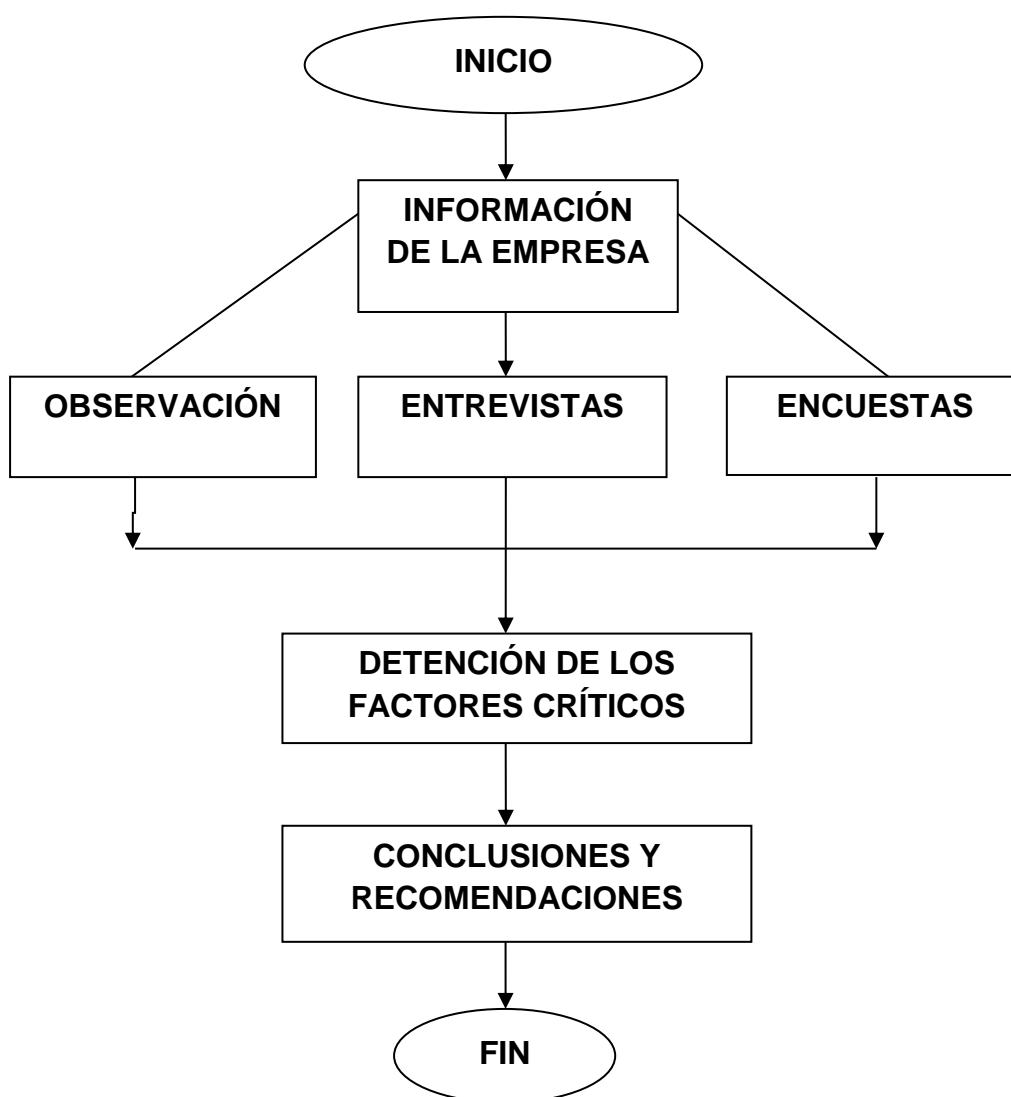


Figura21. Metodología utilizada para el análisis de la situación actual

Fuente: Elaboración propia, 2018

### **3.4 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

La metodología que se utiliza para definir el problema se enfoca principalmente en determinar aquellos elementos que generan deficiencias en los procesos operativos de los equipos de Oberg, generando paros en la producción por paros no programados de los equipos, debe realizarse una lluvia de ideas, la cual surge de reuniones que se llevan a cabo con el personal a cargo de la operación de los equipos y la Gerencia en la cual se describen factores que impactan los procesos productivos, seguidamente debe analizarse las causas encontradas mediante la ayuda de un diagrama causa-efecto en el cual se identifican los factores de acuerdo con su categoría principal para determinar la causa raíz.

Otro método por utilizar es la observación en los departamentos, para identificar los procesos involucrados y poder conocer en profundidad la situación actual de la organización, seguidamente debe realizarse las entrevistas y encuestas con los colaboradores para la comprensión de los procesos y recopilar la información para el desarrollo del proyecto por desarrollar.

Se utilizará un diagrama de Gantt como herramienta metodológica de cómo se estructuraron etapas para definir el problema, mostrando el marco cronológico de cómo se desarrolló la investigación en su primera etapa.

Se utilizó diagramas de Ishikawa y Paretos para definir las principales causas que generan el problema en la empresa.

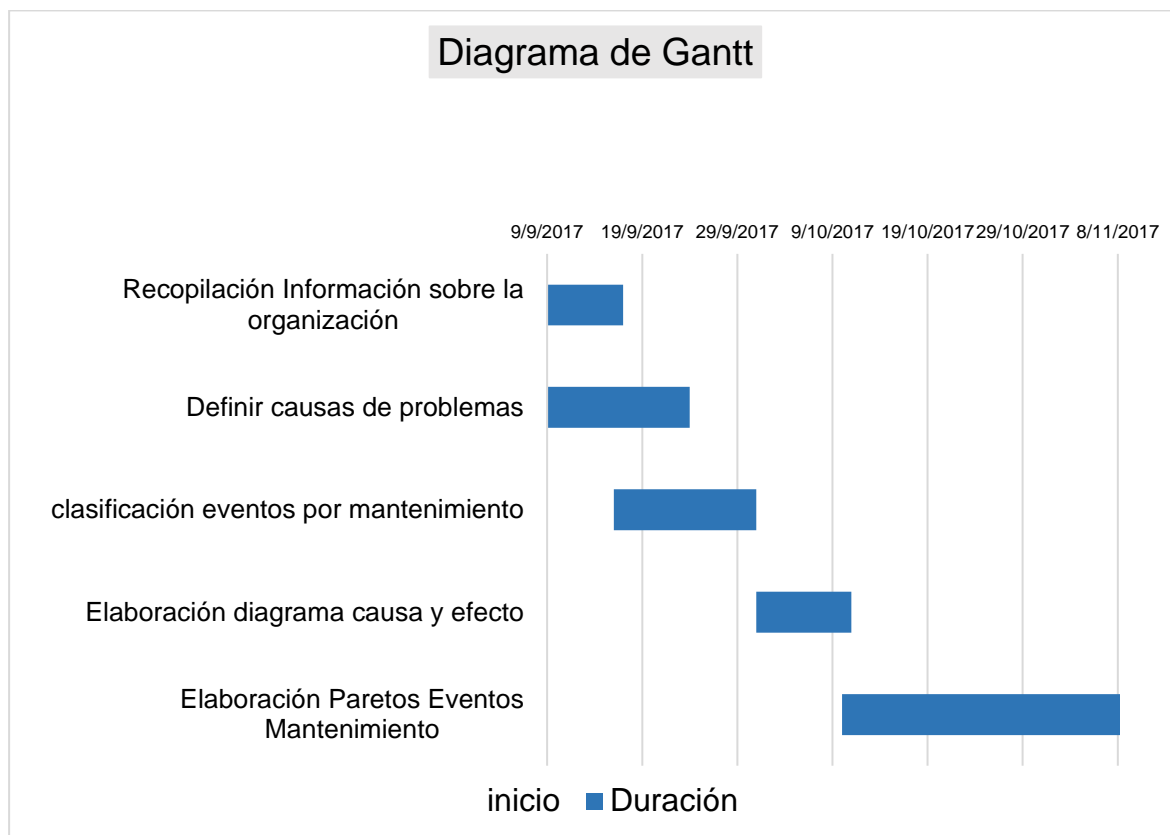


Figura 22. Diagrama de Gantt metodología para definir el problema

**Fuente: Elaboración propia, 2018**

## 3.5 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO

### CUALITATIVO DE PROYECTO

#### 3.5.1 Diagrama de Ishikawa

Diseñada con la apariencia de una espina de pescado, esta herramienta fue aplicada por primera vez en 1953, en el Japón, por el profesor de la Universidad de Tokio, Kaoru Ishikawa, para sintetizar las opiniones de los ingenieros de una fábrica cuando discutían problemas de calidad. Su definición es la siguiente:

“El diagrama de causa-efecto o diagrama de Ishikawa es un método gráfico que refleja la relación entre una característica de calidad (muchas veces, un área problemática) y los factores que posiblemente contribuyente a que exista. En otras palabras, es una gráfica que relaciona el efecto (problema) con sus causas potenciales.”

El diagrama de causa y efecto (o espina de pescado) es una técnica gráfica ampliamente utilizada, que permite apreciar con claridad las relaciones entre un tema o problema y las posibles causas que pueden estar contribuyendo a que ocurra.

#### 3.5.2 Diagrama de Pareto

Es una herramienta que se utiliza para priorizar los problemas o las causas que los generan. Este concepto es aplicado a la calidad y de él se obtiene lo que hoy se conoce como la regla 80/20.

“El diagrama de Pareto sirve para seleccionar el problema que es más conveniente atacar, además, al expresar gráficamente la importancia del problema, se facilita la comunicación y se recuerda de manera permanente cuál es la falla principal” .

El gráfico de Pareto es una herramienta sencilla, pero poderosa al permitir identificar visualmente, en una sola revisión, las minorías de características vitales a las que es importante prestar atención, para, de esta manera, utilizar todos los recursos necesarios para llevar a cabo una acción de mejora sin malgastar esfuerzos. Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, puede decirse que 20% de ellas resuelven 80% del problema y 80% de las causas solo resuelven 20% del problema.

Se recomienda el uso del diagrama de Pareto:

- Para identificar oportunidades de mejorar.
- Para identificar un producto o servicio para el análisis de mejora de la calidad o cuando existe la necesidad de llamar la atención sobre los problemas o causas de una forma sistemática.

### **3.5.3 Diagrama de Gantt**

Se utilizó un diagrama de Gantt como herramienta para el respaldo cualitativo del proyecto y las actividades que se realizaron para diagnosticar la situación de la organización.

Se llevó a cabo la tarea de revisar los procesos de la organización, así como sus inventarios, protocolos de validaciones, mantenimiento, además de realizar una encuesta al personal de la empresa.

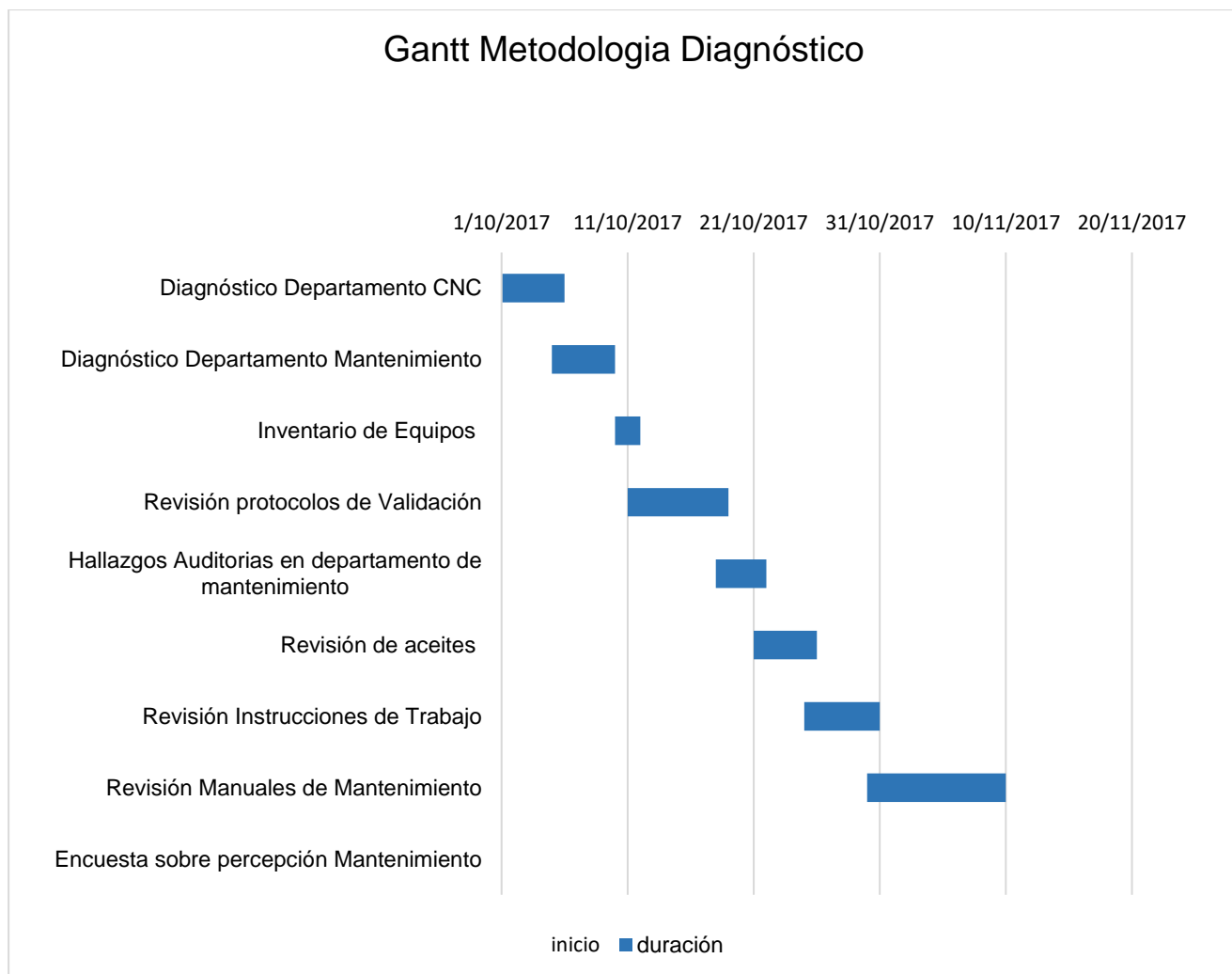


Figura 23. Gantt Metodología de Diagnóstico

**Fuente: Elaboración propia, 2018**

Tabla 4. Metodología del diagnóstico

Objetivos	Actividades	Herramientas	Resultados esperados
Identificar cuales métodos se utilizan para llevar un control detallado de los procesos de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auditar el proceso de mantenimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas no estructuradas a los jefes de departamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evidenciar el problema de investigación.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar si el proceso actual cumple con ser un procedimiento eficiente y detallado.</li> </ul>	Encuestas estructuradas con gráficos estadísticos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de las oportunidades de mejora que deberán ser aprovechadas con el fin de aproximarse al plan de mantenimiento en los niveles de excelencia operacional.</li> </ul>
	Identificación de las causa y efectos con los problemas encontrados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fichas de especificación de mantenimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evidenciar el problema de investigación.</li> </ul>
	Entrevistar a los encargados de mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas no estructuradas a los encargados de registro y contabilidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de mejoras en los procesos de control de mantenimiento.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia, 2018

### 3.6 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN, O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO

Se realizó una serie de propuestas que se llevaron a cabo como se representa en el diagrama de Gantt, estas propuestas se elaboraron en el periodo establecido y las mismas están basadas en mejorar la situación actual de la organización.

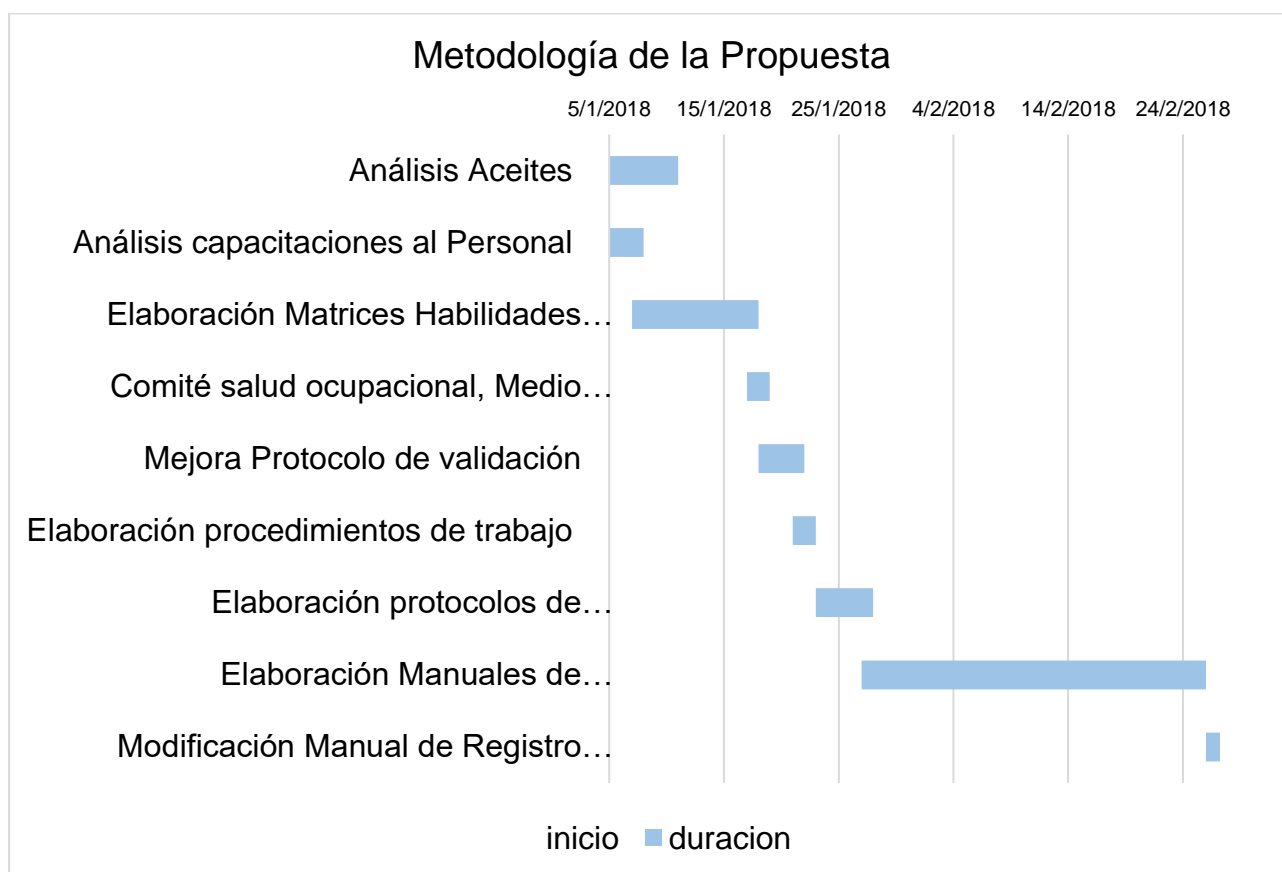


Figura24. Gantt Metodología para propuesta de Mejora.

**Fuente: Elaboración propia, 2018.**

### **3.7 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO**

Una vez aprobadas las propuestas y priorizada su implementación, se procede a dividir dicha implementación de todas las propuestas por periodos. A cada periodo se le llamará etapa de implementación y es en cada una de ellas, donde se asignan los esfuerzos necesarios para su puesta en marcha, tomando en cuenta recurso el económico y humano.

Inicialmente, para propuestas de mejora del tipo A, se procede a su puesta en marcha capacitando al personal correspondiente sobre el cambio y estableciendo un cronograma con las etapas de implementación, con lo cual se procura el impacto mínimo a la operación de la planta en caso de afectar el proceso productivo. Entonces, para las propuestas tipo B, se notificará de las mejoras en la reunión diaria de producción al inicio del turno. En caso de ser necesario, se solicitará espacio a la jefatura para capacitar al personal correspondiente en las mejoras.

En relación con lo anterior, en la figura 25 se muestran las actividades que se requieren para el inicio de la implementación de más mejoras seleccionadas.

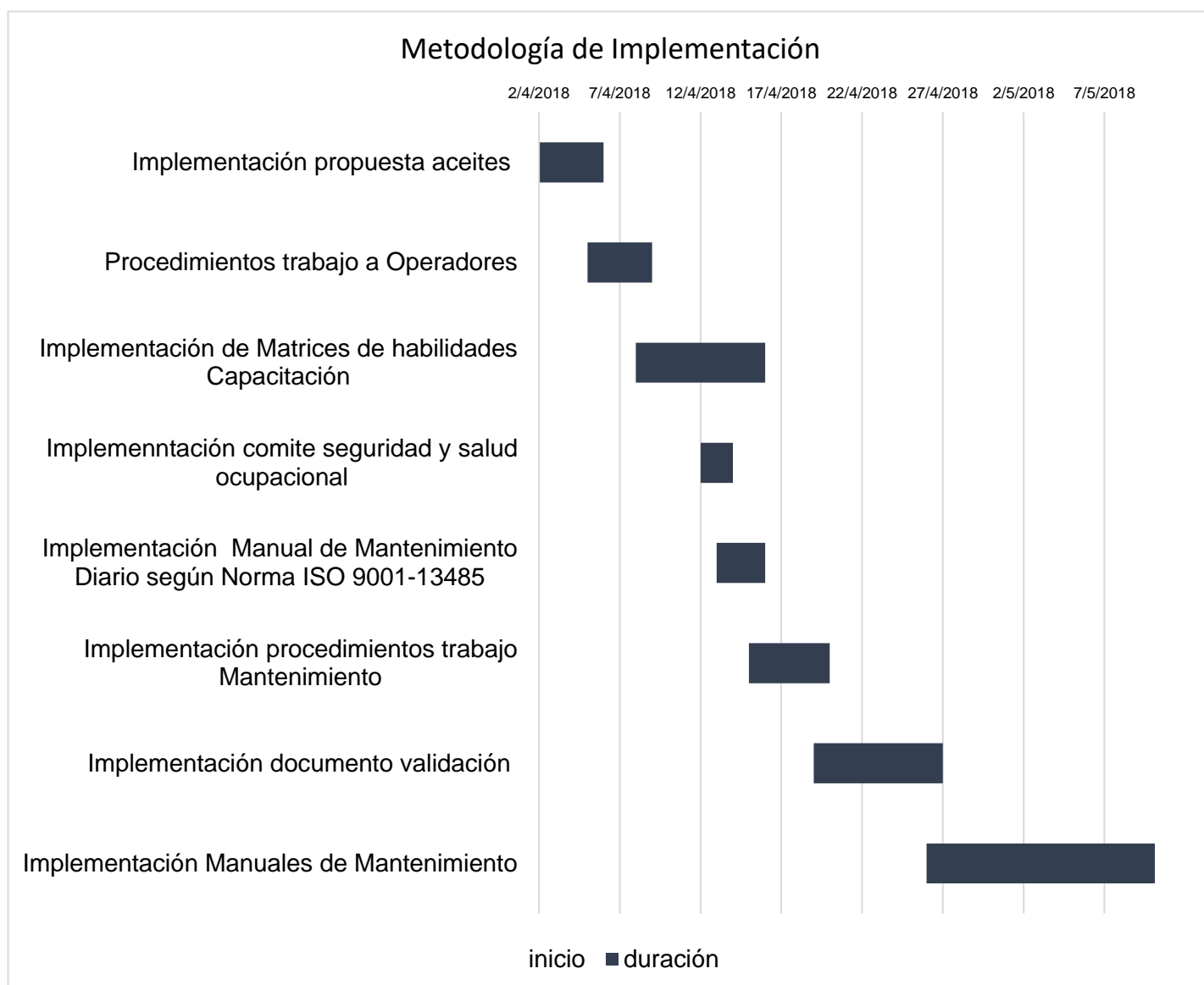


Figura 25. Gantt Metodología para la implementación

Fuente: Elaboración Propia, 2018

### **3.8 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS**

Con el fin de verificar el funcionamiento de las mejoras implementadas se realizarán análisis de la situación posterior a la puesta en marcha de las mismas esto puede observarse si las mejoras generaron el efecto deseado versus la situación inicial.

La comparación de la información se representa mediante gráficas, donde se pueda observar el comportamiento de las variables del proceso, los datos que en ella se incluyan deben ser íntegros para poder obtener un comportamiento real en este.

Debe crearse un sistema para mantener las mejoras logradas, asignando responsables, según sus funciones con respecto al proceso mejorado, para controlar las variables. Por lo tanto, es necesaria la capacitación de las personas involucradas en las mejoras y un compromiso de la alta gerencia y las jefaturas.

Para esto se realizará la actualización de documentación que permita dejar la evidencia de una directriz que apoya la puesta en marcha y obliga a la sostenibilidad de la mejora. También, es necesaria una propuesta de seguimiento de las mejoras para establecer un método que evalúe la situación de los procesos cada determinado tiempo, para verificar la efectividad de las mejoras implementadas y su sostenibilidad en un lapso. En la Figura 26 se detalla la metodología para el control de las mejoras implementadas.

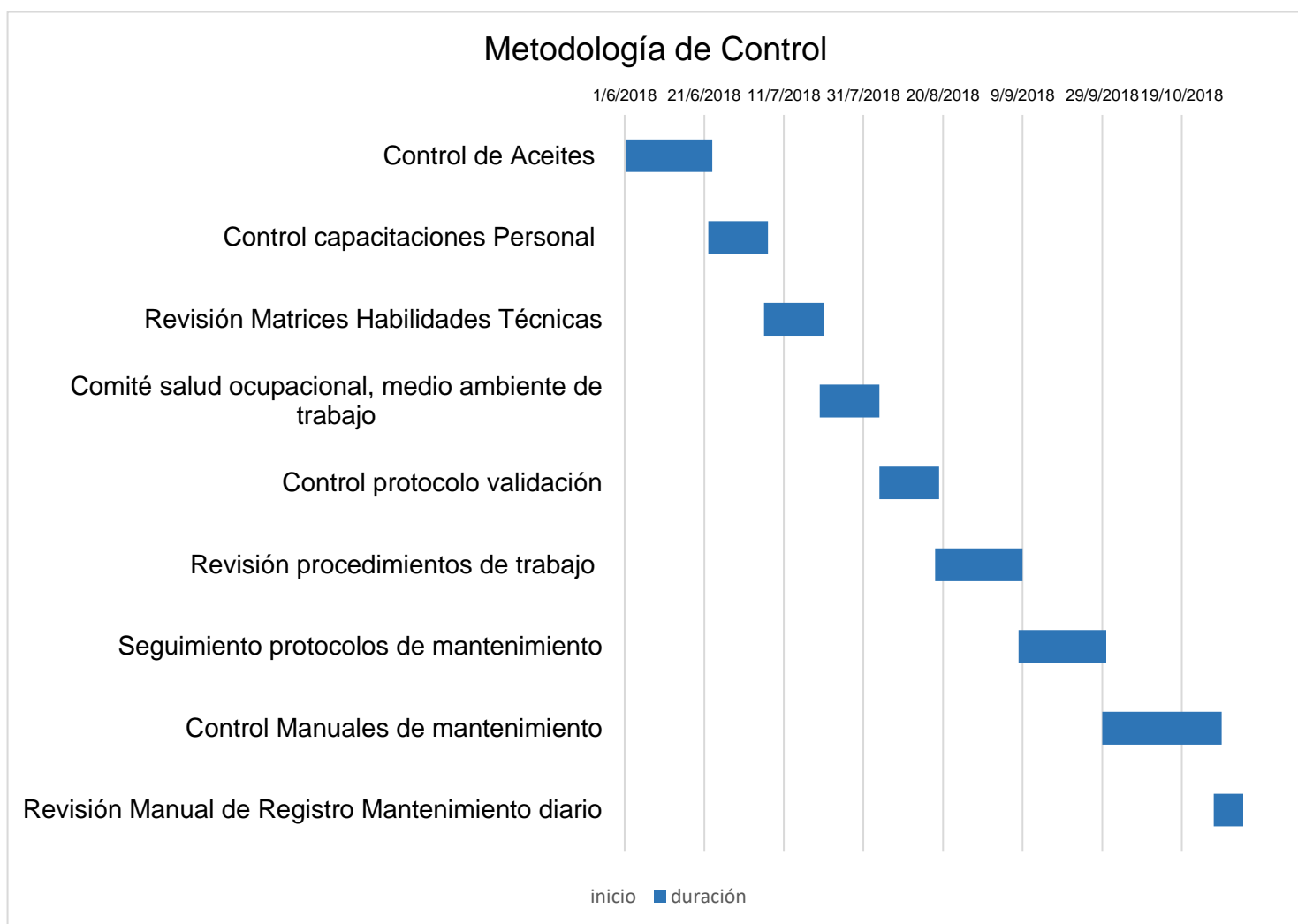


Figura 26. Gantt Verificación y Seguimiento Plan Administración de Mantenimiento.

**Fuente: Elaboración Propia, 2018**

## **CAPÍTULO IV**

### **DIAGNÓSTICO DE LAS TAREAS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO ACTUAL**

#### **4. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

Como parte de la investigación se hizo un análisis de las tareas de mantenimiento que se realizan en la empresa Oberg Medical, puede determinarse que la compañía carece de un sistema de mantenimiento efectivo que le permita mantener sus equipos en buen estado sin paros no programados de mantenimiento.

Logró observarse que hay una carencia en las labores cotidianas de mantenimiento por parte de los operadores de los equipos, puesto que no cuentan con una capacitación sólida en el área de mantenimiento de equipos industriales y, a su vez, la limpieza diaria de los equipos es deficiente, ya que no se cuenta con un sistema o procedimiento establecido de una manera seria en la que se realicen estas tareas que ayudan a mejorar la vida útil de los equipos y de sus componentes, los cuales sufren desgaste y pueden prevenirse de una manera controlada.

En el departamento de mantenimiento hay limitaciones por la ausencia de herramientas y de un stock de repuestos de los equipos, porque nunca se ha realizado un estudio previo de los repuestos con mayor demanda.

Como parte de la investigación por medio de encuestas y entrevistas a los operadores de los equipos, se percibe la falta de confianza hacia los encargados de mantenimiento por la falta de conocimiento y capacitación en los equipos con los que cuenta la empresa, lo que suscita que se tenga que subcontratar empresas externas especializadas en las marcas de las máquinas a un mayor costo y generando retrasos en la producción.

## 4.1 Diagrama Causa y Efecto

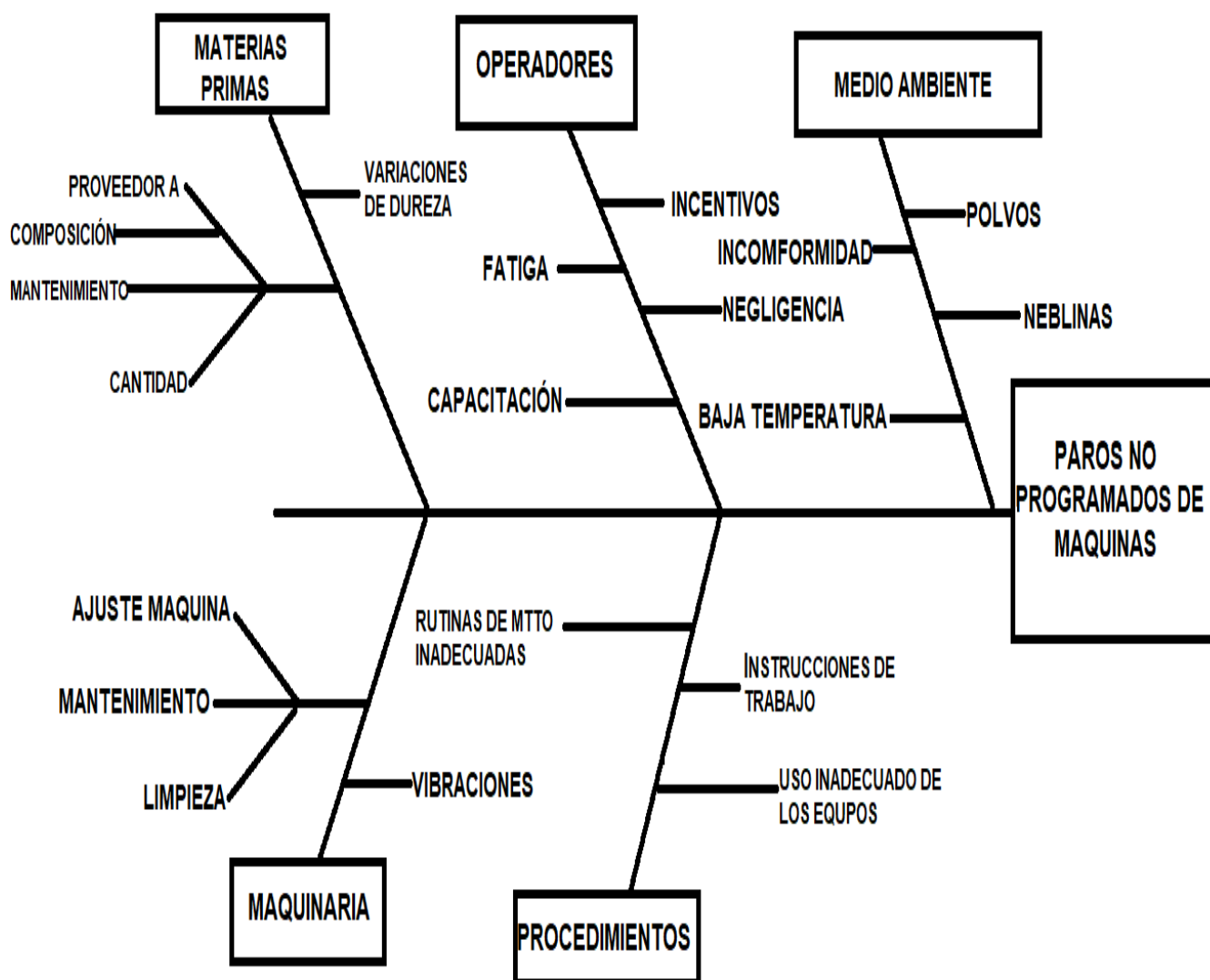


Figura11. Diagrama Ishikawa Paros no Programados en Equipos de CNC.

Fuente: Elaboración Propia, 2018

En el diagrama pueden identificarse muchas de los eventos que deben ser estudiados y analizados, ya que se presentan constantemente en la compañía Oberg Medical y que pueden ser causantes de situaciones que generan problemas en el óptimo funcionamiento de los equipos, así como también generan descontento en los colaboradores de la empresa.

Se realiza un estudio por medio de recolección de datos históricos de los eventos de mantenimiento por los que los equipos han tenido que ser detenidos de su operación habitual, teniéndoles que realizar alguna acción correctiva de mantenimiento.

Estas acciones correctivas serán sometidas a un análisis para detectar cuales pueden ser prevenidas con la aplicación de un mantenimiento preventivo, así como medir el impacto que generan en la compañía tanto a nivel económico como de funcionamiento.

### 4.2 Diagrama de Pareto

Se realiza un diagrama de Pareto de los eventos en los equipos esto para interpretar los datos de una mejor manera.

A continuación, se presenta la imagen del Pareto con el número de incidencias y el respectivo análisis.

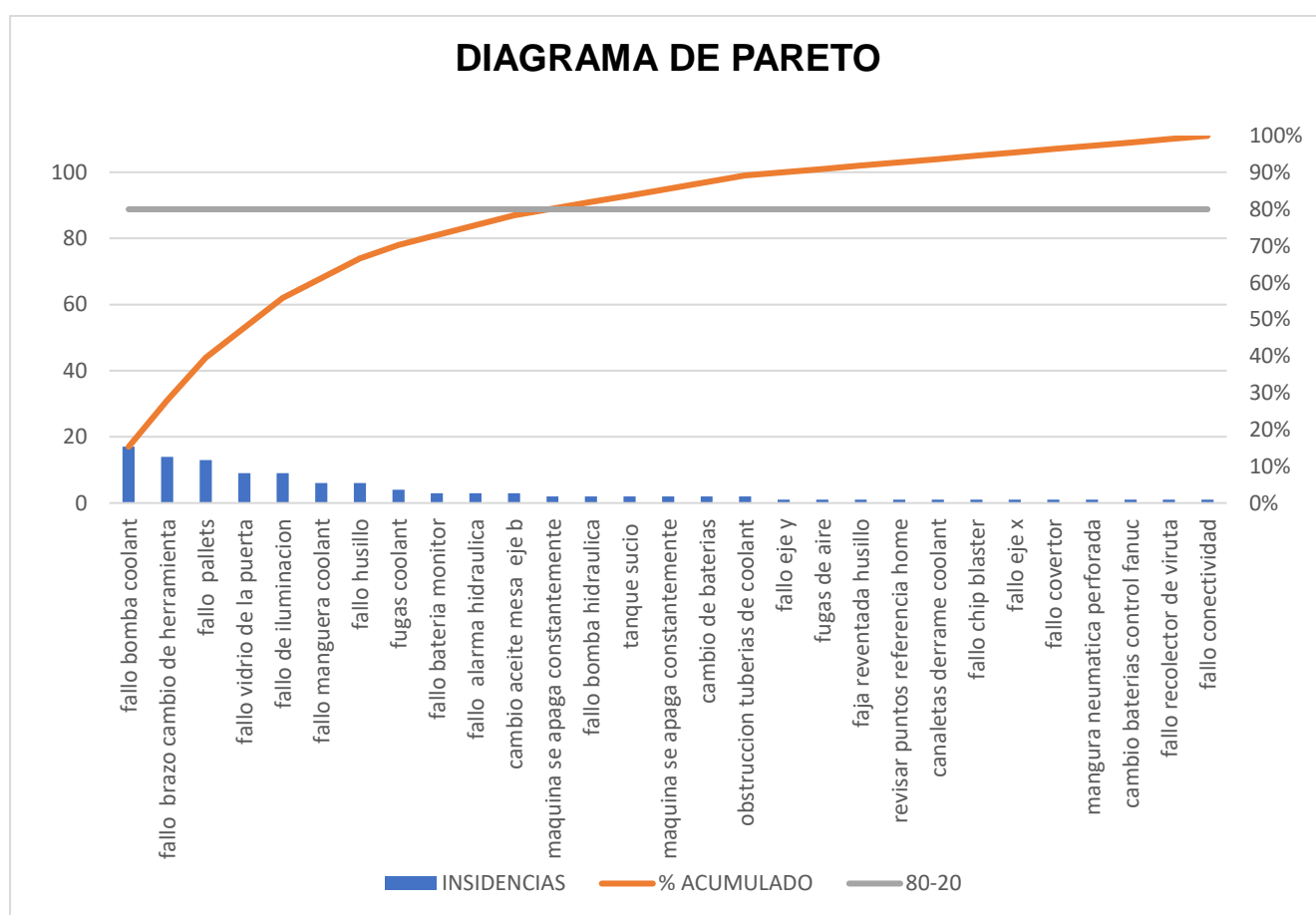


Figura12. Diagrama de Pareto Eventos Mantenimiento.

Fuente: Elaboración Propia, 2018

En el gráfico puede analizarse que los eventos que se generan en el área de CNC de Oberg Medical se dan en mayor cantidad de veces en fallos de coolant del sistema de refrigeración de las máquinas, así como fallos en sistemas hidráulicos y neumáticos que son los de mayor causa de paros no programados.

### **4.3 CONTEXTO HISTÓRICO DE LA EMPRESA Y EL MANTENIMIENTO**

#### **4.3.1 Oberg Medical y el Mantenimiento**

Oberg Medical es una empresa transnacional que cuenta con 15 años de labores operacionales desde que abrió sus puertas en Costa Rica en el año 2002, sus instalaciones se encuentran en Barreal de Heredia, Zona Franca Metropolitana edificio B3.

Oberg Medical con el pasar del tiempo se ha expandido sus operaciones en Costa Rica y su negocio se ha redirigido a la parte médica luego de que en el año 2002 su fuerte operacional era el área de la troquelaría que consistía en procesos de rectificado de formas y cilíndrico, pero desde el 2010 Oberg redirigió su negocio a la parte médica desarrollando diferentes productos elaborados por procesos de manufactura, los cuales son usados en el cuerpo humano o en implementos médicos usados en cirugías en la actualidad.

El desarrollo de Oberg Medical en sus procesos de manufactura ha generado un crecimiento en su producción, por lo consiguiente generando un aumento en su número de máquinas con el objetivo de cumplir con la producción asignada por la casa matriz ubicada en Freeport, Pensilvania y con el fin de satisfacer a los clientes buscando incrementar las ganancias en la compañía, provocando así que sea necesario una revisión del programa de mantenimiento preventivo que implementa actualmente debido a que la compañía no ha actualizado su plan de mantenimiento

el cual es muy importante para evitar paros no programados en la producción que generan retrasos en el planeamiento de la producción de las piezas que se fabrican y, a su vez, generan pérdidas de dinero cuantiosas a la compañía, las cuales no han sido calculadas por la empresa para contemplar las medidas correspondientes para mejorar el plan de mantenimiento que necesita ser evaluado y medido en diferentes rubros para medir su eficacia y funcionamiento en materia de mantenimiento preventivo y correctivo.

#### **4.3.2 Departamento CNC**

El departamento de CNC, actualmente, cuenta con 18 máquinas CNC de las cuales trabajan las 24 horas en 3 turnos de 8 horas diarias.

Se cuenta con un personal de 52 personas, las cuales están distribuidas en los turnos con los que cuenta la empresa.

Los operadores de las máquinas cuentan con un título en técnico medio en mecánica de precisión egresados de colegios técnicos y del INA, poseen amplios conocimientos en metrología y operaciones en máquinas CNC, además de tener conocimientos básicos del idioma inglés que es necesario para la lectura de planos mecánicos.

Los operadores de las máquinas tienen entre sus diversas funciones la obligación de la revisión diaria de las máquinas en materia de mantenimiento, verificando los niveles de lubricación, documentación de manuales de mantenimiento con la problemática de que no hay un sistema establecido que garantice que se cumplan todos los requerimientos de mantenimiento necesarios para el óptimo funcionamiento de los equipos.

### 4.3.3 Plano de Planta Oberg Medical Costa Rica

La siguiente imagen muestra las instalaciones de la empresa Oberg Medical con sede en la Zona Franca Metropolitana edificio B3, Barreal de Heredia, Costa Rica.

Se muestra las instalaciones con las que cuenta la compañía además de las oficinas administrativas y el área de CNC donde se realiza la manufactura de los productos que se producen.

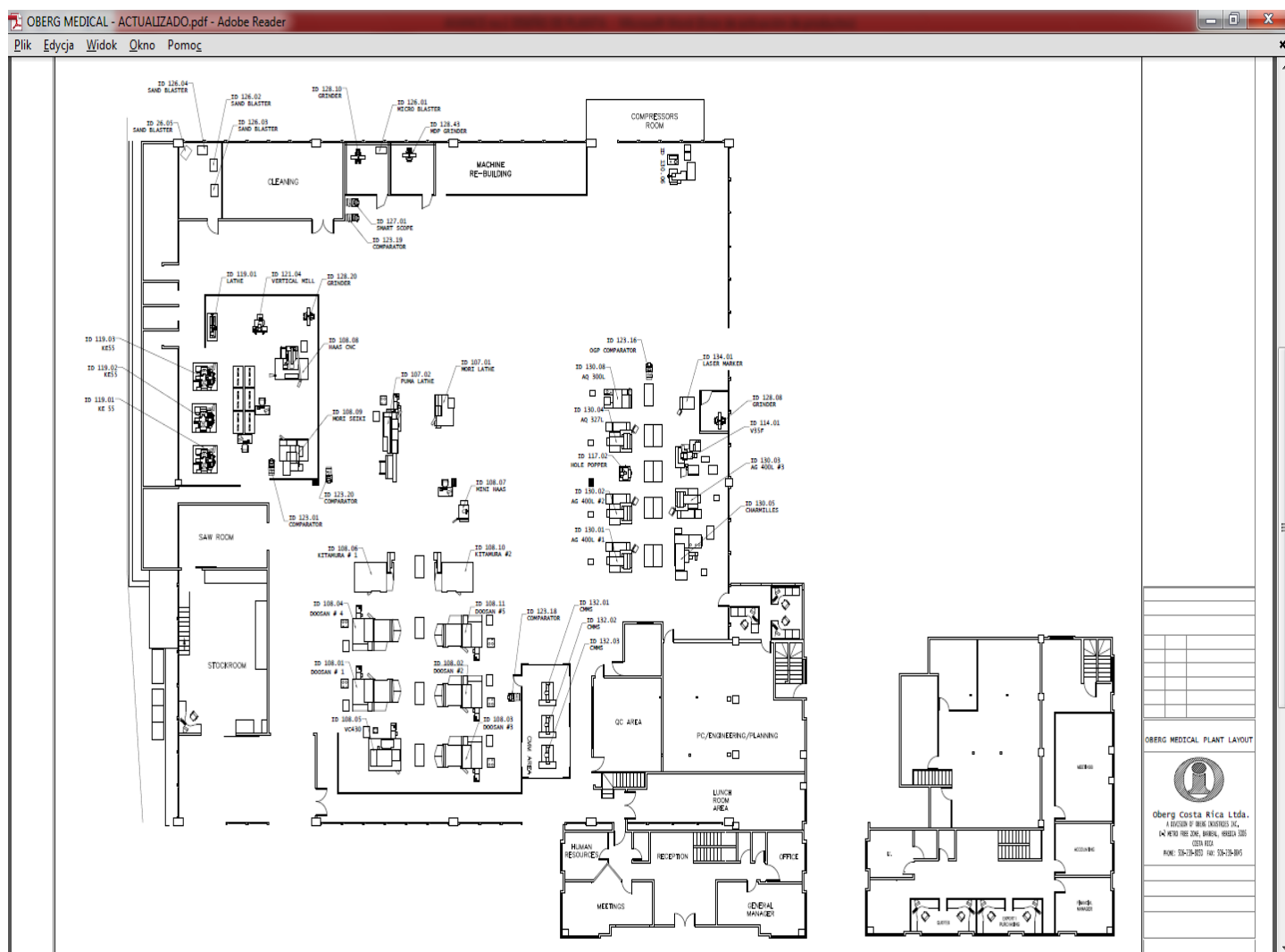


Figura 27. Plano Oberg Medical

Fuente: Oberg Medical, 2018

### 4.3.4 Procesos de Realización de Productos Oberg Medical

Los productos que se realizan en Oberg Medical son complejos en todos los aspectos y para su estado de finalización llevan un proceso de mecanizado de diferentes tipos de materiales, la mayoría ferrosos utilizados, actualmente, en la industria médica, factor que provoca el aumento de valor y cuidado en sus operaciones, así como sus estándares de calidad con el que se desarrollan los procesos.

Oberg Medical tiene un proceso establecido para la realización de un producto desde la demanda de los clientes, este proceso está basado en el sistema de administración de calidad con el que cuenta la organización, la información se obtiene del documento OCR-P-001-QS de los procesos de operación estandarizado que cuenta la compañía y son utilizados en sus operaciones.

El propósito de este procedimiento es establecer la interacción del proceso dentro del Sistema de Gestión de Calidad de Oberg Costa Rica.

Se presenta un diagrama de flujo del recorrido de los productos desde su primera etapa de cotización hasta la final de envío al cliente, el cual está definido en el sistema de gestión de calidad de Oberg.

**Product Realization-  
Process Interaction Flow**

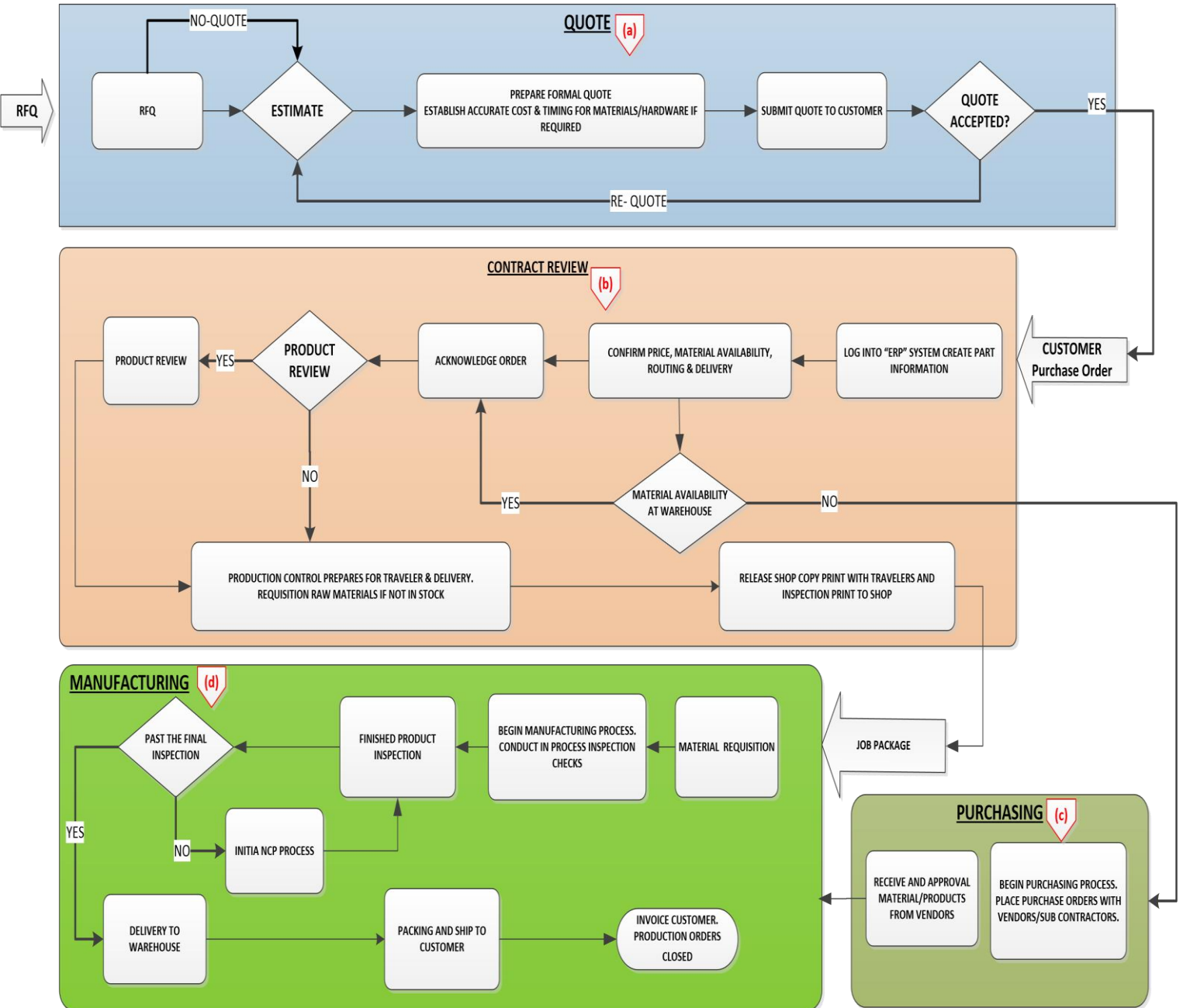


Figura 28. Proceso productivo Oberg Medical

Fuente: Oberg Medical, 2018

#### **4.4 Inventario de Máquinas**

Los equipos con los que cuenta el departamento de CNC son máquinas de alta tecnología, las cuales realizan procesos muy complejos de máquinas para la fabricación de piezas de alta calidad que demandan los clientes.

Los equipos cuentan con diferentes componentes que hacen que la máquina permita realizar diferentes movimientos para la fabricación de piezas, con diferentes formas y dimensiones, además de tolerancias en sus medidas y acabados muy rigurosos, lo que hace que solo con este tipo de equipos pueda efectuarse.

Actualmente, no hay un inventario definido de repuestos que se deben manejar en stock, esto debido a que no hay un plan de mantenimiento preventivo sólido con estudios previos, ni historiales de repuestos de mayor demanda en las máquinas.

Como parte de la investigación realizada se elaboró un inventario de los equipos que actualmente cuenta el departamento de CNC, estos equipos están a cargo del departamento de mantenimiento, el cual está encargado de mantenerlos en óptimas condiciones para que hagan frente a la demanda productiva que posee Oberg.

Tabla 5. Inventario Equipos Departamento CNC

<b>CNC CENTROS DE MÁQUINAS</b>		
<b>MÁQUINAS CNC</b>		
<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UBICACIÓN</b>
108,01	CNC DOOSAN # 1	CNC OCR_B3
108,02	CNC DOOSAN # 2	CNC OCR_B3
108,03	CNC DOOSAN #3	CNC OCR_B3
108,04	CNC DOOSAN #4	CNC OCR_B3
108,05	CNC DOOSAN VC430	CNC OCR_B3
108,06	CNC HX300 kitamura#1	CNC OCR_B3
108,07	CNC MiniHaas	CNC OCR_B3
108,08	CNC VF3D	CNC OCR_B3
108,09	CNC MV-40	CNC OCR_B3
108,11	CNC DOOSAN #5	CNC OCR_B3
108,12	CNC HX300 kitamura#2	CNC OCR_B3
108,13	CNC HX300 kitamura#3	CNC OCR_B3
108,14	CNC DOOSAN #6	CNC OCR_B3
108,15	CNC DOOSAN #7	CNC OCR_B3
108,16	CNC DOOSAN #8	CNC OCR_B3
108,17	CNC DOOSAN #9	CNC OCR_B3

**Fuente: Elaboración propia, 2018**

## **4.5 Estándar de Validación**

### **4.5.1 Calificación de la instalación (IQ)**

La calificación de la instalación se llevará a cabo para verificar que la funcionalidad del equipo y el sistema auxiliar estén instalados de manera que sean capaces de operar de acuerdo con las especificaciones y los reclamos del fabricante.

### **4.5.2 Calificación de la Operación (OQ)**

La Calificación Operacional se llevará a cabo para desafiar los parámetros operativos para asegurar, a través de evidencia documentada; el equipo y / o proceso es capaz de funcionar según las especificaciones del fabricante dentro del rango de aplicación previsto y produce los resultados deseados bajo las condiciones de fabricación anticipadas.

### **4.5.3 Calificación de Instalación-Operación (IOQ)**

El IOQ se realizará para garantizar que se hayan implementado todas las especificaciones necesarias, se hayan definido e implementado los requisitos de calibración, se hayan desarrollado e implementado los procedimientos de mantenimiento, se hayan desarrollado las instrucciones de operación, si corresponde, y se haya entrenado, todo el equipo de seguridad ha sido instalado apropiadamente, y todos los servicios están comprometidos. El IOQ se completará antes del inicio del PQ, si es necesario. Cualquier equipo que requiera actividades de calibración y / o mantenimiento se realizara y debe permanecer actualizado durante todas las fases de la validación.

#### 4.5.4 Equipos de CNC con validación IQ/OQ

A continuación, en la Tabla 6 pueden identificarse los equipos de Oberg Medical que cuentan con su respectiva validación de acuerdo con los estándares en los que trabaja Oberg Medical para producir dispositivos médicos.

Tabla6. Validación de Equipos departamento CNC

Área	Machine	Modelo #	Serial #	Coolant Used
CNC MILLING	DOOSAN HC400	HC400	HC400413	ECOCOOL
CNC MILLING	DOOSAN HC400	HC400	MH0001-000560	ECOCOOL
CNC MILLING	DOOSAN HC400	HC400	MH0001-000625	ECOCOOL
CNC MILLING	DOOSAN HC400	HC400	MH0001-000765	ECOCOOL
CNC MILLING	DOOSAN HC400	HC400	MH0001-000790	ECOCOOL
CNC MILLING	DOOSAN VC430	VC430	MV-0039-000204	ECOCOOL
CNC MILLING	MORI MV-40	MV-40 B/40	4154	ECOCOOL
CNC MILLING	HAAS VF-3D	VF-3D	1066720	ECOCOOL
CNC MILLING	HAAS OM-2A	OM-2A	1085143	ECOCOOL
CNC MILLING	KITAMURA HX300	HX300iF	41026	ECOCOOL
CNC MILLING	KITAMURA HX300	HX300iF	41090	ECOCOOL
CNC MILLING	KITAMURA HX300	HX300iF	41091	HardCut NG
CNC MILLING	KITAMURA HX300	HX300iF	41092	HardCut NG

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

#### 4.5.5 Criterios de Validación de Equipos

Como parte de las regulaciones en dispositivos médicos los procesos de validación en equipos son de mucha importancia, por lo que se analizará el protocolo actual de validación de Oberg Medical basado en el criterio de validación calificación de la

instalación (IQ) y calificación de las operaciones (OQ) haciendo un comparativo de los contenidos del protocolo actual contra otros documentos internacionales de gran relevancia utilizados en la industria como el Global Harmonization Task Force.

#### 4.5.5.1 Análisis protocolo de validación (IQ)

En la siguiente Tabla se presentan los contenidos de calificación de la instalación de equipos en procesos de validación (IQ) del protocolo de validación actual de Oberg Medical en comparación a otros documentos internacionales de gran relevancia usados en la industria médica.

Tabla 7. Análisis de los aspectos contenidos en el protocolo actual de la empresa en Installation Qualification (IQ) contra estándares de Global Harmonization Task Force.

Protocolo Actual	Sugerido 1	Sugerido 2	
IQ/OQ – Combined Equipment Validation OCR BLD B3	Quality Management System- Process Guidance Validation	the global harmonization task force	
INSTALLATION QUALIFICATION (IQ)	INSTALLATION QUALIFICATION (IQ)	INSTALLATION QUALIFICATION (IQ)	
documentación de software	Equipment design features (i.e. materials of construction cleanability, etc.)	manual del equipo	el 57% de los aspectos están contenidos
manual equipo	Installation conditions (wiring, utilities, functionality, etc.)	infraestructura	
plan de mantenimientos preventivos	Calibration, preventative maintenance, cleaning schedules	plan de administración de mantenimientos	
seguridad	Safety features	seguridad	
	Supplier documentation, prints, drawings and manuals	documentación de software	
	Spare parts list	lista de repuestos	
	Environmental conditions (such as clean room requirements, temperature, humidity)	condiciones ambientales	

Fuente: Elaboración propia, 2018

#### 4.5.5.2 Análisis protocolo de validación (OQ)

En la siguiente Tabla se presentan los contenidos de calificación de la operación de los equipos en procesos de validación (OQ) del protocolo de validación actual de Oberg Medical en comparación con otros documentos internacionales de gran relevancia usados en la industria médica.

Tabla 8. Análisis de los aspectos contenidos en el protocolo actual de la empresa en Operational Qualification (IQ) contra estándares de Global Harmonization Task Force.

Protocolo Actual	Sugerido 1	Sugerido 2	
<b>OPERATIONAL QUALIFICATION (OQ)</b>	<b>OPERATIONAL QUALIFICATION (OQ)</b>	<b>OPERATIONAL QUALIFICATION (OQ)</b>	
limites de control de proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>Process control limits (time, temperature, pressure, linespeed, setupconditions, etc.)</li> </ul>	limites de control de proceso	
parametros software	<ul style="list-style-type: none"> <li>Software parameters</li> </ul>	parametros del software	
procedimientos operativos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Raw material specifications</li> </ul>	materia prima	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Processoperatingprocedures</li> </ul>	procedimientos operativos	el 37% de los aspectos están contenidos
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Material handlingrequirements</li> </ul>	materiales	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Processchange control</li> </ul>	control de cambio de proceso	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Training</li> </ul>	entrenamiento	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Short termstability and capabilityoftheprocess, (latitudestudiesor control charts)</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Potentialfailuremodes, actionlevels and worst-case conditions (FailureMode and EffectsAnalysis, FaultTreeAnalysis)</li> </ul>	modos de fallo	

Fuente: Elaboración propia, 2018

#### **4.5.6 Hallazgos Auditorías Oberg Medical Mantenimiento**

Oberg empresa transnacional con procesos sólidos en la parte médica y troquelería, cuenta con las certificaciones ISO 9001 y ISO 13485 Sistema de gestión de calidad de equipos médicos.

Estas certificaciones garantizan que los procesos que se realizan en Oberg Medical son muy calificados y de alta exigencia, esto porque los productos son utilizados en personas, de manera que la organización sea sometida constantemente a auditorías internas y externas para controlar la calidad de los productos y servicios que brinda.

Por medio de una entrevista al encargado de la parte de gestión de calidad de Oberg Medical pudo obtenerse información de los hallazgos de las auditorías en la parte de mantenimiento de los equipos, de los que puede mencionarse los siguientes:

- Problemas con los manuales de mantenimiento diario
- Irregularidades en la documentación de los manuales de mantenimiento diario (firmas)
- Falta de seguimiento de los manuales por parte del departamento de mantenimiento.
- Irregularidades con el llenado de las casillas de mantenimiento, ausencia de firmas o marca que evidencie que se hizo efectivo el mantenimiento diario.
- Ausencia de métricas de mantenimiento para controlar los procesos.

#### 4.6 Percepción de Mantenimiento

El crecimiento elevado que ha tenido la empresa Oberg Medical en número de equipos, personal, al tener como su principal negocio la industria médica, la producción de la compañía ha venido en aumento en los últimos años y Oberg como una empresa que está a la vanguardia buscando hacer productos de alta calidad con una mejora continua en sus procesos ha sufrido una transformación y ha tenido que cambiar su mentalidad en muchas maneras de manejo de producción.

El mantenimiento ha sido un departamento en proceso de mejora, ya que por el tipo de negocio y a los clientes hacia dónde va dirigido, necesita alta disponibilidad de sus equipos para cumplir con la demanda de la producción que mes a mes es cuantiosa.

Los empleados que operan las máquinas CNC, necesitan constantemente el soporte del departamento de mantenimiento, pero muchas veces no da abasto para tener las máquinas en las mejores condiciones, provocando que con el paso del tiempo se note un notorio desgaste en los equipos generando problemas en la producción y en las labores de los operadores en la producción.

Se les aplicará una encuesta sencilla que consta de 13 preguntas, de selección única a una muestra de 46 personas que conforman la parte productiva de CNC y para obtener una muestra confiable para ser aplicada se utilizará un 95% de nivel de confianza, con un margen de error del 5% esto para obtener resultados los más cercanos a la respuesta correcta, dando como resultado una muestra de 22 personas que representa el 43% de la población, dato muestral que se calculó a los

encuestados y fue aplicada de manera aleatoria, tomando en cuenta los 3 turnos que se laboran.

#### **4.6.1 Datos Encuesta Mantenimiento Preventivo**

Los resultados de la encuesta realizada a la población del departamento de CNC se mostrarán a continuación para analizar e interpretar la información obtenida y la percepción de la población del departamento de CNC.

Se formuló una encuesta que consta de 13 preguntas con respuesta de selección única y entre los datos obtenidos de mayor relevancia pueden analizarse los resultados en gráficos representativos de la población.

##### **4.6.1.1 ¿Considera que se aplica Mantenimiento Preventivo a los Equipos?**

Se le consultó a la población encuestada en su totalidad seleccionada al azar y en su mayoría operadores de los equipos, cuál era su percepción sobre el mantenimiento preventivo aplicado a los equipos, mostrando los siguientes resultados:

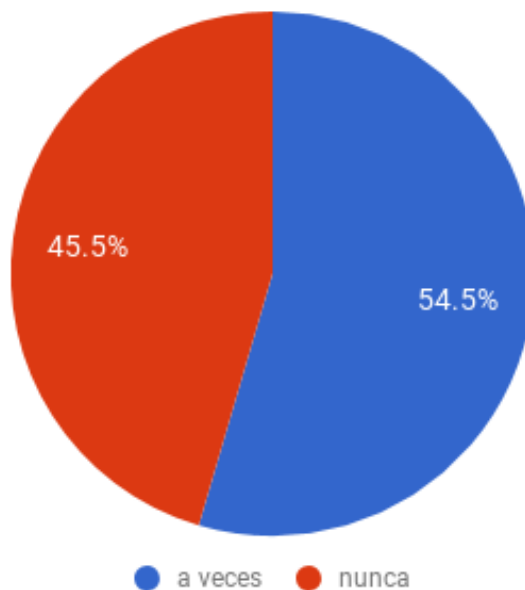


Figura 29. Resultado encuesta aplicación mantenimiento preventivo en equipos.

**Fuente: Elaboración propia, 2018**

Como puede observarse en el gráfico, el 54,5% de la población encuestada considera que, si se le aplica mantenimiento preventivo a los equipos, mientras que el 45,5% opina que, a veces, se realiza esta tarea tan importante para los equipos.

#### 4.6.1.2 ¿Considera que el mantenimiento es eficiente?

Se le consultó a la población encuestada en su totalidad seleccionada al azar y en su mayoría operadores de los equipos, cuál era su percepción sobre la eficiencia del mantenimiento preventivo aplicado a los equipos en una escala de 1 a 5, mostrando los siguientes resultados:

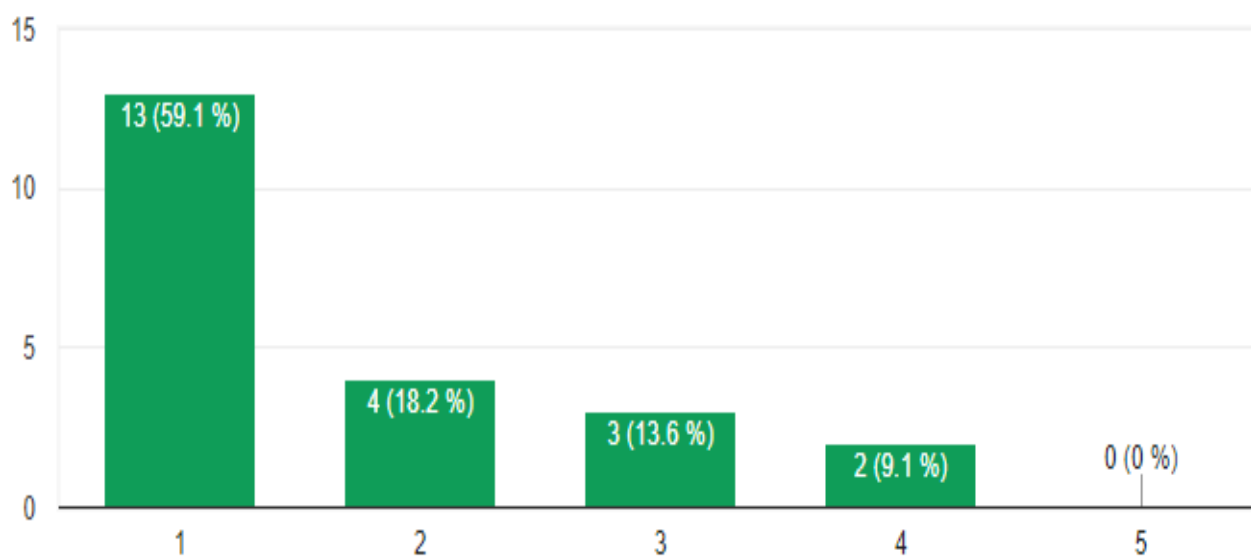


Figura 30. Gráfico percepción de la eficiencia mantenimiento preventivo en equipos.

**Fuente: Elaboración propia, 2018**

La gráfica muestra que el 59,1% de la población considera que la eficiencia del departamento de mantenimiento es de 1, siendo esta la calificación más baja, mientras que un 18,2% calificó con un 2, un 13,6% en 3 y el restante 9,1% calificó el accionar del departamento de mantenimiento en 4.

#### 4.6.1.3 ¿Existe Contaminación (Polvos-Neblinas) en el Puesto de Trabajo?

Se le consultó a la población encuestada en su totalidad seleccionada al azar y en su mayoría operadores de los equipos, cuál era su percepción sobre el ambiente que los rodea en el puesto de trabajo, mostrando los siguientes resultados:

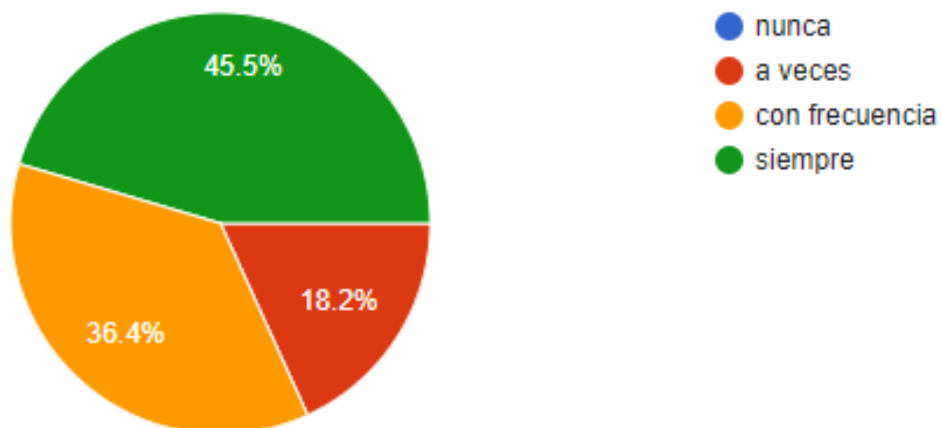


Figura 31. Grafico Percepción sobre Contaminación Puesto de Trabajo

**Fuente: Elaboración propia, 2018**

El gráfico muestra que un 45,5% de la población considera que siempre hay contaminación en el ambiente de trabajo, mientras el 36,4% piensa que con frecuencia y un 18,2% afirma que, a veces, se labora en un ambiente presente de contaminantes.

#### 4.6.1.4 ¿Considera que el Mantenimiento Preventivo en los Equipos afecta Directamente en la Producción de la Empresa?

Se le consultó a la población encuestada en su totalidad seleccionada al azar y en su mayoría operadores de los equipos, cuál era su percepción sobre el mantenimiento preventivo y las repercusiones en la producción de la empresa aplicada a los equipos, mostrando los siguientes resultados:

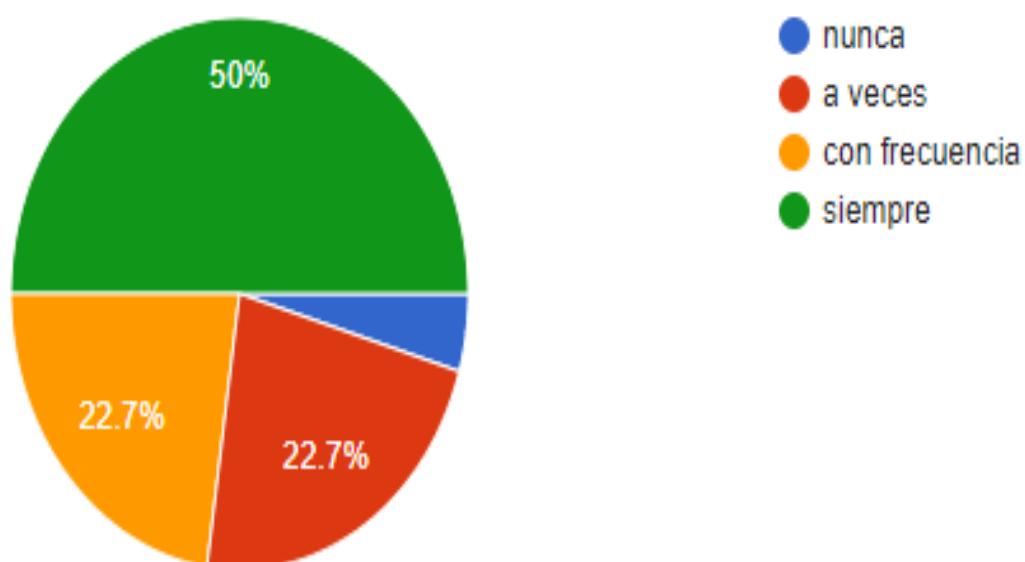


Figura 32. Gráfico Percepción afectación Mantenimiento Preventivo en Producción.

**Fuente: Elaboración propia, 2018**

El gráfico compuesto por las respuestas de los encuestados muestra que un 50% considera que el mantenimiento preventivo siempre afecta directamente a la

producción de la empresa, mientras que un 22,7% con frecuencia, un 22,7% a veces y el restante 4,6% nunca afecta en este rubro.

#### 4.6.1.5 ¿Se capacita al Personal sobre Labores de Mantenimiento Preventivo?

Se le consultó a la población encuestada en su totalidad seleccionada al azar y en su mayoría operadores de los equipos, cuál era su percepción sobre capacitaciones recibidas en materia de mantenimiento preventivo aplicado a los equipos, mostrando los siguientes resultados:

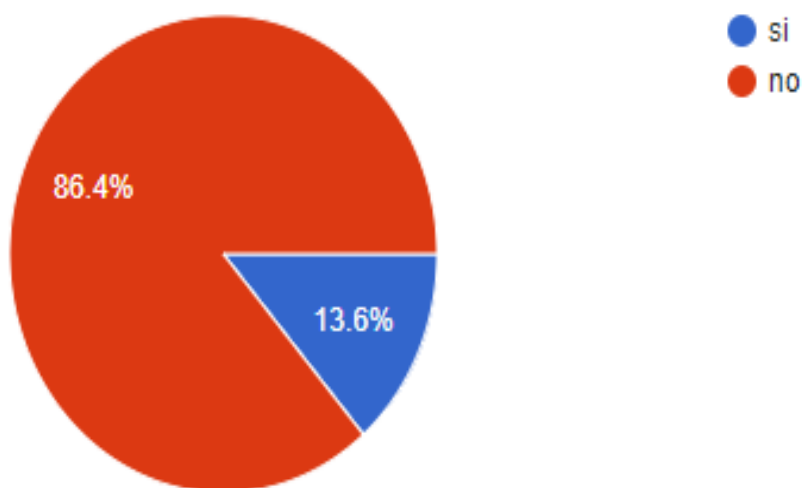


Figura 33. Grafico percepción capacitación del personal en mantenimiento preventivo

**Fuente: Elaboración propia,2018**

El gráfico muestra que el 86,4% considera que no se capacita de manera adecuada al personal en labores de mantenimiento preventivo y el 13,6% piensa que si se recibe la capacitación adecuada.

#### 4.6.1.6 ¿Considera que se debe Actualizar y Mejorar la Capacitación a los Operadores de los Equipos en Labores de Mantenimiento?

Se le consultó a la población encuestada en su totalidad seleccionada al azar y en su mayoría operadores de los equipos, cuál era su percepción sobre el mejoramiento y actualización de las capacitaciones en labores de mantenimiento preventivo aplicado a los equipos, mostrando los siguientes resultados:

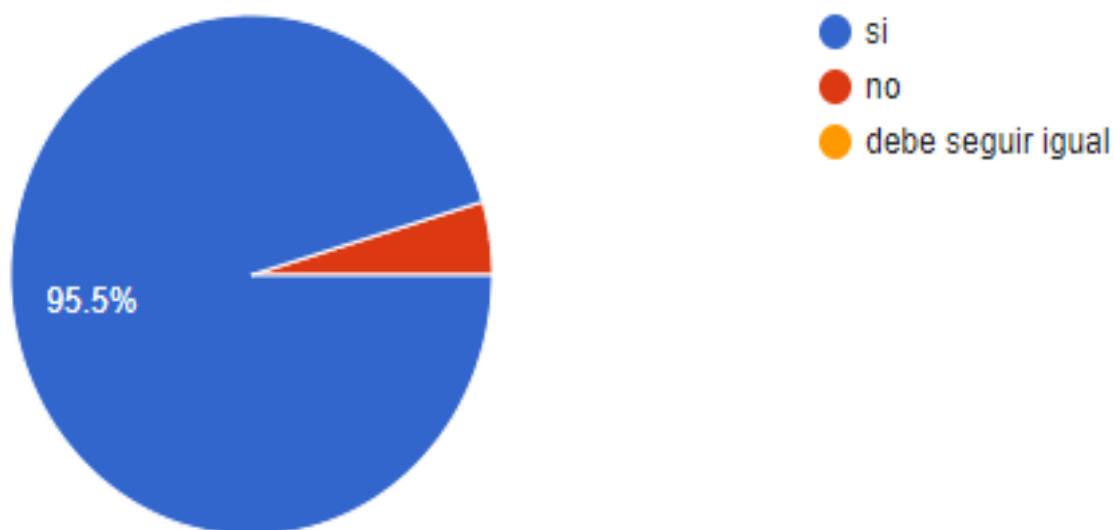


Figura 34. Grafico percepción sobre Actualización y mejoramiento de capacitación a operadores de los equipos.

**Fuente: Elaboración propia, 2018**

Los resultados del gráfico muestran que el 95,5% consideran que sí es necesario actualizar y mejorar las capacitaciones en labores de mantenimiento preventivo, mientras el restante 4,5% no lo cree necesario.

#### 4.6.1.7 ¿Se realiza Limpieza Diaria a los Equipos al Finalizar la Jornada Laboral?

Se le consultó a la población encuestada en su totalidad seleccionada al azar y en su mayoría operadores de los equipos, cuál era su percepción sobre la limpieza diaria de los equipos, mostrando los siguientes resultados:

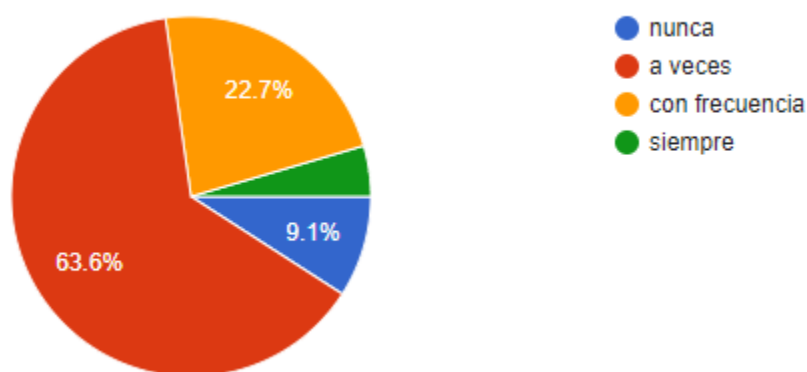


Figura 35. Limpieza diaria a los equipos CNC

**Fuente: Elaboración propia, 2018**

La gráfica muestra que un 63,6% a veces realizan limpieza diaria a los equipos al finalizar la jornada, mientras que un 22,7% con frecuencia, un 9,1% nunca y solo un 4,6% siempre realizan esta tarea.

#### 4.6.1.8 ¿Existen Manuales de Mantenimiento por Equipo?

Se le consultó a la población encuestada en su totalidad seleccionada al azar y en su mayoría operadores de los equipos, cuál era su percepción sobre la existencia de

manuales de mantenimiento preventivo aplicado a los equipos, mostrando los siguientes resultados:

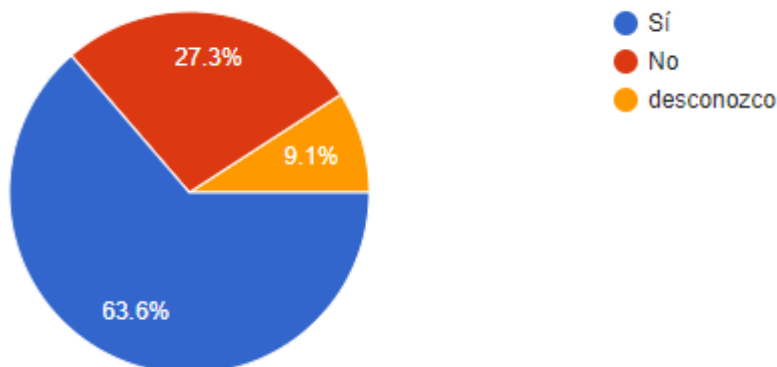


Figura 36. Existencia Manuales de Mantenimiento.

**Fuente: Elaboración propia, 2018**

La gráfica muestra que el 63,6% sí conocen de la existencia de manuales de mantenimiento, mientras que el 27,3% dijo de la ausencia de estos manuales y el 9,1% desconoce de si la empresa cuenta o no con estos.

#### **4.6.1.9 ¿Considera que los Manuales de Mantenimiento deben Actualizarse?**

Se le consultó a la población encuestada en su totalidad seleccionada al azar y en su mayoría operadores de los equipos, cuál era su percepción sobre la necesidad de actualizar los manuales de mantenimiento o creación de ellos, mostrando los siguientes resultados:

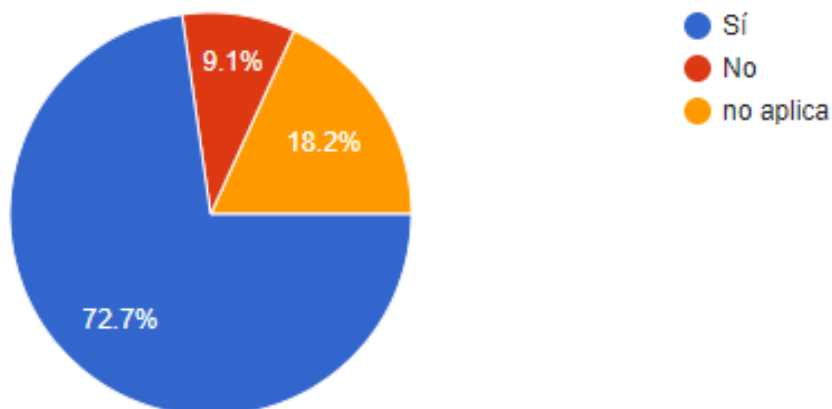


Figura 37. Percepción sobre Actualización manual de mantenimiento.

**Fuente: Elaboración propia, 2018**

La grafica muestra que un 72,7% considera que deben actualizarse los manuales de mantenimiento, mientras el 9,1% cree que no es necesario y el 18,2% no aplica, ya que desconoce.

#### **4.6.1.10 ¿Considera que el personal de mantenimiento está debidamente capacitado para ver los equipos?**

Se le consultó a la población encuestada en su totalidad seleccionada al azar y en su mayoría operadores de los equipos, cuál era su percepción sobre el personal de mantenimiento de acuerdo con sus capacidades aplicado a los equipos, mostrando los siguientes resultados:

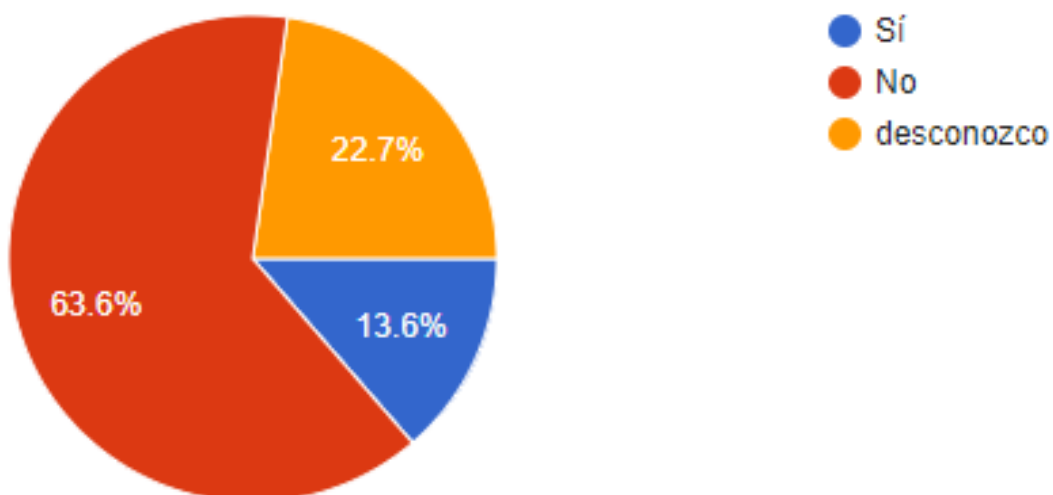


Figura 38. Gráfico Percepción sobre habilidades técnicos de mantenimiento

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

El gráfico muestra que los encuestados consideran en un 63,6% que el personal de mantenimiento no está capacitado para velar por el mantenimiento de los equipos, mientras que un 22,7% piensa que son aptos para velar por los mismos y el restante 13,6% desconoce de la preparación y forma de trabajo del personal de mantenimiento.

#### **4.6.1.11 ¿Conoce el procedimiento cuando algún equipo está con problemas para ser atendido por mantenimiento?**

Se le consultó a la población encuestada en su totalidad seleccionada al azar y en su mayoría operadores de los equipos, si conocían del procedimiento por seguir cuando algún equipo presentará problemas, mostrando los siguientes resultados:

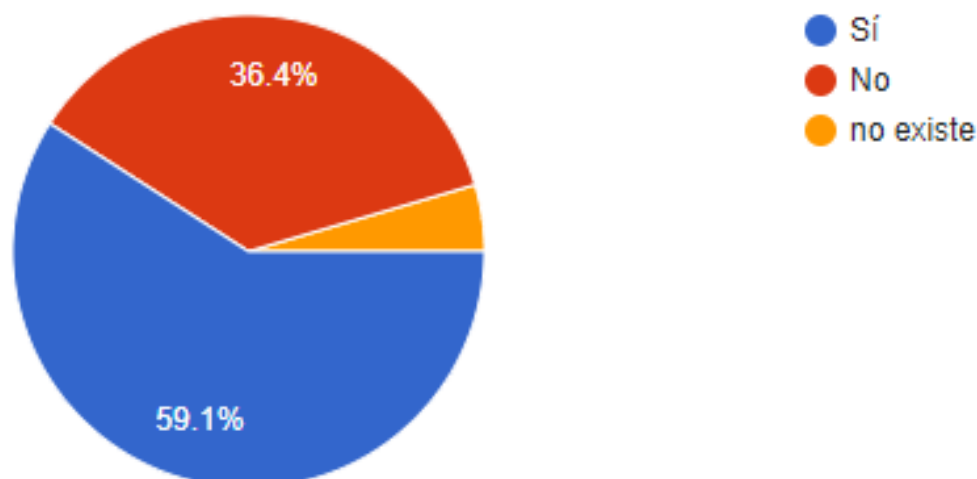


Figura 39. Percepción sobre Procedimiento mantenimiento equipos

**Fuente: Elaboración propia, 2018**

Según lo reflejado en el gráfico el 59,1% conoce el procedimiento por seguir cuando un equipo este con problemas y necesite mantenimiento, mientras el 36,4% sabe de la existencia del procedimiento por seguir, pero no saben cuáles son los pasos por seguir y el restante 4,5 no sabe de ningún procedimiento existente.

#### **4.6.1.12 ¿El tiempo de Respuesta de parte del Departamento de Mantenimiento ante un Problema en los Equipos es Eficiente?**

Se le consultó a la población Encuestada en su Totalidad Seleccionada al Azar y en su Mayoría Operadores de los Equipos, cuál era su Percepción sobre el Tiempo de Respuesta de parte del Departamento de Mantenimiento ante Problemas en los Equipos y su Respuesta en Materia de Eficiencia Aplicado a los Equipos, Mostrando los Siguietes Resultados:

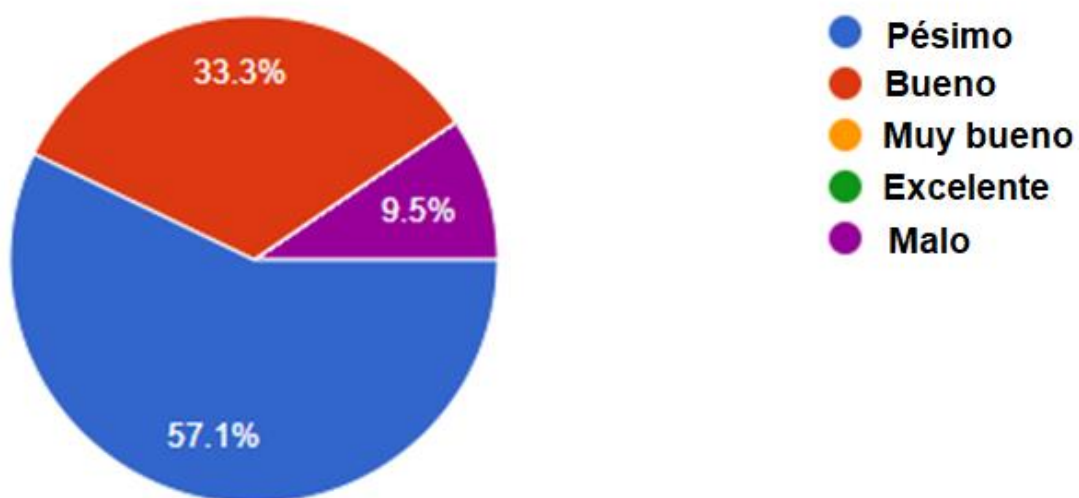


Figura 40. Gráfico percepción tiempo de respuesta mantenimiento.

**Fuente: Elaboración propia, 2018**

Según lo mostrado en el gráfico con la información obtenida puede interpretarse que el 57,1% de la población considera que es pésimo el tiempo de respuesta ante problemas en los equipos de parte del departamento de mantenimiento, el 33,3% considera que es bueno y el restante 9,5% cree que es malo el servicio que brinda el departamento en respuesta a problemas reportados.

## 4.7 Microanálisis

### 4.7.1 Repuestos de Equipos

La siguiente Tabla muestra los repuestos con los que cuenta el departamento de Mantenimiento de Oberg Medical, la Tabla incluye la característica del repuesto, cantidad y ubicación.

Oberg Medical no cuenta con un plan de compra de repuestos, por lo que la mayor parte de los que existen son resultado de partes sobrantes en trabajos realizados anteriormente.

Tabla 9. Inventario de Repuestos Equipos

Repuesto	Máquins/Descripción	Cantid ad	Ubicación	Nuevo/Us ado
			Estante 2	
Bomba Coolant	Saw	1	BD2	U
			Estante 2	
Motor Mesa Rotativa	Mesa Rotativa	1	BD2	U
			Estante 2	
Servo	-	1	BD2	N
			Estante 2	
Filtros	Kitamura	1	BD2	N
			Estante 2	
Cobertores Proyecto	Erosionado	4	BD2	N
			Estante 2	
Botonera	-	1	BD2	N
			Estante 2	
Driver MDP	-	1	BD2	N
			Estante 2	
Fusibles	FRS - R - 30 / 600 Vac – 300 Vdc	6	BD2	N
			Estante 2	
Fusibles Class H	250 V/10000 A/ 250 Vac – 125 Vdc	3	BD2	U
			Estante 2	
Joystick		1	BD2	N
			Estante 2	
Fusibles FLSR 100ID	600 Vac	10	BD2	N

Tacometro	Tumbler	1	Estante 2 BD2	N
Fusibles TSR100R	600 VAC/DC	5	Estante 2 BD2	N
Unidad de Mantenimiento aire comp	1/.2	2	Estante 2 BD2	N
Roles Bomba	Kitamura	1	Estante 2 BD2	N
Valvula Drenaje	-	1	Estante 2 BD2	U
Display	Kelleberguer	1	Estante 2 BD2	N
Motor	Jig	1	Estante 2 BD2	N
Tarjetas	MistBuster	1	Estante 2 BD2	N
Display	Regletas de posicionamiento	1	Estante 2 BD2	N
Bomba Coolant G	Genéricas	3	TD2	U
Motor Daytron	Horno	1	Estante 2 BD2	U
Filtro Aire P	-	1	Estante 2 BD2	N
Filtro Aire G	-	1	Estante 2 BD2	N
Filtro	1/4" NPT	2	Estante 2 BD2	N
Interruptor de Seguridad	Cutler Hammer 60 A 250 Vac	2	Estante 2 BD2	N
Variedad de Frecuencia	Universal	1	Estante 2 BD2	N
<b>Total</b>		<b>55</b>		

Fuente: Elaboración propia, 2018

#### 4.7.2 Inventario Aceites CNC

La Tabla 10 muestra el inventario de aceites con los que cuenta el departamento de bodega de Oberg Medical y la cantidad con la que se dispone mensualmente para la demanda del uso diario de los equipos.

Tabla 10. Lubricantes en Inventario Oberg Medical

<b>LUBRICANTE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
Vactra#1	6	cubetas
Vactra#2	2	cubetas
Tellus H32	1	cubetas
Nuto H32	2	cubetas
Velocity 6	1	cubetas
Alpha SP320	1	cubetas
Ecocool	4	Estañón
Aceite para máquina kitamura	23	Litros
Aceite para Herramienta de Aire	2	Galones

**Fuente: Elaboración propia, 2018**

#### **4.8 Manuales de Mantenimiento**

La empresa Oberg Medical no cuenta con manuales de procedimiento para mantenimiento, el departamento de mantenimiento como parte de su proceso de mejora continua se encuentra en proceso de realizar y diseñar los manuales de mantenimiento correspondientes para cada máquina, los cuales deberán tener el visto bueno por la gerencia de la compañía, así con la respectiva capacitación para los operadores de las máquinas, que forma parte del departamento de CNC de Oberg Medical.

#### **4.9 Procesos Analizar**

Se realizará un análisis de los procesos con los que cuenta el departamento de CNC de Oberg Medical, así como son los procesos de capacitación a los operadores de los equipos y las funciones que realizan a diario y la relación con los diferentes procesos de mantenimiento.

#### **4.10 Instrucciones de Trabajo**

El propósito de las instrucciones de trabajo es establecer una metodología consistente para las operaciones en el departamento de CNC.

##### **4.10.1 Instrucciones de Trabajo**

Se presenta el contenido de las instrucciones de trabajo con los que cuenta la organización y están a disposición de los colaboradores cuando los necesiten.

Tabla 13. Instrucciones de Trabajo Oberg Medical.

Manual mecánico CNC-S&N

---

Stryker Tibial Augment Manufacturing Process CNC

---

Proceso de Limpieza

---

Proceso de Maquinado en CNC-Milling

---

Line Clearance

---

Verificación de la lista de herramientas CNC

---

**Fuente: Elaboración propia, 2018**

#### **4.11 Instrucciones de Trabajo Mantenimiento**

Tiene como fin definir el proceso por seguir durante la realización de los Mantenimientos en toda la división de Oberg Medical.

##### **4.11.1. Procedimiento Mantenimiento Preventivo**

Se realizan una serie de procedimientos, los cuales se mencionan a continuación.

- De acuerdo con las características técnicas de cada equipo el supervisor de Mantenimiento elabora el Plan de Mantenimiento Preventivo correspondiente. Este incluye la descripción de las tareas y actividades periódicas por realizar, así como la frecuencia y programación de las inspecciones.
- Supervisor de mantenimiento crea el programa de preventivo que corresponde a cada equipo. Para tal efecto, debe generarse, en Faciliworks, una Tarea (Task) para cada grupo de máquinas con iguales características y definir el

Calendario de ejecución (Schedule) de esa Tarea para cada equipo, según la frecuencia previamente establecida de acuerdo con:

- ✓ Datos del fabricante
  - ✓ Criterio técnico del personal de mantenimiento
  - ✓ Disponibilidad y criticidad del equipo
- De acuerdo con el Calendario de Ejecución, Faciliworks genera un reporte de las Tareas u Órdenes de PM que deben realizarse, en un periodo de 60 días hacia futuro. Durante la última semana de cada mes, el supervisor de mantenimiento debe ingresar a ese reporte y crear las Órdenes de PM que corresponden al mes siguiente.

Information		Workflow		Customize Form	
Asset ID	Task ID	Meter Left	Est. Due	Due Date	
Asset Description	Task Description		Meter Critical %	Date Critical	
108.04	MP_6M CNC DOOSAN			10/15/2015	Create
CNC MachCenter DOOSAN #4	Preventivo semestral CNC DOOSAN HC4			85.25	<input checked="" type="checkbox"/>
128.34	MP_3M PARKER GRINDERS			10/02/2015	Create
Surface Grinder	Preventivo trimestral Rectificadoras Parke			84.78	<input checked="" type="checkbox"/>
121.04	MP_1M MILLING			10/29/2015	Create
Vertical milling machine				77.60	<input checked="" type="checkbox"/>
109.03	MP_1M AIR COMPRESSOR			09/26/2015	Create

Figura 41. Reporte de las Tareas del Plan de Mantenimiento.

**Fuente: Oberg Medical, 2018**

- Una vez creadas las Órdenes, el Supervisor de Mantenimiento. ingresa a cada una y asigna al técnico de Mantenimiento responsable de ejecutarla. Luego genera, en Faciliworks, un reporte de Órdenes

programadas (Backlog PM) para el periodo correspondiente y lo comunica a Control de Producción.

- Control de producción debe revisar el Backlog e informar a Mantenimiento la fecha en que cada equipo estará disponible para efectuar la inspección de preventivo programada. La respuesta de Control de Producción debe realizarse en el lapso de una semana,

**Oberg Industries**

CompanyLogo

**Backlog PM**

09/18/2015 Page 1 of 2

Asset ID	Description	Work Order No.	Time Remaining
Task ID	Task Type	Priority	Next Date Due
108.03	CNC MachCenter DOOSAN #3	PM-0000000735	
MP_6M CNC DOOSAN	Preventivo		09/29/2015
128.05	Surface Grinder Afilapiedra	PM-0000000759	
MP_3M PARKER GRINDERS	Preventivo	high	09/24/2015
128.41	Surface Grinder	PM-0000000760	
MP_3M MITSUI GRINDERS	Preventivo		09/09/2015
128.35	Surface Grinder	PM-0000000762	
MP_3M MITSUI GRINDERS	Preventivo		09/03/2015

después de recibido el Backlog.

Figura 42: Reporte de las tareas del plan de mantenimiento preventivo.

**Fuente: Oberg Medical, 2018**

- El técnico responsable de ejecutar los preventivos, coordina con el Líder del Área y ambos definen el momento en que se realizará cada inspección.

- En casos extremos, cuando la producción o el tipo de trabajo que está realizando una máquina específica lo amerite, es posible negociar una prórroga para realizar un preventivo. Esta prórroga no excederá 15 días calendario y se justificará en la orden de mantenimiento con firma del Supervisor de Calidad y el Gerente del Área.
- Una vez realizado el preventivo, el técnico a cargo anota la información correspondiente en la Orden de Preventivo impresa y la entrega al Supervisor de Mantenimiento.
- El Supervisor de Mantenimiento ingresa la información de la Orden en FacilityWorks, completa y cierra la Orden en Faciliworks; luego procede a sellar la orden impresa y la archiva en el libro de registro correspondiente.

#### **4.11.1.2 Diagrama de Flujo Proceso de Mantenimiento Preventivo**

A continuación, se detalla el proceso de mantenimiento preventivo que se realiza en Oberg Medical, este proceso se realiza por medio de una herramienta con la que cuenta la compañía y se llama FacilityWorks, este programa permite a los supervisores de cada departamento crear las solicitudes de trabajo de mantenimiento y al departamento de mantenimiento de generar las órdenes de trabajo. Para ejecutar las tareas correspondientes generadas por la herramienta con la que cuenta la empresa debe realizarse una revisión de las tareas a efectuar las cuales tienen que ser aprobadas en coordinación con los departamentos de producción y mantenimiento para definir la fecha óptima de acuerdo con el estado del equipo y a la demanda de la producción.

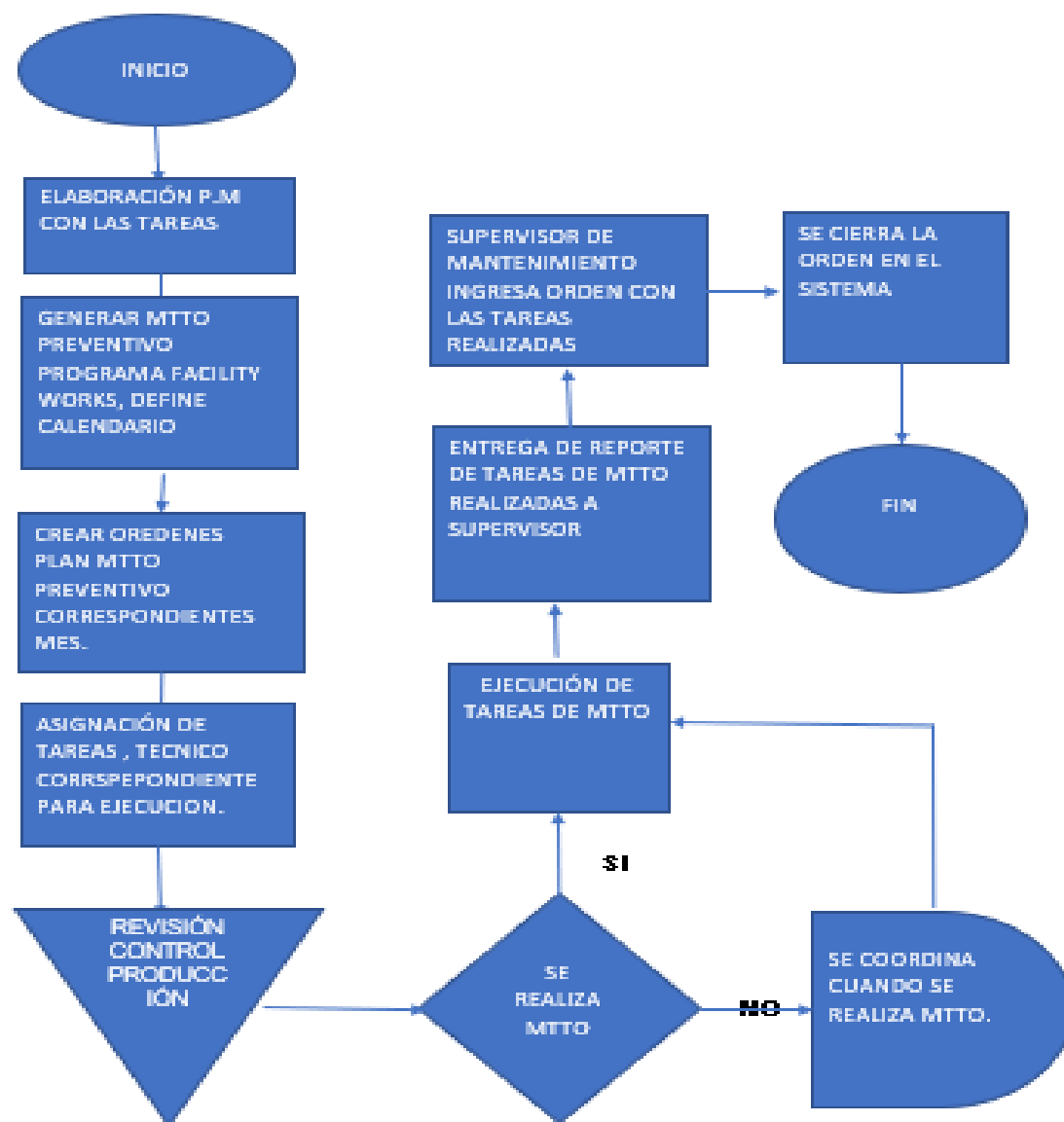


Figura 43. Diagrama de flujo de las tareas Mantenimiento preventivo.

Fuente: Obeg Medical, 2018

#### 4.11.2 Procedimiento Mantenimiento Correctivo

- El operador identifica un problema posible en la máquina en uso.
- El operador comunica al Líder o Supervisor del Área el problema identificado.
- Líder o Supervisor del Área analiza el problema, verifica si puede ser realizado por el personal del área o tiene que involucrar en personal de mantenimiento.
- En caso de que no pueda resolverse por el personal de área, el Líder o Supervisor del Área inicia una Requisición de Servicio, en Faciliworks.

#### **4.11.2.1 Secuencia para el inicio de una requisición de servicio en Facilityworks**

1. Ingresar al menú de creación Service Request

Main Menu > [Service Requests](#) > [Create Service Requests](#) > Information

2. Seleccione el número de máquina
3. Asigne la prioridad
4. Digite el correo a quien desea dirigir la notificación
5. Describa el problema, falla o servicio requerido
6. Remita la requisición

The image shows a web form for reporting a service request. The form contains the following fields and controls:

- Request No: SR-000000552
- Request Date: 09/21/2015
- Asset ID: [Dropdown menu] (Callout 2)
- Request Priority: [Dropdown menu] (Callout 3)
- Desired Date: 09/28/2015
- Requested By: A Montoya
- Location: [Text field]
- Asset Location: [Dropdown menu] (Callout 4)
- Phone: [Text field]
- Asset Sub Location 01: [Dropdown menu]
- E-mail: [Text field] (Callout 4)
- Asset Sub Location 02: [Dropdown menu]
- Emergency Priority:
- Asset Description: [Text area]
- Problem: [Text area] (Callout 5)
- Submit Request: [Button]
- Cancel: [Button] (Callout 6)

Figura 44. Reporte de requerimiento de servicios facilityworks

**Fuente: Oberg Medical, 2018**

- El Supervisor de Mantenimiento. verifica el problema reportado y realiza un diagnóstico de la situación. Luego asigna al técnico de mantenimiento responsable de realizar la reparación, aprueba la Requisición de Servicio y crea una Orden de Trabajo, en FaciliWorks.
- El supervisor de mantenimiento o su delegado debe llenar el formato OCR-F-057-Maint- Corrective Maintenance Report con la información solicitada.
  - Información de la máquina.

- Resumen del problema reportado y el número de requerimiento de servicio del Faciliworks.
- Data: Describa los síntomas o problema que presenta la máquina a primera vista.
- Failure: Describa el fallo encontrado en la máquina y las acciones tomadas para identificarlo.
- FailureEffects: Determine que ocasionó que la máquina fallara y los efectos en el equipo.
- TypeofMaint: En esta sección se toma la decisión y se explica por qué el mantenimiento es menor o mayor, este criterio tiene que estar basado en lo dispuesto por el procedimiento OCR-P-001-MAINT donde se define que es un mantenimiento mayor o menor.
  - **Mantenimiento menor:** Termine aquí el llenado del formato y solicite las firmas re aprobación requeridas en e ste.
  - **Mantenimiento mayor:** Proceda a imprimir la segunda hoja del formato llenando la información general solicitada en el encabezado y continúe con un análisis más profundo de la reparación.
- Analysis: Determine la causa raíz del problema presentado por la máquina. Firme, feche e indique que método utilizó para encontrar esta causa raíz.
- CorrectiveAction: Indique cual acción correctiva se propone para evitar recurrencia del problema en la máquina o similares.

- RiskAssessment: Analice el riesgo relacionado al mantenimiento como por ejemplo si algún otro componente crítico se vio afectado durante el mantenimiento o si hay riesgo de que algún material se haya fabricado con la máquina dañada.
- Validation/CalibrationCriteria: Determine en conjunto con el equipo de calidad si por el mantenimiento es necesario revalidar, recalibrar o modificar algún aspecto de la validación de la máquina.
- Solicite las firmas requeridas en el formato.
- Si es necesario adjuntar algún documento (ej. Calibración, reporte de técnico externo, etc) diríjase a la sección "Attacheddocuments" seleccione la opción "Yes" e indique el nombre del adjunto.
- Una vez completado todo el mantenimiento y el formato, indique la fecha de cierre del proceso en la casilla "Date Close"
- Entregue el documento completo y firmado al supervisor de mantenimiento para su archivo.
- Si la reparación requiere que el equipo sea detenido por un lapso mayor 5 días, el supervisor de Mto. debe reportarlo, en Faciliworks, en condición de "Fuera de servicio por mantenimiento" (OutforService).
- El técnico asignado identifica físicamente como máquinas en reparación y realiza la reparación correspondiente y documenta las actividades que se realizan en la cajilla de Comentarios de la Requisición de Servicio. Si corresponde, coordina con el Supervisor de Mantenimiento, con respecto a la adquisición de materiales,

repuestos y/o soporte externo requerido., e informa el tiempo estimado de reparación al departamento de control de producción.

- Una vez concluida la reparación, el Supervisor de Mtto informa y muestra al supervisor de área o gerente del área los aspectos de la reparación y el estado de la máquina y se decide si la máquina está lista para el uso o necesita alguna labor adicional. Según lo establecido en el formato OCR-F-057-MAINT, caso de un mantenimiento mayor, debe involucrarse al departamento de calidad para determinar temas, tales como calibración con láser o revalidación del equipo.
- Una vez acordado y confirmado el estado de la máquina el supervisor de mantenimiento, remueve la identificación de la máquina y se completa la información correspondiente en la Orden de Trabajo y procede a cerrarla, en FaciliWorks.

#### **4.11.2.2 Diagrama de Flujo Proceso de Mantenimiento Correctivo**

Se presenta en la siguiente figura el proceso de mantenimiento de correctivo que se realiza en Oberg Medical, el cual se ejecuta de la siguiente manera:

El operador de la máquina informa sobre el problema que se detecta en el equipo, el problema debe ser evaluado por el supervisor del área y determinar si es necesario involucrar al departamento de mantenimiento para que proceda a generar la orden de mantenimiento para agendar la previa revisión de la máquina para determinar la gravedad del daño y así determinar los procedimientos por seguir en conjunto con el departamento de calidad, para efectos de calibración de los equipos.

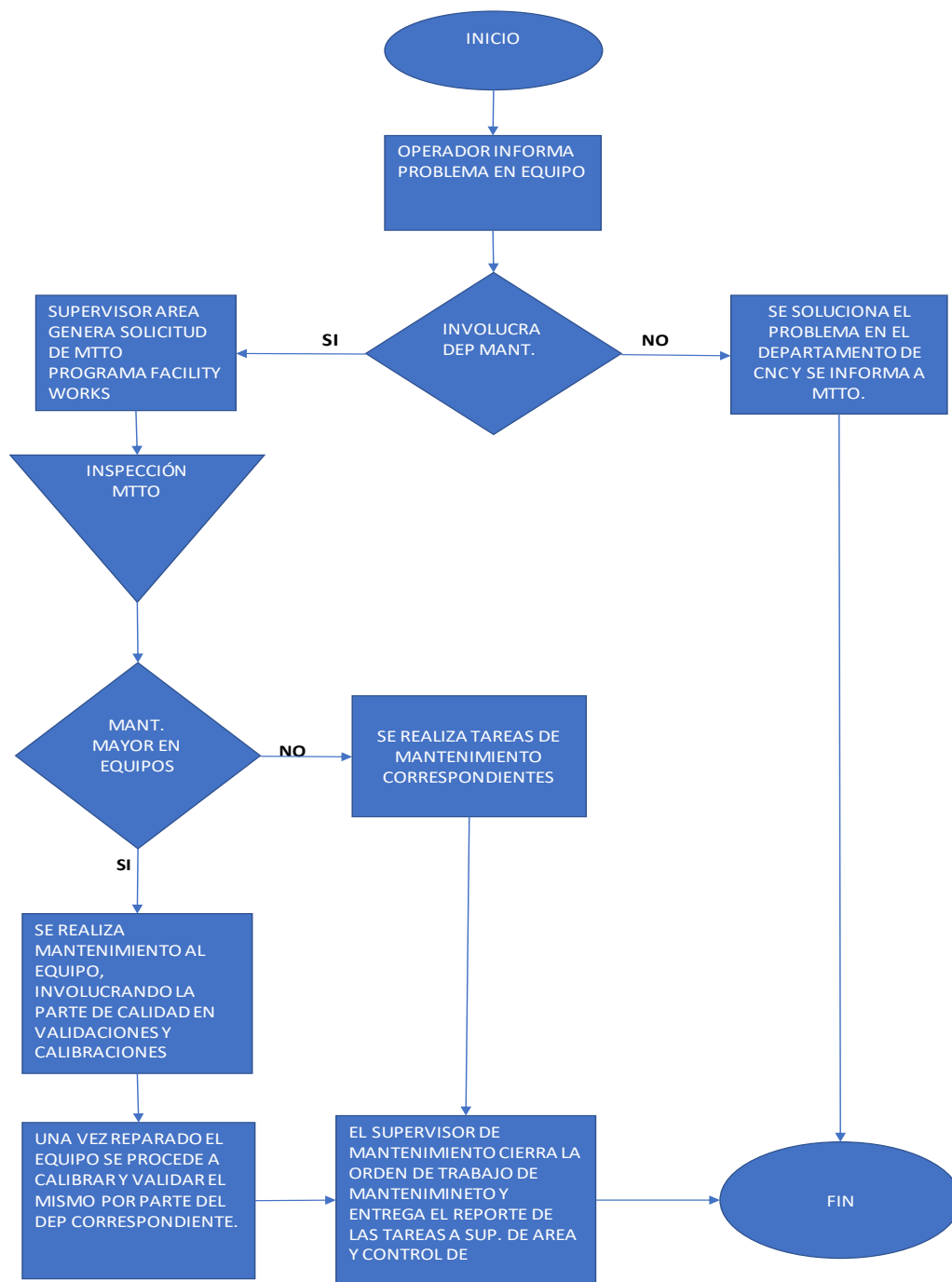


Figura 45. Diagrama de flujo de las tareas Mantenimiento correctivo.

Fuente: Oberg Medical, 2018

### 4.11.3 Procedimiento Mantenimiento Diario

- El Departamento de Mantenimiento actualizará mensualmente, en cada máquina, el formulario de control del Mantenimiento Rutinario (OCR-F-\*\*\*-MAINT – (multiple WI#'s for each machine type) Daily/ Weekly Routine Maintenance Forms) en el Libro de Mantenimiento.
- Las hojas de mantenimiento rutinario deben mantener requerimientos para todas las áreas donde sea claramente solicitado.
- El operador deberá realizar las revisiones y verificaciones indicadas en el formulario de control y proceder a registrar la información solicitada. En caso de ser necesario o días no trabajados proceder a cerrar con N/A.
- Tanto las inspecciones indicadas por el formulario de control, como el registro de información deben realizarse DIARIAMENTE.
- Mensualmente, el Líder o Supervisor del Área verifica que se haya registrado debidamente la información y analiza cualquier condición anormal que haya sido reportada, procediendo a generar una requisición de Servicio en Faciliworks, según corresponda. Una vez realizada la verificación, el Supervisor del Área debe firmar el formulario garantizando, así que el mismo ha sido llenado en su totalidad. En caso de estar incompleto el supervisor debe coordinar con el personal el llenado del documento.
- Mensualmente, el Supervisor de Mantenimiento revisa los formularios completados Tabla 14 y procede a firmarlo asegurando el correcto llenado del documento.

#### **4.11.4 Procedimiento de mantenimiento diario**

En el diagrama se muestra el procedimiento de mantenimiento diario realizado a los equipos de oberg Medical con el fin de llevar buenas prácticas de

documentación establecidas en las normas ISO9001 con la que cuenta la empresa.

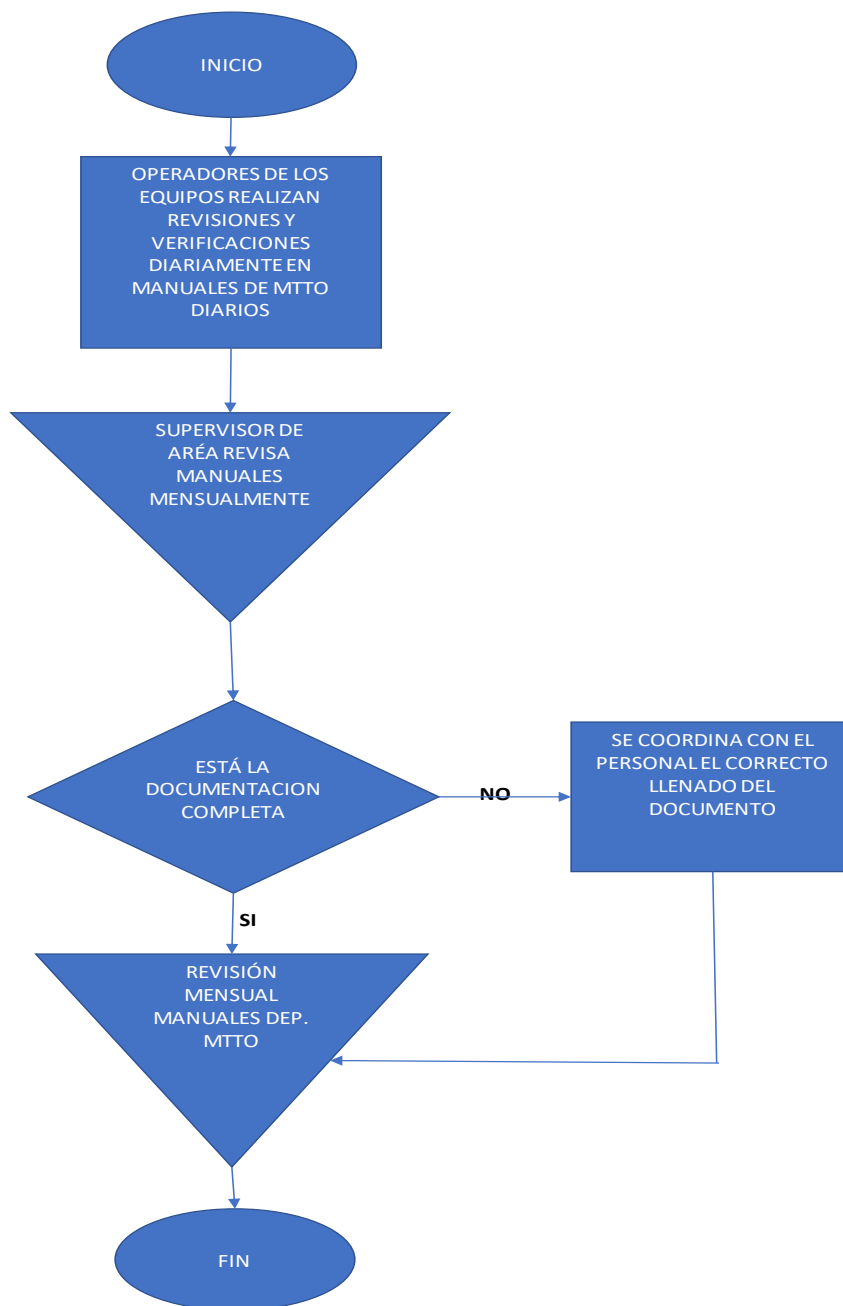



Figura 46. Diagrama de flujo de las tareas mantenimiento diario

Fuente: Oberg Medical, 2018

**Tabla14. Hoja de control diario máquins CNC**

 <b>OBERG COSTA RICA</b>	<b>OCR-F-012-MAINT- Control de Mantenimiento (CNC Hass)</b>																																							
	<b>REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO / AUTONOMO</b>																																							
	Emitido: <b>A. Montoya</b>										Fecha Revisión: <b>12/8/2015</b>										Rev. <b>D</b>					Pág. <b>1 de 1</b>														
<b>ID ASSET</b>	<b>DESCRIPCION</b>															<b>MES</b>					<b>AÑO</b>																			
<b>PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO AUTONOMO</b> ( A ser realizado por el personal operativo o el mecánico asignado al puesto de trabajo)																																								
<b>Instrucciones</b>															<b>Simbología</b>																									
Realice una inspección visual de los diferentes componentes de la máquina y puesto de trabajo, de acuerdo con lo indicado en la tabla. Si se presenta alguna falla o problema, indique el conjunto afectado por medio de la siguiente simbología.															1. Marque con [ O ] si se requiere ajuste o reparación, agregue una nota explicativa en Comentarios 2. Marque con [ X ] si la máquina está fuera de operación Nota: Si el conjunto se encuentra en óptimas condiciones deje las casillas en blanco																									
<b>INSPECCION DIARIA (OPERADOR)</b>	<b>FECHA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>31</b>								
<b>SISTEMA NEUMÁTICO</b>																																								
Medidor de presión, switch de presión, lubricador, filtro, fugas																																								
<b>SISTEMA DE LUBRICACIÓN</b>																																								
Medidor de presión, nivel de aceite, fugas																																								
<b>UNIDAD HIDRÁULICA</b>																																								
Medidor de presión, switch de presión, nivel de aceite, fugas																																								
<b>ENFRIADOR DE ACEITE</b>																																								
Indicador de temperatura, filtro, nivel de aceite, fugas																																								
<b>SUMINISTRO DE COOLANT/CONVEYOR</b>																																								
Nivel de coolant, conveyor, fugas																																								
<b>ESTADO GENERAL Y OPERACIÓN</b>																																								
Limpieza general, controles de seguridad, limpieza interna (husillo, mesa de trabajo, pallets), ruidos																																								
Indique su ID e iniciales (Firma OBERG) en la casilla del día correspondiente, para registrar que el Mantenimiento ha sido realizado. Este Procedimiento debe realizarse día a día, así como el registro de firmas. <b>NO ES PERMITIDO</b> saltar fechas o registrar firmas de forma acumulativa.																																								
# EEMPL																																								
<b>PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO</b> ( A ser realizado por el personal autorizado del Dpto. Mantenimiento, según el Programa de Mantenimiento)																																								
Mantenimiento realizado										Fecha realizado					Firma técnico					Condición de la máquina																				
<input type="checkbox"/> Trimestral <input type="checkbox"/> Semestral <input type="checkbox"/> Anual										<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>					<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>					Operación normal <input type="checkbox"/> Requiere reparación o ajuste <input type="checkbox"/>																				
<b>COMENTARIOS</b> _____ _____ _____																																								
<b>APROBACIONES</b>																																								
FECHA/FIRMA <input style="width: 150px; height: 30px; border: 1px solid black;" type="text"/>										PRODUCCION										MANTENIMIENTO										QC										
<input style="width: 150px; height: 30px; border: 1px solid black;" type="text"/>										<input style="width: 150px; height: 30px; border: 1px solid black;" type="text"/>										<input style="width: 150px; height: 30px; border: 1px solid black;" type="text"/>																				

**Fuente: Oberg Medical, 2018**

**CAPÍTULO V**  
**PROPUESTA DE SOLUCIÓN**

## **5. Propuestas de Solución**

### **5.1 Materias primas Aceites**

Se realizó un análisis de los aceites que más se consumen por máquina y se realizó la siguiente propuesta con base en el estudio que se efectuó.

La propuesta consiste en cambiar los lubricantes que se utilizan actualmente en los equipos CNC por otros del mismo tipo que se pueden analizar en la Tabla 15, Tabla 16 y Tabla 17, además pueden ser analizados en el anexo 1 y anexo 2 que son las Tablas de equivalencias de los lubricantes de los equipos CNC.

Esta propuesta de mejora para la organización también tiene como mejora que estos lubricantes se consiguen en el mercado a un menor costo económico y bajo las mismas propiedades físicas, químicas que necesita los equipos para su funcionamiento óptimo.

El cambio de los lubricantes aplicados a los equipos puede ser realizado fácilmente por el departamento de mantenimiento, por lo que no se contemplaría como un costo adicional a la compañía.

En la Tabla 15, Tabla 16 y Tabla 17 que se presenta a continuación se detalla la propuesta de mejora aplicada a los lubricantes, específicamente el cambio de marca de los aceites de guías y correderas, los aceites de lubricación del husillo y los aceites de la unidad hidráulica que son los que más utilizan los equipos de Oberg Medical y se consumen en mayor cantidad.

Este cambio en los lubricantes permitirá generar ganancias económicas en términos de ahorro de dinero y optimización del funcionamiento de las máquinas.

### 5.1.2 Aceites Unidad de Lubricación Guías y Correderas

Tabla15.Propuesta de mejora aceites para guías y correderas.

En Uso						Recomendado			MEJORA	
ACEITE	Propiedades físicas	propiedades químicas		precio cubeta	ACEITE	Propiedades físicas	propiedades químicas		precio cubeta	GANANCIA POR UNIDAD
<b>Mobil vactra 2</b>	Características controladas de fricción	Grado de viscosidad ISO	68	<b>€ 73 600,00</b>	<b>castrol magnagli de D68</b>	Fórmula avanzada desemulsionante	Grado de viscosidad ISO	105	<b>€ 60 375,00</b>	<b>€ 13 225</b>
	Capacidad de trabajo con múltiples materiales	cSt a 40 °C, ASTM D445	68			Excepcional estabilidad térmica y contra la oxidación	cSt a 40 °C, ASTM D445	71		
	Facilidad de separación del agua y de los fluidos de corte	Punto de inflamación, ASTM D92, °C	228			bajo coeficiente de fricción	Punto de inflamación, ASTM D92, °C	226		
	Adhesividad	Pour Point, ASTM D97, °C	-18			proteccion corrosion y oxidacion	Pour Point, ASTM D97, °C	-9		<b>Ganancia anual de 3 cubeta de consumo por mes en inventario</b>
	Protección a largo plazo contra la herrumbre y la corrosión	Corrosión a la lámina de cobre, ASTM D 130C, 3 h	1B				Corrosión a la lámina de cobre, ASTM D 130C, 3 h	1		
Protección contra la herrumbre, ASTM D 665B		Pasa	Protección contra la herrumbre, ASTM D 665B	pasa						

Fuente: Elaboración propia, 2018

### 5.1.3 Aceites Unidad de Lubricación Husillo

Tabla16. Propuesta de mejora aceites para Lubricación husillo.

EN USO				RECOMENDADO				GANANCIA		
ACEITE	Propiedades físicas	propiedades químicas		precio cubeta	ACEITE	Propiedades físicas	propiedades químicas	precio cubeta	MEJORA	
mobil velocity 6	buena resistencia a la oxidación	viscosidad	10	₺ 86 825,00	castrol hypspin spindle 10	Buena estabilidad térmica y oxidativa que prolonga la vida útil, reduce los costos de lubricante y minimiza	viscosidad	10	₺ 65 550,00	GANANCIA POR UNIDAD
	protección contra herrumbre y corrosión	densidad	0,84				densidad	0,86		₺ 21 275
	efectiva separación de agua	Grado de viscosidad ISO	10				• Excelente separación de agua y estabilidad hidrolítica que reduce el tiempo de inactividad a través de un lubricante prolongado	Grado de viscosidad ISO	10	Ganancia anual de 2 cubetas de consumo por mes en inventario
	mayor precisión a largo plazo	punto de fluidez	180				• Excelente separación de agua y estabilidad hidrolítica que reduce el tiempo de inactividad a través de un lubricante prolongado	punto de fluidez	-38	₺ 510 600
	mejor vida del equipo	Punto de inflamación, °C	-15				• Espuma controlada para proporcionar una lubricación constante bajo las condiciones de alta agitación encontradas en los cojinetes del husillo	Punto de inflamación, °C	154/309	

Fuente: Elaboración Propia, 2018

### 5.1.4 Aceites Unidad de Lubricación Hidráulica

Tabla 17. Propuesta de Mejora Aceites para Lubricación Hidráulica.

EN USO						RECOMENDADO			MEJORA	
ACEITE	Propiedades físicas	propiedades químicas		precio cubeta	ACEITE	Propiedades físicas	propiedades químicas		precio cubeta	GANANCIA POR UNIDAD
<b>mobil nuto H32</b>	• Buen desempeño y protección antidesgaste que ayuda prolongar la vida útil de las bombas hidráulicas	viscosidad	32	<b>€55 775</b>	<b>hyspin 32</b>	estabilidad termica antidesgaste y hidrolitica	viscosidad	32	<b>€51 750</b>	<b>€ 12 075</b>
	• Protección contra la corrosión que reduce los efectos negativos de la humedad sobre los componentes del sistema	densidad	0,87			rendimiento antidesgaste y características de filtracion	densidad	0,88		<b>ganancia anual de 3 cubetas por mes en inventario</b>
	• Buena filtrabilidad que previene la obstrucción de los filtros, incluso en la presencia de agua	Grado de viscosidad ISO	104			excelente segregacion de liquidos	Grado de viscosidad ISO	102		<b>€ 144 900</b>
		punto de fluidez	-24				punto de fluidez	-30		
		punto de inflamación	212				punto de inflamación	210		

Fuente: Elaboración propia, 2018

## 5.2 Capacitación Operadores en Mantenimiento de Equipos

Las capacitaciones en labores de mantenimiento se realizarán a todo el personal nuevo en el proceso de inducción de manera, tal que conozcan cuáles son sus obligaciones en materia de mantenimiento en la empresa y el Supervisor de Mantenimiento Álvaro Montoya se encargara de impartir dichas capacitaciones.

Se efectuó una propuesta como parte del proceso de mejora en la que se realizaron correcciones en los manuales de mantenimiento diario de los equipos y se capacitara de nuevo a todo el operador sobre las tareas de mantenimiento y el correcto llenado de los manuales de mantenimiento, de forma adecuada, llenando todos los espacios correspondientes, utilizando un *check* para garantizar su revisión diaria y firmarán con su nombre y número de empleado.

Tabla18. Costo de la capacitación de Tareas de Mantenimiento.

Detalle	Costo por hora Ingeniero Industrial (colones)	Horas de Preparación	Horas de Capacitación	Total, de Costo por Capacitación (colones)
Capacitación	¢5 000	5	4	¢100 000


Fuente: Elaboración propia, 2018

### 5.2.1 Matriz de Habilidades para Capacitación

Se elaboro una matriz para capacitar al personal en habilidades requeridas para desarrollar las tareas necesarias para la organización.

### 5.2.2 Matriz Departamento Mantenimiento

Tabla 19. Matriz de Habilidades Técnicas Departamento de Mantenimiento


	MTTO	<i>supervisor mantenimiento</i>	<i>lectura e interpretación de diagramas y manuales</i>	<i>Motores eléctricos, controles, iluminación e instalaciones</i>	<i>sistemas basicos aire acondicionado</i>	<i>Conceptos básicos de sistemas de aire comprimido</i>	<i>Operación del taller mecánico básico</i>	<i>Sistemas basicos plomeria</i>	<i>sistemas Hidraulicos Basicos</i>	<i>controles basicos neumaticos</i>	<i>soldadura basica</i>	<i>FACILWORKS</i>	<i>XX</i>	<i>XX</i>	<i>OCR-F-###-MAINT- Maintenance Control for all production equipments</i>	<i>OCR-P-001-MAINT - Routine, Preventative &amp; Predictive Maintenance</i>	<i>OCR-P-021-QS- Work Environment and Pest Control</i>	<i>OCR-F-001-MAINT- MAINTENANCE WORK REQUEST</i>
	ALVARO MONTOYA	SUPERVISOR	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E			E	E	E	E
	KENNETH GUILLEN	AUXILIAR	CS	CS	CS	CS	CS	CS	CS	CS	CS	CS	CS		C	C	C	C
	CARLOS MURILLO	AUXILIAR	CS	CS	CS	CS	CS	CS	CS	CS	CS	CS	CS		C	C	C	C
	OSCAR MURILLO	AUXILIAR	CS	CS	CS	CS	CS	CS	CS	CS	CS	CS	CS		C	C	C	C
	ERICK CAMBRONERO	AUXILIAR	CS	CS	CS	CS	CS	CS	CS	CS	CS	CS	CS		C	C	C	C

MINIMA DEPENDENCIA		E	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	Experto - capacitado para entrenar
		C	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	2	2	2	2
Satisfied		CS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	Competent con Supervision
Action Req'd																			Inexperto
																			Practicar (necesita entranamiento)

Fuente: Elaboración propia, 2018

### 5.2.3 Matriz Departamento CNC

Tabla 20. Matriz de Habilidades para Capacitación Departamento CNC

	CNC	Mantenimiento Preventivo	Inspección o Medición	Lectura y Comp de Planos	Manejo de maquinado en carbide	Proceso Piezas Terminadas	Lectura Programa NC	Acabado de Dowels	Compesar Offsets	Programación Manual	Cortes y Velocidades	Set Up Completo	Panel Control Fanuc-Hass	Uso Aditamentos de CNC	Tipos de Rosca	Reduc de Tiempos de máquina	Tipos de Acabado en sup	Liberación de l parte en Maq	Lectura de Códigos G&M en CNC	BAAN SOFTWARE	CIMCO	NC LINK FREE	OCR-WI-018-MFG STRYKER TIBIAL	OCR-WI-014-MFG PROCEDIMIENTC	OCR-P-018-QS - Non Conforming P	OCR-WI-002-MFG - Handling of "Ex	OCR-WI-001-QC - In Process Inspe	OCR-WI-003-MFG - Part Handling In	OCR-WI-015-QS - Good Documenta	OCR-WI-035-MFG-LINE CLEARENC				
		RAUL SILES	MECANICO	C	E	E	E	E	E	E	E	C	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	U	E	E	U	C	C	C	C	C	C	C	
ALEXANDER MIRANDA	MECANICO	C	E	E	E	E	E	E	E	C	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	U	E	E	U	C	C	C	C	C	C	C			
ALEXANDER BARQUERO	LIDER PRODUCCION	C	E	E	E	E	E	E	E	C	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	U	E	E	U	C	C	C	C	C	C	C			
JAVIER SANCHEZ	MECANICO	C	E	E	E	E	E	E	E	C	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	U	C	C	U	C	C	C	C	C	C	C			
ANDRES BOLAÑOS	MECANICO	C	E	E	C	E	C	E	E	C	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	U	E	E	U	C	C	C	C	C	C	C			
MELVIN RODRIGUEZ	MECANICO	C	C	C	CS	C	C	C	C	C	C	C	C	CS	C	C	C	C	C	C	U	C	C	U	C	C	C	C	C	C	C			
NORMAN VILLANUEVA	MECANICO	C	C	C	CS	C	C	C	C	C	C	C	C	CS	C	C	C	C	C	C	U	C	C	U	C	C	C	C	C	C	C			
IRIAK RAMIREZ	MECANICO	C	C	C	CS	C	CS	CS	C	CS	C	C	CS	CS	C	C	C	C	C	C	U	C	C	U	C	C	C	C	C	C	C			
JUAN DIEGO GUILLEN	MECANICO	C	C	C	C	C	C	C	C	CS	C	C	CS	C	C	C	C	C	C	C	U	C	C	U	C	C	C	C	C	C	C			
ENRIQUE ACUÑA	MECANICO	C	C	C	C	CS	CS	C	CS	C	C	CS	C	C	C	C	C	C	C	C	U	C	C	U	C	C	C	C	C	C	C			
<b>MINIMA DEPENDENCIA</b>	<b>E</b>	0	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Experto - habil para
	<b>C</b>	4	4	4	2	4	4	3	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	0	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	CompetenteSupervis
<b>Satisfied</b>	<b>CS</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	CompetenteSupervis
<b>Action Rec'd</b>	<b>I</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Inexperto
																																		U-UNTRAINED

Fuente: Elaboración propia, 2018

### 5.2.4 Definición del Grado de Competencia

Tabla 21. Definición del grado de la competencia

<b>Inexperto</b>	Realiza labores de manera competente, no excede expectativas de desempeño básico.
------------------	---

<b>Competente con supervisión</b>	Realiza labores con resultados por encima de lo esperado, valor agregado al desempeño, necesita de supervisión para realizar algunas actividades
<b>Competente</b>	Realiza labores con dominio por encima del promedio, excede los requerimientos del puesto.
<b>Experto:</b>	Realiza labores con vasto conocimiento, experiencia y dominio de la posición.

Fuente: Elaboración propia, 2018

#### 5.2.4 Costo de la Inversión en Matrices de Habilidades

Tabla 22. Elaboración de las matrices para definir Habilidades Técnicas dentro de los perfiles de recursos humanos.

<b>Costo Elaboración de Matrices</b>			
Detalle	Tiempo en Horas Elaboración de Matrices	Costo por hora Ingeniero Industrial	Total
Elaboración de Matrices	18	₡5 000,00	<b>₡90 000,00</b>

Fuente: Elaboración propia, 2018

#### 5.2.4 Medio Ambiente

Establecer un comité de salud Ocupacional en la empresa es una solución favorable para controlar los factores que influyen en la salud del personal. Esto por la cantidad

de partículas que se encuentran en el ambiente debido a las máquinas que producen un choque térmico con el refrigerante, produciendo vapores que generan contaminación en el aire sumado al aire acondicionado que varía su temperatura ambiente y a los polvos producidos por las herramientas de corte que son hechas de carburo de tungsteno partículas que se producen en los procesos de afilado por parte de los operarios.

El ambiente de la empresa se mantiene con problemas en términos de medio ambiente por lo que se implementara las siguientes propuestas de solución:

- Creación comité seguridad y salud ocupacional con la inclusión de 2 ingenieros de la organización, que trabajen 5 horas semanales en temas de seguridad y salud ocupacional, con la función de auditar internamente.
- La temperatura dentro del edificio se manejará en el rango de 22 grados C +/- 2 grados, para salud integral del personal y estabilidad de temperatura según recomendaciones de la OMS. Esta temperatura dentro del edificio será controlada por el comité de salud ocupacional en conjunto con los departamentos de Recursos Humanos y Mantenimiento, el cual instalará termocuplas para su medición y control.
- Iluminación, niveles de sonido, partículas de aire, protectores de seguridad del equipo, materiales peligrosos y el espacio de trabajo serán controlados por el comité de salud ocupacional en conjunto con los departamentos de Recursos Humanos y Mantenimiento, estos trabajarán para que cumplan con Ley Riesgos del Trabajo N° 6 727 de Costa Rica por medio de acciones correctivas y programas de control interno.

Tabla 23. Costo Comité de Seguridad y Salud Ocupacional para controlar el Ambiente Laboral de Oberg en prevención de la salud.

<b>Costo Comité Seguridad y Salud Ocupacional</b>			
Integrantes Comité seguridad y salud Ocupacional	Horas laboradas por semana	Costo por hora Ingeniero Industrial	Total
2	5	€5 000	<b>€50 000</b>

**Fuente: Elaboración Propia, 2018**

Como parte del seguimiento de las acciones de salud ocupacional en el trabajo, se realizaron una serie de propuestas de mejora entre las que puede mencionar brindar una guía de inspección de las condiciones de salud ocupacional, la cual será utilizada por los encargados de salud ocupacional, esta permitirá controlar las instalaciones y condiciones en las que se trabaje durante la jornada diaria.

Tabla 24. Costos de las acciones y controles de la implementación de un comité de salud ocupacional.

<b>Costos de Implementación de Seguridad y Salud ocupacional en Oberg Medical</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>TOTAL</b>
Verificación de los requisitos técnicos legales en Salud Ocupacional.	€80 000	€80 000
Identificar los riesgos laborales mediante la guía de verificación condiciones de salud ocupacional <b>Anexo 5.</b>	€45 000	€45 000
conformación del comité de salud y seguridad en el trabajo	€50 000	€50 000
Elaborar documentos e implementar el sistema gestión en seguridad y salud laboral	€250 000	€250 000
capacitación en seguridad y salud ocupacional	€80 000	€80 000
Elaboración del reglamento de seguridad y salud en el trabajo.	€400 000	€400 000
Elaboración del plan de emergencias	€450 000	€450 000
Compra y recarga de equipos contra incendios	€200 000	€200 000
Compra de extractores y equipos de protección personal	€550 000	€550 000
Señalización y/o letreros de seguridad industrial	€350 000	€350 000
	<b>TOTAL</b>	<b>€2 860 000</b>

Fuente: Elaboración propia, 2018

### **5.3 Procedimientos**

Se realizó una revisión de los procedimientos existentes en labores de mantenimiento en Oberg Medical y como parte de la propuesta de mejora, se crearon instrucciones de trabajo en donde se documentaron correctos procedimientos que deben realizarse en los procesos de mantenimiento que se aplican en los equipos de la empresa, para que la información que estas instrucciones contienen se sigan de una manera rigurosa en los procesos actuales, y así no se vea afectada la organización en futuras auditorías a las que se somete la empresa.

Tabla24.Costo de Inversión Procedimientos Mantenimiento.

Instrucciones de trabajo elaboradas	Tiempo Elaboración Horas	Costo por Hora Ingeniero industrial	Costo Unitario
OCR-001-WI-Mantenimiento, Preventivo, correctivo y diario	20	₡5 000	₡100 000
OCR-002-WI-Control de mantenimiento Diario	10	₡5 000	₡50 000
OCR-003-WI-proceso mantenimiento preventivo	10	₡5 000	₡50 000
OCR-004-WI-Proceso de Mantenimiento no Programado	10	₡5 000	₡50 000
OCR-005-WI-Programa Facility Works	15	₡5 000	₡75 000
<b>Costo Total Elaboración Procedimientos</b>			<b>₡325 000</b>

**Fuente: Elaboración propia, 2018**

Las acciones, controles, seguimientos de mantenimiento diario, correctivo y preventivo serán realizados por el departamento de mantenimiento durante la jornada laboral. Estos cuentan con los equipos y herramientas necesaria para realizarlos y se encargarán de velar, porque se cumplan las inspecciones y procedimientos establecidos. El costo requerido para realizarlos se detalla a continuación en la siguiente Tabla.

Tabla 25. Costo del tiempo requerido para aplicar los controles en los equipos.

Tipo de control	Duración por equipo	Costo por hora		Total
		encargado mantenimiento	Cantidad equipos	
Mantenimiento diario	0,25 horas	Ø4 000	17	Ø17 000
Mantenimiento preventivo semestral	5 horas	Ø4 000	17	Ø340 000
<b>TOTAL</b>	<b>5,25 horas</b>	<b>Ø4 000</b>	<b>17</b>	<b>Ø357 000</b>

**Fuente: Elaboración propia, 2018**

### 5.3.1 Hallazgos auditorías

En el proceso de investigación de este proyecto se hizo una serie de propuestas para corregir los hallazgos suscitados en las auditorías internas y externas realizadas a la compañía. Se determinó que los principales problemas encontrados en las auditorías al área de mantenimiento correspondían a malas prácticas de documentación por parte de los operadores de las máquinas, cuando se realiza el llenado de información de los manuales de mantenimiento diario a los equipos y es parte de sus tareas diarias, por lo que se les realizó una revisión a los manuales y se

les hizo una serie de correcciones como mejora para el correcto llenado del documento, esto sumado a la importancia de que el departamento de CNC y Mantenimiento controlen que se llenen de manera correcta, realizando todas las indicaciones que contiene el documento.

La mejora al manual tuvo una inversión mínima de dinero y tiempo, pero sus resultados e importancia de buena aplicación generarán grandes beneficios.

Tabla 26. Costo de Inversión Manual Procedimiento Diario.

Detalle	Tiempo Elaboración Horas	Costo por Hora Ingeniero industrial	Costo Unitario
OCR-001-RECORD- Control de mantenimiento Diario	3	₡5 000	<b>₡15 000</b>

**Fuente: Elaboración propia, 2018**

### 5.3.2 Mejora en Documentación del Manual de Control de Mantenimiento Diario.

Se realizaron unas modificaciones al manual de mantenimiento de control diario para mejorar su proceso de registro. Esta mejora consiste en el correcto llenado del manual por medio de una simbología que le permite al operador reportar el estado del equipo en 3 estados, las cuales son:

**o:** máquinas requiere ajuste o reparación

**x:** máquina fuera de operación

√: máquina en condición normal

De esta manera se garantiza el correcto llenado del equipo respetando las normativas ISO que se rigen en Oberg Medical y son de mucha importancia en los procesos de auditorías para las buenas prácticas de documentación, así la empresa no se verá afectada con posibles sanciones por parte de autoridades regulatorias y como beneficio en materia de mantenimiento, se tendrá un control más eficiente de los equipos que se utilizan, permitiendo llevar registros de eventos en los equipos que se encuentren reportados en los manuales de mantenimiento diario, para facilitar futuros estudios que mejoren los procesos de mantenimiento.

### **5.3.3 Seguimiento y Control Manuales de Mantenimiento Diario**

Los manuales de mantenimiento diario son de gran importancia, ya que estos deberán ser utilizados por los operadores de los equipos para realizar la inspección diaria antes de empezar su jornada laboral, por lo que deberán de ser aplicados correctamente siguiendo, paso a paso, cada uno de sus procedimientos que contiene.

El seguimiento y control de los manuales estará a cargo del departamento de mantenimiento, el cual se encargará de realizar una inspección mensual de todos los manuales y garantizar su correcta documentación por parte de los operadores de las máquinas.


Tabla 27. Costo de seguimiento y control de manual Procedimiento Diario.

Detalle	Tiempo de revisión o control	Cantidad de equipos	Costo por Hora encargado de mantenimiento	Costo Total
OCR-001- RECORD- Control de mantenimiento Diario	0,25horas	17	₡4 000	<b>₡17 000</b>

**Fuente: Elaboración propia, 2018**



Tabla 27. Manual de Mantenimiento Diario Obsoleto

 <b>OBERG COSTA RICA</b>	<b>OCR-F-012-MAINT- Control de Mantenimiento (CNC Hass)</b> <b>REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO / AUTONOMO</b>																																
	Emitido: A. Montoya					Fecha Revisión: 12/8/2015					Rev. D					Pág. 1 de 1																	
ID ASSET		DESCRIPCION										MES					AÑO																
PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO AUTONOMO ( A ser realizado por el personal operativo o el mecánico asignado al puesto de trabajo)																																	
<b>Instrucciones</b> Realice una inspección visual de los diferentes componentes de la máquina y puesto de trabajo, de acuerdo con lo indicado en la tabla. Si se presenta alguna falla o problema, indique el conjunto afectado por medio de la siguiente simbología.																																	
<b>Simbología</b> 1. Marque con [ O ] si se requiere ajuste o reparación, agregue una nota explicativa en Comentarios 2. Marque con [ X ] si la máquina está fuera de operación Nota: Si el conjunto se encuentra en óptimas condiciones deje las casillas en blanco																																	
<b>INSPECCION DIARIA (OPERADOR)</b>	<b>FECHA</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
<b>SISTEMA NEUMÁTICO</b>																																	
Medidor de presión, switch de presión, lubricador, filtro, fugas																																	
<b>SISTEMA DE LUBRICACIÓN</b>																																	
Medidor de presión, nivel de aceite, fugas																																	
<b>UNIDAD HIDRÁULICA</b>																																	
Medidor de presión, switch de presión, nivel de aceite, fugas																																	
<b>ENFRIADOR DE ACEITE</b>																																	
Indicador de temperatura, filtro, nivel de aceite, fugas																																	
<b>SUMINISTRO DE COOLANT/CONVEYOR</b>																																	
Nivel de coolant, conveyor, fugas																																	
<b>ESTADO GENERAL Y OPERACIÓN</b>																																	
Limpieza general, controles de seguridad, limpieza interna (husillo, mesa de trabajo, pallets), ruidos																																	
Indique su ID e iniciales (Firma OBERG) en la casilla del día correspondiente, para registrar que el Mantenimiento ha sido realizado. Este Procedimiento debe realizarse día a día, así como el registro de firmas. <b>NO ES PERMITIDO</b> saltar fechas o registrar firmas de forma acumulativa.																																	
# EEMPL																																	
PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO ( A ser realizado por el personal autorizado del Dpto. Mantenimiento, según el Programa de Mantenimiento)																																	
Mantenimiento realizado										Fecha realizado					Firma técnico					Condición de la máquina													
<input type="checkbox"/> Trimestral <input type="checkbox"/> Semestral <input type="checkbox"/> Anual										<input type="text"/>					<input type="text"/>					Operación normal <input type="checkbox"/> Requiere reparación o ajuste <input type="checkbox"/>													
COMENTARIOS																																	
_____ _____ _____																																	
APROBACIONES <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;"> <b>PRODUCCION</b>  <input type="text"/> </div> <div style="text-align: center;"> <b>MANTENIMIENTO</b>  <input type="text"/> </div> <div style="text-align: center;"> <b>QC</b>  <input type="text"/> </div> </div>																																	

Fuente: Oberg Medical,2018

### **5.3.4 Validaciones**

Se revisa el documento oficial de la organización para validaciones de dispositivos médicos y se hace un comparativo con otros documentos oficiales en base a las normativas internacionales por el Global Harmonization task Force (GHTF) de gran relevancia en la parte de validaciones de dispositivos médicos a nivel mundial.

Se hace una propuesta de un nuevo documento de validación que incluya los contenidos de relevancia de los documentos oficiales de validación esto para optimizar el proceso de validación para futuras auditorías.

### **5.3.5 Criterios de Validación**

La International Medical Device Regulators Forum reportó que entre el 50 y el 70% de los incidentes con dispositivos médicos están relacionados con errores en el ensamble, supresión de alarmas, conexiones erradas, uso clínico incorrecto, incorrecta selección de parámetros de uso, programación incorrecta y falla en el monitoreo.

Actualmente, no solo a nivel internacional, sino también nacional, las empresas productoras de dispositivos médicos necesitan establecer manuales o protocolos, que faciliten a los funcionarios de las organizaciones seguir unos lineamientos y evitar eventos adversos en el proceso de salida al mercado de dichos dispositivos. Un manual protocolario para la calidad de los nuevos dispositivos médicos contribuye a mejorar la eficacia y la eficiencia en el desarrollo de estos, para salvaguardar la operatividad de las instituciones

Entre los criterios de validación que se tomaron en cuenta para mejorar los protocolos de Oberg Medical se encuentran los siguientes:

1-Calificación inicial del equipo usado y la disposición de los servicios necesarios, también conocida como calificación de instalación (IQ). Los criterios más importantes son:

- Características de diseño de equipo (limpieza de los materiales de construcción, etc.)
- Condiciones de instalación
- Calibración, mantenimiento preventivo.
- Características de seguridad
- Documentación, gráficos y manuales
- Documentación del software
- Lista de repuestos
- condiciones ambientales

2. Demostración de que el proceso generará resultados aceptables y establecerá límites (en el peor de los casos) de los parámetros del proceso, también conocida como calificación operacional (OQ). En esta fase, los parámetros de proceso deben ser estudiados para asegurar que darán como resultado productos que cumplan todos los requerimientos definidos bajo todas las condiciones anticipadas de fabricación, es decir, la prueba en el peor de los casos. Los criterios más importantes son:

- Límites de control de proceso (tiempo, temperatura, presión, condiciones de configuración, etc.)

- Parámetros de software.
- Especificaciones de materia prima.
- Procedimientos de operación de proceso.
- Requerimientos de manejo de material.
- Control de cambios de proceso.
- Entrenamiento.
- Estabilidad y capacidad a corto plazo del proceso.
- Modos de falla potencial.

### **5.3.6 Calibración Láser para Validación**

Como propuesta de mejora es importante la calibración de laser que es el instrumento que se utiliza para validar todos los equipos CNC y este no se encuentra calibrado ni validado para desarrollar su función de vital importancia en la empresa por lo que hay que considerar los siguientes costos de calibración:

- entrenamiento de personal,
- preparación y documentación de procedimientos,

En costos de operación se tiene que tener en cuenta lo siguiente:

- salarios del personal,
- calibración de estándares de medición de referencia,
- costos de depreciación del equipo.

Estos son todos costos fijos y no se pueden evitar.

Tabla 28. Costo anual calibración láser

Costo de calibración	\$500
Costo entrenamiento personal	\$100
preparación y documentación de procedimientos	\$50
Salarios del personal por hora	\$30
Costos depreciación anual del equipo	\$49
Total	\$729

**Fuente: Elaboración propia, 2018**

Tabla29. Propuesta Protocolo Validación

<b>Propuesta protocolo validación</b>	<b>Protocolo de Validación Actual</b>
<b>4.0 Installation Qualification Protocol</b>	<b>4.0 Installation Protocol</b>
4.1 Calibration Certificate Verification	4.1 Calibration Certificate Verification
4.2 Equipment design features	4.2 Non-Calibrated Device or Utility Verification
4.3 Equipment Re-Validation Criteria	4.3 Equipment Re-Validation Criteria
4.4 Installation Instrumentation/Equipment	4.4 Installation Instrumentation/Equipment
4.6 PRIMARY Equipment Identity and Location Verification	4.6 PRIMARY Equipment Identity and Location Verification
4.7 ANCILLARY Component and System Platform Verification	4.7 ANCILLARY Component and System Platform Verification
4.8 Maintenance and Safety Verification	4.8 Maintenance and Safety Verification
4.9 Utilities and Site Physicals Verification	4.9 Utilities and Site Physicals Verification
4.10 Physical and Environmental Verification	4.10 Physical and Environmental Verification
4.11 Environment Conditions	4.11 Special Materials Verification
4.12 Spare Parts list	4.13 Software System Installed Copy Verification
<b>5.0 Operational Qualification Protocol</b>	4.14 Communications Verification
5.1 Special Materials Verification	4.15 Alarms, Error Messages, Trips and Interlocks
5.2 Raw material specification	4.16 Mechanical Functional Testing
5.3 Software System Installed Verification	4.17 Work Instruction Verification
5.4 Communications Verification	
5.5 Alarms, Error Messages, Trips and Interlock	
5.6 Mechanical Functional Testing	
5.7 Work Instruction Verification	
5.8 Material Handling Requirements	

**Fuente: Elaboración Propia, 2018**

Tabla 28. Costo Propuesta Protocolo de Validación

<b>Costo Propuesta Protocolo Validación</b>			
<b>Detalle</b>	<b>Tiempo en Horas Elaboración</b>	<b>Costo por hora Ingeniero Industrial</b>	<b>Total</b>
Elaboración de			
Protocolo	15	₡5 000	<b>₡ 75 000,00</b>

**Fuente: Elaboración propia, 2018**

#### **5.4 Manual de Procedimiento Inspección diaria de los equipos**

Se presenta en el Anexo 3 el Manual de Mantenimiento de procedimiento de inspección diaria para los equipos de CNC, el cual tiene como base para la determinación de sus actividades las siguientes consideraciones:

1. Frecuencia de fallos
2. Tipos de fallos
3. Especificaciones de los manuales de cada uno de los equipos

Adicionalmente, se encuentra alineado en correspondencia con las mejoras de los procedimientos descritas anteriormente, como el caso de las instrucciones de trabajo diarias y la capacitación del personal.

#### **5.5 Manual de Procedimiento Inspección Mantenimiento Preventivo Semestral**

Se presenta el Anexo 4 Manual de procedimiento inspección mantenimiento preventivo semestral el cual como parte de las propuestas de mejora para la empresa Oberg Medical, tiene como fin revisar el estado de los equipos cada 6 meses de manera que se realicen las siguientes tareas de mantenimiento que en conjunto con los encargados de mantenimiento y los operadores de los equipos de consideran los de mayor necesidad e importancia para el mantenimiento preventivo de la máquina, previniendo desgastes en sus partes.

Se tomó en cuenta el ambiente en el que trabajan los equipos y las extensas jornadas de trabajo, por lo que al ser máquinas modernas con poco año de uso el mantenimiento semestral es el óptimo para preservar su funcionamiento.

Como parte de la propuesta se determinó junto al departamento de mantenimiento, dar importancia en la realización de estas tareas, ya que de su falta de operación se considera que el mantenimiento preventivo no haría efecto en los equipos.

Tabla 29. Costo Elaboración Manual de Mantenimiento Preventivo

Detalle	Tiempo Elaboración Horas	Costo por Hora Ingeniero industrial	Costo Unitario
OCR-Manual-001-MAINT-Control de Mantenimiento	120	₡5 000	<b>₡600 000</b>

**Fuente: Elaboración propia,2018**

Tabla30.Costo Seguimiento y control Manual de Mantenimiento Preventivo

Detalle	Tiempo de mantenimiento	Costo por Hora Ingeniero industrial	Cantidad de equipos	Seguimiento por año	Costo Unitario
Seguimiento mantenimiento preventivo	5horas	₡5 000	17	Semestral 2 veces al año	<b>₡850 000</b>

**Fuente: Elaboración propia, 2018**

Tabla 31. Pérdidas por Paros No Programados de Equipos

Horas	Costo hora de CNC	Pérdida por paros
4 376	\$40	<b>\$175 040</b>

**Fuente: Elaboración Propia, 2018**

Basados en datos de mercado actual la implementación de un plan de mantenimiento preventivo en una organización puede generar entre un 15 y 30% de ahorro en la producción por lo que la Tabla 31 muestra el cálculo del ahorro estimado con la implementación del plan de mantenimiento preventivo en Oberg Medical.

Tabla31.Ahorro Estimado desde porcentaje teórico a partir de la implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo.

Costo Pérdidas	Porcentaje Teórico	Ahorro estimado
\$175 040	<b>0,15</b>	\$26 256
\$175 040	<b>0,30</b>	\$52 512

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 32. Nivel de Implementación de las Propuestas de Mejora en el Departamento de CNC de Oberg Medical.

Propuesta	Costo	Condición	Porcentaje de Implementación
Aceite guías y Corredoras	Ø60 375	Aprobada	0%
Aceite Husillo	Ø65 550	Aprobada	0%
Aceite hidráulico	Ø51 750	Aprobada	0%
Capacitación Tareas Mantenimiento personal	Ø100 000	Aprobada	5%
Comité de seguridad y salud ocupacional	Ø50 000	Evaluación	0%
Instrucciones de trabajo Mantenimiento	Ø325 000	aprobada	0%
Manual de control Registro Mantenimiento diario	Ø15 000	aprobada	20%
Protocolo de validación	Ø75 000	aprobada	5%
Manuales de mantenimiento Preventivo	Ø600 000	aprobada	0%

**Fuente: Elaboración Propia, 2018**

La Condición de aprobación de las propuestas anteriores se llevó a cabo por medio de la exposición de estos ante las gerencias.

**CAPÍTULO VI**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 6.1 Conclusiones

Del estudio Realizado se concluye, que existen debilidades en los procesos de administración de Mantenimiento de la organización, dichos procesos deben ser mejorados para optimizar los procesos productivos de la compañía y mejorar la disponibilidad de los equipos, los cuales generan paros no programados de mantenimiento por deficiencias en los procesos que pueden mencionarse en:

- La empresa no contaba con un plan estructurado de mantenimiento, sino que mantenía actividades aisladas, relacionadas a labores de mantenimiento, principalmente correctivo.
- La empresa ha tenido diferentes alertas provenientes de diferentes fuentes que evidencian la necesidad de un plan de mantenimiento.
- Los costos por paros no programados ascienden a más de \$175 000 solamente en los últimos seis meses, considerando solo un departamento.
- Las tareas de Mantenimiento contemplan únicamente Inspecciones diarias, las cuales se determinó que no se realizaban frecuentemente.
- Los procedimientos asociados a labores de Mantenimiento no habían sido validados.

Al finalizar este proyecto, la empresa cuenta con un plan de administración de mantenimiento que le permite, el abordaje integral de los equipos desde su instalación, operación y priorización de las áreas que atienden a la frecuencia de fallos registrados.

- La empresa cuenta con procedimientos, instrucciones de trabajo asociados a las tareas y actividades de mantenimiento, validados, revisados y optimizados.
- De implementarse en su totalidad el plan de administración de mantenimiento la empresa lograría ahorros de entre \$26 000 y \$56 000 por periodo en un único departamento.
- La empresa cuenta con una propuesta de optimización de aceites que le permite un ahorro de más de \$1 900 por año.
- La empresa cuenta con documentos asociados al plan de administración de mantenimiento que atiende la percepción y opinión de los operarios del departamento

## **6.2 Recomendaciones**

- Se le recomienda a la empresa continuar la implementación del plan de administración de mantenimiento en todos sus extremos y todos sus departamentos.
- Se recomienda la incorporación del Departamento de Seguridad y Salud Ocupacional que permita valorar de forma integral condiciones ambientales y organizacionales de los puestos de trabajo.
- Se recomienda la calibración del láser que se encarga de validar los equipos ya que no se encuentra una trazabilidad.
- Se recomienda implementar el programa 5s en los procesos de Oberg y adoptarlos como una cultura, realizando todas las etapas que conlleva.
- Se recomienda validar el programa de software Facility Works, ya que este es la herramienta principal para el manejo del plan de administración de

mantenimiento utilizado por la empresa, la cual no necesariamente se encuentra en completa utilización.

- Se recomienda tener Excel como otra herramienta de base de datos, ya que Facility Works no tiene la capacidad ni la flexibilidad para el manejo de información en su totalidad.
- Se recomienda llevar registros de los paros no programados de mantenimiento, ya que no existen historiales y la herramienta utilizada no lo permite.
- Se recomienda contratar técnicos en mantenimiento para satisfacer las necesidades de demanda de la compañía y asignarles tareas correspondientes.
- Se recomienda un plan de capacitación para técnicos de mantenimiento, ya que tienen muchas debilidades en el funcionamiento de los equipos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Anchía, V. Evaluación del Funcionamiento de la Operaciones en los Departamentos de Mantenimiento Preventivo en Soporte Crítico de Grupo Electrotécnica durante el año 2012. Tesis de Bachillerato. Universidad Hispanoamericana. San José, Costa Rica (2012).

Arias, R. Desarrollo y puesta en marcha de un manual para el mantenimiento preventivo y correctivo del sistema Scada y sus dispositivos para el CLOR (ICE) de cañas Guanacaste. tesis de bachillerato. Universidad Hispanoamericana. San José. Costa Rica (2009)

Cortés, A. Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la flotilla de vehículos de la municipalidad de Coronado. Tesis de Bachillerato. Para Universidad Hispanoamericana. San José, Costa Rica (2010).

Dounce, E. la productividad en el mantenimiento industrial. (3ª. ed.). México: Editorial Patria (2014.)

Gutiérrez, H. y de la Vara, R. (2009). Control estadístico de calidad y Seis Sigma. (2º. ed.). México: McGraw Hill.

García, S. Mantenimiento Industrial volumen 3. Madrid: Editorial Renovetec. 2009. <http://www.renovetec.com>

Hernández, R., Fernández, C. y Batista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. (6ª. ed.). México: McGraw Hill.

Hurtado, J. (2012). *Metodología de la investigación*. (4ª. ed.). Caracas: Quirón Ediciones.

Socconini, L. (2015)., *Lean Six Sigma Green Belt*. Vol. 1, Barcelona: Marge Books.

Industrias Oberg. (2012). Oberg Industries. Recuperado de <http://www.oberg.com/markets-served/index.aspx>

Meyers, Fred y Stephens, Matthew (2005). *Diseño de Instalaciones de Manufactura y manejo de materiales*. México: Editorial Pearson, Prentice Hall

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Tabla Equivalencias Doosan HC400

Tabla11. Equivalencias lubricantes Máquinss Doosan Oberg Medical

Tipo de aceite	MOBIL	SHELL	ESSO	TOTAL
FC10	VELOCITE No.6	TELLUS C10	SPINESSO 10	AZZOLA 10
FD22	VELOCITE No. 10	TELLUS 22		AZZOLA ZS 15
FC22	DTE OIL LIGHT	TELLUS 32	TERESSO 32	AZOLLA 32
HM32	DTE 24	TELLUS 32	NUTO H 32	AZZOLA ZS 32
HG32	VACUOLINE 1405	TONNA T 32	FEBIS K 32	DROSERA MS 32
HM46	DTE 25	TELLUS 46	NUTO H 46	AZZOLA ZS 68
HM68	DTE 26	TELLUS 68	NUTO H 68	
HG68	VACUOLINE 1409	TONNA T 68	FEBIS K 68	DROSERA MS 68
G68	VACTRA No. 2	TONNA T 68	FEBIS K 68	DROSERA MS 68
CB150	DTE OIL EXTRAHEAVY	TELLU C 150	TERESSO 150	
G220	VACTRA No. 4	TONNA T 220	FEBIS K 220	DROSERA MS 220
CC320	MOBILGEAR 632	OMALA 320	SPARTAN EP 320	CARTER EP320
XM2	MOBILUX EP2	ALVANIAGREASE EP2	BEACON EP2	MULTIS EP2

Fuente: Elaboración propia, 2018

## Anexo 2. Tabla de Equivalencias aceite kitamura HX300

TABLA12. Equivalencias lubricantes Máquinas kitamura Oberg Medical

#	Punto lubricación	MOBIL	SHELL	CASTROL
1	TANQUE COOLANT		N/A	
2	ENFRIADOR DE ACEITE	TERESSTIC T 32	TELLUS 32	HYSPIN 32
3	UNIDAD DE LUBRICACION	VACTRA No.2	TONNA T68	MAGNAGLIDE D68
4	MESA ROTTIVA	MOBILGEAR 626	OMALA 68-100	ALPHA EP68
5	LUBRICACION DEL HUSILLO	ACEITE ESPECIAL KITAMURA		
6	ENFRIADOR DEL HUSILLO	SPINESSO 10 VELOCITE 6	TELLUS C10	SPINDLE OIL 10
7	UNIDAD HIDRAULICA	TERESSTIC T 32	TELLUS 32	HYSPIN 32
8	CONVEYOR	GRASA MULTIPROPOSITO		


Fuente: Elaboración propia, 2018

**Anexo 3. Manual de Procedimiento Mantenimiento Diario para los Equipos de CNC**

PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN DIARIA		
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO TIEMPO: 15 minutos		
SISTEMA	ESPECIFICACIÓN	ILUSTRACIÓN
<b>SISTEMA NEUMÁTICO</b>		
1	Verifique la presión indicada por el medidor de presión	<p>SISTEMA NEUMÁTICO</p> <p>SISTEMA DE LUBRICACIÓN</p>
2	Verifique la presión indicada en el <i>switch</i> de presión	
3	Verifique el nivel de aceite de la unidad lubricadora. Rellene si es necesario	
4	Drene el agua acumulada en el depósito del filtro, si corresponde	
5	Limpie todos los componentes	
6	Verifique que no existan fugas de aire ni aceite	
<b>SISTEMA DE LUBRICACIÓN</b>		
1	Verifique la presión indicada por el medidor de presión	<p>SISTEMA DE LUBRICACIÓN</p>
2	Verifique el nivel de aceite. Rellene si es necesario	

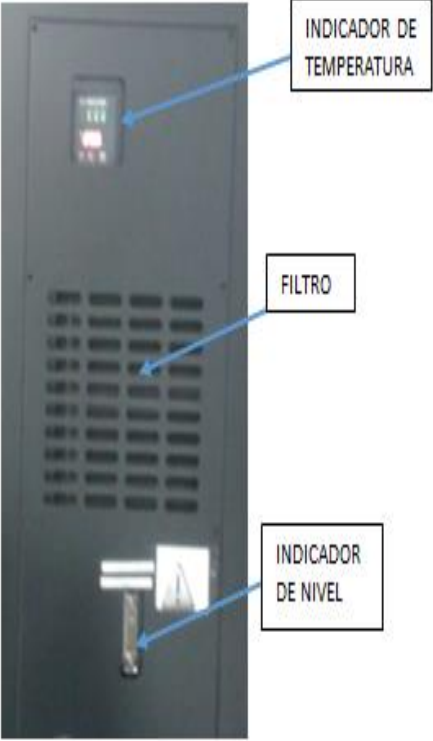
**PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN DIARIA**

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO    TIEMPO: 15 minutos**

SISTEMA		ESPECIFICACIÓN	ILUSTRACIÓN
3	Limpie todos los componentes		
4	Verifique que no existan fugas de aceite		
<b>UNIDAD HIDRAULICA</b>			
1	Verifique la presión indicada por el medidor de presión	50 kgf/cm <sup>2</sup> [4.9 MPa/49 bar]	
2	Verifique la presión indicada en el switch de presión	20 kgf/cm <sup>2</sup> [1.96 MPa/19.6 bar]	
3	Verifique el nivel de aceite. Rellene si es necesario	HM 32/NUTO H32	
4	Verifique que no existan fugas de aceite		
<b>ENFRIADOR DE ACEITE</b>			
1	Inspeccione si el indicador de temperatura muestra alguna alarma.		
2	Verifique el estado del filtro. Si nota exceso de contaminación, notifíquelo para que sea limpiado.		
3	Verifique el nivel de aceite. Rellene si es necesario	FC 10/VELOCITE #6	

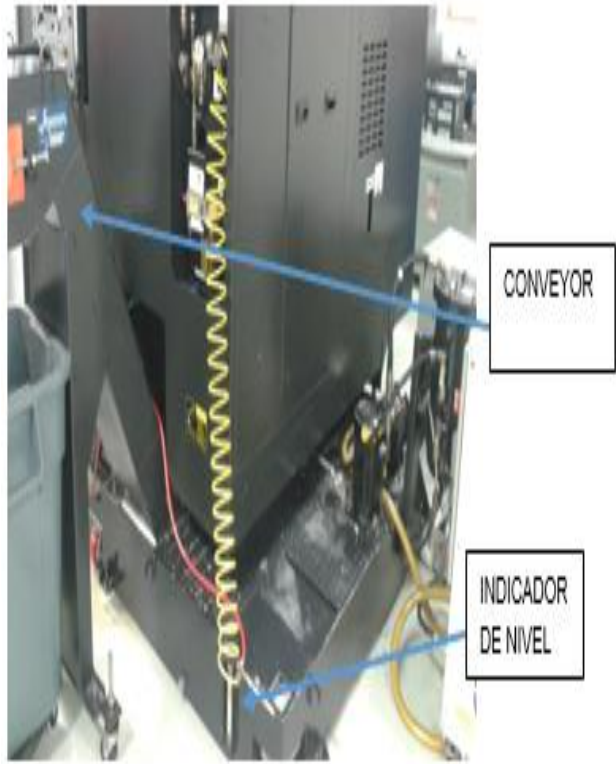
**PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN DIARIA**

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO    TIEMPO: 15 minutos**

SISTEMA		ESPECIFICACIÓN	ILUSTRACIÓN
4	Verifique que no existan fugas de aceite		
<b>SUMINISTRO DE COOLANT/EXTRACTOR DE VIRUTA</b>			
1	Verifique el nivel de coolant. Rellene si es necesario		
2	Verifique que el conveyor opera normalmente		

**PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN DIARIA**

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO    TIEMPO: 15 minutos**

SISTEMA		ESPECIFICACIÓN	ILUSTRACIÓN
3	Verifique que no existen fugas de coolant en el sistema		 <p>The photograph shows the internal structure of a machine, likely a conveyor system. A yellow coiled hose is visible. Two blue arrows point from labels to specific components: 'CONVEYOR' points to a horizontal structure on the right, and 'INDICADOR DE NIVEL' points to a vertical component at the bottom right.</p>
<b>ESTADO GENERAL Y OPERACIÓN DE LA MÁQUINA</b>			
1	Verifique que todas las operaciones de la máquina se ejecutan con normalidad		
2	Verifique que todos los controles responden correctamente		
3	Verifique el estado y limpieza general de mandos y pantallas		
4	Verifique el estado y limpieza de compuertas y cubiertas		

**PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN DIARIA**

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO    TIEMPO: 15 minutos**

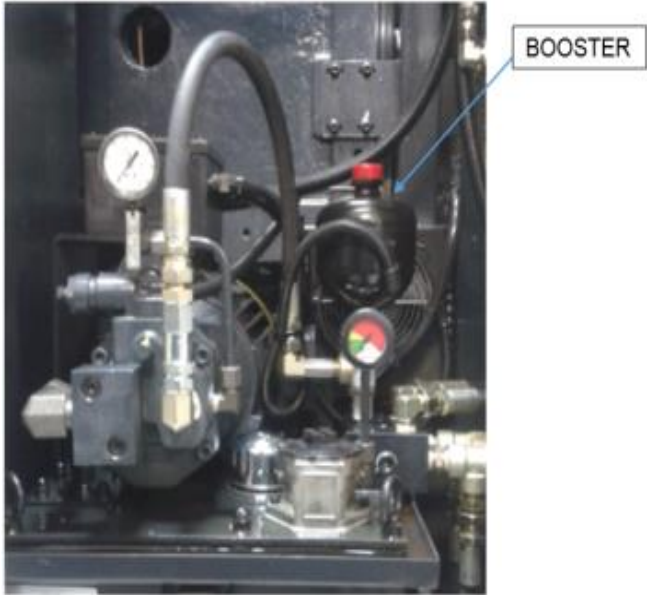
<b>SISTEMA</b>	<b>ESPECIFICACIÓN</b>	<b>ILUSTRACIÓN</b>
5	Verifique que los interruptores de seguridad se encuentran debidamente instalados y en operación	
6	Haga una limpieza interna de la máquina: husillo, mesa de trabajo, pallets. <b>USE LENTES DE SEGURIDAD</b>	
7	Realice una limpieza general alrededor de la máquina. Recoja derrames de aceite, coolant o virutas	
8	Escuche/observe atentamente e identifique cualquier sonido o condición inusual durante la operación de la máquina y repórtelo	

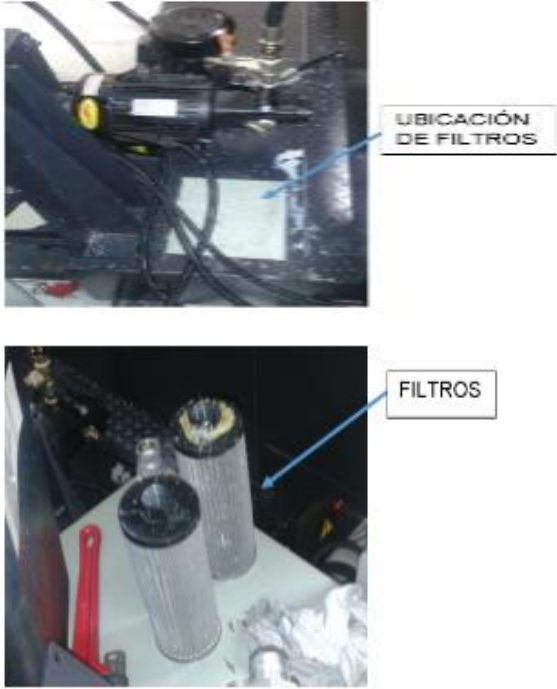
**Fuente: Elaboración Propia, 2018**

**ANEXO 4. MANUAL DE PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
SEMESTRAL PARA LOS EQUIPOS DE CNC**

<b>PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN SEMESTRAL</b>		
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	<b>TIEMPO ESTIMADO</b>	<b>ESPECIFICACIÓN</b>
	<b>: 5 horas</b>	
	<b>HUSILLO</b>	
1	Inspeccione las conexiones eléctricas del motor. Verifique que no existan cables sueltos	
2	Limpie detalladamente todo el servo-motor	
	<b>SISTEMA DE EJES</b>	
1	Verifique que las partes móviles están siendo bien lubricadas, revisando que las guías tengan una película de aceite en toda su extensión.	
2	Inspeccione las guías en busca de desgaste o rayones	
3	Limpie los excesos de aceite acumulados alrededor de las guías.	
4	Verifique que no existan fugas de aceite en el sistema	
5	Ajuste el torque las uniones roscadas de las tuberías de aceite	
6	Inspeccione el buen estado de las tuberías, desde la bomba hasta los puntos de aplicación de aceite	
	<b>CAMBIO AUTOMÁTICO DE HERRAMIENTA</b>	
1	Verifique que los POT de herramientas estén libres de suciedad	
2	Aplique grasa al engrane	Grasa para rodamientos
3	Limpie detalladamente el compartimiento donde se encuentra el porta herramientas	
4	Limpie el servo-motor	
5	Verifique el estado de las conexiones del servo-motor	
	<b>SISTEMA NEUMÁTICO</b>	
1	Inspeccione todas las tuberías en busca de fugas y uniones flojas	
2	Limpie el compartimiento donde se ubica la unidad de aire	
3	Inspeccione el estado del regulador de aire en busca de fugas, ajuste el torque de las uniones	
4	Inspeccione el estado del lubricador y verifique que el nivel de aceite se encuentre entre los niveles mínimo y máximo.	Aceite FD22/ VELOCITE No. 10

5	Inspeccione el switch de presión	3 kGf/cm <sup>2</sup> [0.3 MPa/2.9 bar]
6	Realice una limpieza del filtro de aire.	
	<b>ENFRIADOR DE ACEITE</b>	
1	Verifique el nivel del aceite, rellene si es necesario	FC 10/VELOCITE #6
2	Verifique que no existan fugas de aceite en las tuberías, resoque las uniones	
3	Inspeccione el diferencial de temperatura de seteo del enfriador	3 Grados
4	Inspeccione el estado del filtro de aire colocado al frente del enfriador	
5	Retire la tapa trasera e inspeccione el estado de los componentes internos del enfriador.	

PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN SEMESTRAL		
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TIEMPO ESTIMADO : 5 horas		Especificación
	<b>UNIDAD HIDRÁULICA</b>	
1	Inspeccione todas las tuberías y conexiones en busca de fugas	
2	Rosoque todas las uniones roscadas	
3	<p>Verifique que no existan fugas en la conexión del Booster, de existir derrames inspeccione el O-ring ubicado en la conexión del Booster</p> 	<p>O-ring Dexterno= 32 mm, Grosor= 3,4 mm</p>
4	Limpie detalladamente la parte superior del depósito de aceite	
5	Verifique el nivel de aceite, rellene de ser necesario	HM32
6	Inspeccione el <i>switch</i> de presión	20 kgf/cm <sup>2</sup> [1.96 MPa/19.6 bar]

7	Limpie por completo el compartimiento donde se encuentra la unidad hidráulica			
<b>SUMINISTRO DE COOLANT/EXTRACTOR DE VIRUTA</b>				
1	Inspeccione todas las conexiones de tubería en busca de fugas			
2	Realice un drenaje del tanque de coolant			
3	Retire toda la viruta acumulada en el tanque de coolant			
4	Inspeccione si existen acumulaciones de viruta que puedan estar generando derrames			
5	Limpie todo el interior del tanque			
6	Inspeccione y limpie el filto plano que separa la viruta del área de succión de la bomba de coolant			
7	<p>Limpie los filtros ubicados en la succión de la bomba de coolant</p> 			

8 Inspeccione el filtro de coolant, lávelo de ser necesario



9 Aplique grasa al engranaje y la cadena del conveyor

### **PANEL ELÉCTRICO**

1 **Apague la máquina**

2 Inspeccione el correcto estado de todas las conexiones

3 Realice una limpieza general del panel

4 Limpie los ventiladores y las rejillas, ubicados en la compuerta del panel


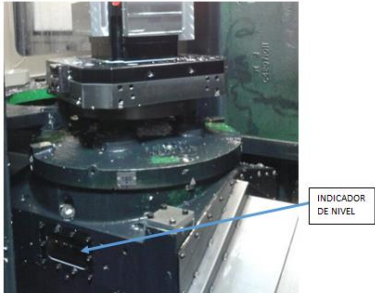
*Las máquinas son las herramientas primarias con las que aseguramos el bienestar de la empresa y de quienes colaboramos en ella. El cuidado y esmero que pongamos en su operación y al darles servicio, aseguran la disponibilidad y confiabilidad de las mismas, para desempeñar sus funciones de manera efectiva, eficaz y eficiente.*

*Las máquinas son las herramientas primarias con las que aseguramos el bienestar de la empresa y de quienes colaboramos en ella. El cuidado y esmero que pongamos en su operación y al darles*

*servicio, aseguran la disponibilidad y confiabilidad de las mismas, para desempeñar sus funciones de manera efectiva, eficaz y eficiente.*

PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN SEMESTRAL	
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TIEMPO ESTIMADO : 5 horas	ESPECIFICACIÓN
<b>ÁREA DE CAMBIO DE PIEZAS DEL PALLET</b>	
1	<p>Limpe detalladamente paredes, techo y compuertas.</p> 
2	<p>Limpe a profundidad toda el área ubicada bajo el pallet. <b>La acumulación de virutas podría dañar las guías y provocar averías.</b></p> 
<b>ÁREA DE TRABAJO</b>	

**PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN SEMESTRAL**

<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TIEMPO ESTIMADO : 5 horas</b>		<b>ESPECIFICACIÓN</b>
<b>ÁREA DE CAMBIO DE PIEZAS DEL PALLET</b>		
1	<p>Limpie detalladamente paredes, techo, compuerta y husillo.</p> 	
2	<p>Limpie a profundidad la mesa y área ubicada bajo el pallet. <b>Recuerde que la acumulación de virutas podría dañar las guías y generar averías.</b></p> 	
3	<p>Inspeccione las mangueras y conexiones de los pistones hidráulicos en busca de fugas.</p>	
4	<p>Verifique el nivel del depósito de aceite ubicado en la mesa, rellene de ser necesario</p>	<p align="center">Aceite CC320/ MOBILGEAR 632</p>

*Las máquinas son las herramientas primarias con las que aseguramos el bienestar de la empresa y de quienes colaboramos en ella. El cuidado y esmero que pongamos en su*

PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN SEMESTRAL	
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TIEMPO ESTIMADO : 5 horas	ESPECIFICACIÓN
ÁREA DE CAMBIO DE PIEZAS DEL PALLET	
<i>operación y al darles servicio, aseguran la disponibilidad y confiabilidad de estas, para desempeñar sus funciones de manera efectiva, eficaz y eficiente</i>	

**ANEXO 5. GUÍA DE VERIFICACIÓN CONDICIONES DE SALUD OCUPACIONAL  
OBERG MEDICAL**

Nombre de la empresa: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Actividad: \_\_\_\_\_  
—

Área o etapa del proceso: \_\_\_\_\_

**SÍ:** cumple con la normativa    **NO:** cumple con la normativa    **N/S:** no sabe la respuesta  
**N/A:** no aplica la pregunta

BLOQUE. I	CUMPLIMIENTO			
	SÍ CUMPLE	NO CUMPLE	NO SABE	NO APLICA
GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN				
1.1 SEGURO DE RIESGOS DEL TRABAJO				

<b>BLOQUE. I</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>			
	<b>SÍ CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO SABE</b>	<b>NO APLICA</b>
<b>GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN</b>				
1.1.1 Todos los trabajadores (fijos y ocasionales) están cubiertos por el Seguro de Riesgos del Trabajo. (Código de Trabajo, artículos 4 y 18. Ley de Riesgos del Trabajo, Artículo 201)				
<b>1.2 COMISIONES DE SALUD OCUPACIONAL</b> (Obligatorio para centros de trabajo con más de 10 trabajadores)				
1.2.1 El centro de trabajo cuenta con Comisión de Salud Ocupacional.  (Código de Trabajo. Art. 288, Decreto N° 39 408, art. 3)				
1.2.2 Está la comisión registrada ante el Consejo de Salud Ocupacional. (Decreto N° 39 408, art. 30)				
1.2.3 Cuenta la Comisión con libro o registro de actas de reunión (Decreto N° 39 408, art. 28)				
1.2.4 Cuenta con informes anuales, debidamente recibidos por el Consejo de Salud Ocupacional. (Decreto N° 39 408, art.32)				
<b>1.3 OFICINAS DE SALUD OCUPACIONAL</b> (Obligatorio empresas que ocupen permanentemente más de 50 trabajadores)				
1.3.1 Cuenta la empresa con Oficina o Departamento de Salud Ocupacional.  (Código de Trabajo art. 300 y Decreto N° 39 408, artículo 7)				
1.3.2 La oficina está debidamente inscrita ante el Consejo de Salud Ocupacional (Decreto N° 39 408, artículo 39)				

<b>BLOQUE. I</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>			
	<b>SÍ CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO SABE</b>	<b>NO APLICA</b>
<b>GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN</b>				
1.3.3 Dispone la oficina de un diagnóstico de los riesgos y su respectivo programa (Decreto N° 39 408, art.38, inciso b )				
1.3.4 Cuenta la empresa con informes anuales debidamente recibidos por el Consejo de Salud Ocupacional (Decreto N° 39 408, art. 40)				
<b>1.4 ATENCION MÉDICA</b>				
1.4.1 Los trabajadores que se accidentan en el lugar de trabajo se les brinda la asistencia médica (enfermería, dispensario médico o es remitido al INS) (Código de Trabajo, artículos 4 y 18. Ley de Riesgos del Trabajo, art. 218)				
1.4.2 Según sea la peligrosidad de la labor se dispone de una enfermería atendida por personal competente para prestar primeros auxilios (Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo. art. 100)				
1.4.3 Se dispone de un botiquín de emergencia con materiales, equipos y medicamentos. Este debe ser de fácil transporte, visible y de fácil acceso, sin candados. (Código de Trabajo artículo 220, Reglamento General de Seguridad e Higiene. Art. 99, Decreto N°39 611-MTSS y Reglamento de Salud Ocupacional en el manejo y uso de agroquímicos Decreto N° 33 507-MTSS artículo 5, numeral 9)				
<b>1.5 CAPACITACIÓN</b>				
1.5.1 El trabajador fue capacitado en materia de seguridad e higiene del trabajo. (Reglamento general de Seguridad e higiene				

BLOQUE. I	CUMPLIMIENTO			
	SÍ CUMPLE	NO CUMPLE	NO SABE	NO APLICA
GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN				
del trabajo .decreto N°1, artículo 4, inciso b , Código de Trabajo artículo 285)				

BLOQUE II	CUMPLIMIENTO			
	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO SABE	NO APLICA
<i>CONDICIONES DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO</i>				
	SEÑALIZACIÓN DE RIESGOS FÍSICOS U OBJETOS			
2.1.1 Existen señales y avisos de salud ocupacional en áreas de tránsito, salidas de emergencia, maquinaria, tuberías entre otros. (Norma oficial para la utilización de colores en seguridad y su simbología. Decreto N° 12 715-MEIC)				
2.1.2 Ha sido el trabajador capacitado para la correcta interpretación de señales o avisos. (Norma INTE 31-07-02-97)				
2.1.3 Existen avisos para identificar peligros como alto voltaje, explosivos, excavaciones, materiales peligrosos y equipo para incendio (los avisos deben ser de color rojo.) (Reglamento General de Seguridad e Higiene, art. 35 y Norma oficial para la utilización de				

<b>BLOQUE II</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>			
	<b>SI CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO SABE</b>	<b>NO APLICA</b>
<b>CONDICIONES DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO</b>				
colores en seguridad y su simbología. Decreto N° 12 715-MEIC)				
2.1.4 Se encuentran las partes peligrosas de las máquinas y de los equipos eléctricos debidamente identificados. (Las partes deben ser identificadas con el color anaranjado)  (Norma oficial para la utilización de colores en seguridad y su simbología. Decreto N° 12 715-MEIC)				
2.1.4 Están las áreas de tránsito peatonal, de vehículos, vigas bajas, columnas, postes, equipo en movimiento, partes de la huella y de la contrahuella de una escalera debidamente demarcados y señalizados. (Estas áreas deben ser pintadas con amarillo)  (Norma oficial para la utilización de colores en seguridad y su simbología. Decreto N° 12 715-MEIC)				
	<b>2.2 ÁREA</b>			
2.2.1 Es la superficie del área destinada a cada trabajador, superior o igual a 2 metros cuadrados libres y de una altura mínima de dos metros y medio. (Reglamento General de Seguridad e Higiene en el trabajo art. 14)				
	<b>2.3 TECHOS</b>			
2.3.1 Son los techos impermeables, no tóxicos y resistentes. Cuentan con				

<b>BLOQUE II</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>			
	<b>SI CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO SABE</b>	<b>NO APLICA</b>
<b>CONDICIONES DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO</b>				
recubrimiento o aislamiento térmico.(Reglamento de Higiene Industrial Art. 33 inciso e Decreto N° 18209- S, y Norma INTE 31-07-97)				
<b>2.4 PISOS</b>				
2.4.1 Son los pisos de material resistente, parejos, no resbaladizos y fáciles de asear; con declives y desagües en caso de que se laven. (Reglamento General de Seguridad e Higiene. Art.15 y 16, Reglamento Higiene Industrial. Art 33, inciso a y Norma INTE 31-09-07-97)				
2.4.2 Son las superficies del centro de trabajo antiderrapantes en zonas para el tránsito de personas, incluyendo accesos principales, pasillos, rampas, escaleras y en sitios desprotegidos de la lluvia. (Reglamento a la Ley 7 600. Igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad Decreto N° 26831, MP Art. 135 y Norma INTE 31-09-07-97)				
2.4.3 Se encuentra el piso en buen estado sin grietas o agujeros. (Reglamento General de Seguridad e Higiene en el trabajo Art. 16)				
2.4.4 Está el piso de las diferentes áreas de trabajo al mismo nivel. De no ser así las rampas no deben ser mayores de quince grados.				

<b>BLOQUE II</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>			
	<b>SI CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO SABE</b>	<b>NO APLICA</b>
<b>CONDICIONES DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO</b>				
(Reglamento General de Seguridad e Higiene. Art. 16)				
<b>2.5 PAREDES</b>				
2.5.1 Están las paredes en buen estado de conservación, son de fácil limpieza, de material impermeable, no tóxico y resistente (Reglamento General de Seguridad e Higiene, Art. 16 y Norma INTE 31-09-07-97)				
2.5.2 Las paredes y techos de las salas de trabajo se pintan regularmente, y el color de las mismas es claro y mate (Reglamento de Higiene Industrial, art. 33, inciso f y Norma INTE 31-09-07-97))				
<b>2.6 PASILLOS</b>				
2.6.1 Los pasillos generales y los de uso común tienen un ancho mínimo de 1,20 m y los pasillos interiores un ancho mínimo de 0,90 m. (Reglamento de Construcción INVU, capítulo VIII, Reglamento a la Ley 7 600 Igualdad de Oportunidades para las Personas con Discapacidad en CR. Decreto N° 26 831, MP art. 141).				
<b>2.7 SALIDAS DE EMERGENCIA</b>				
2.7.1 Existe el número suficiente de salidas de emergencia con indicación mediante señales de la dirección para llegar a ellas. (Reglamento General de Seguridad e Higiene, art. 19)				

<b>BLOQUE II</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>			
	<b>SI CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO SABE</b>	<b>NO APLICA</b>
<b>CONDICIONES DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO</b>				
2.7.2 Los avisos de "Salida de Emergencia" cuentan con iluminación cuando se labora de noche y tienen una fuente de iluminación independiente. (Reglamento General de Seguridad e Higiene, art. 19)				
2.7.3 Las puertas de salidas de emergencia se encuentran sin llave y sin otro mecanismo que dificulte abrirla fácilmente y libres de obstáculos de cualquier clase. (Reglamento General de Seguridad e Higiene, art. 19)				
<b>2.8 PUERTAS</b>				
2.8.1 El espacio libre de las puertas es de un ancho mínimo de 0,09 m; son fáciles de abrir, en caso de usar resortes, estos no obstaculizan la apertura de la puerta (Reglamento a la Ley 7 600, Igualdad de Oportunidades para las Personas con Discapacidad en CR Decreto N° 26 831, art. 140)				
<b>2.9 ESCALERAS, RAMPAS Y PASARELAS</b>				
2.9.1 Los edificios para comercio y oficinas de más de un piso, tienen escaleras que comunican todos los niveles, aun cuando cuentan con ascensores. (Reglamento de Construcciones, INVU, capítulo VIII)				
2.9.2 La anchura mínima de las escaleras es de 1,20 m. (Reglamento de Construcciones, INVU, capítulo VIII)				

<b>BLOQUE II</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>			
	<b>SI CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO SABE</b>	<b>NO APLICA</b>
<b>CONDICIONES DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO</b>				
2.9.3 Las huellas de la escalera (espacio para colocar el pie) tiene un mínimo de 30 centímetros y las contrahuellas (altura del escalón) tiene un máximo de 14 centímetros. (Reglamento a la Ley 7 600, Igualdad de Oportunidades para las Personas con Discapacidad en CR Decreto N° 26 831, art. 134)				
2.9.4 Los pasamanos o barandales de las escaleras tienen una altura mínima de 90 centímetros. (Reglamento a la Ley 7600, Igualdad de Oportunidades para las Personas con Discapacidad en CR Decreto N° 26 831, art. 134)				
2.9.5 Los pasamanos de las escaleras se continúan por lo menos 0,45 m al inicio y final de las escaleras y si hay descanso también son continuadas por éste. (Reglamento a la Ley 7 600, Igualdad de Oportunidades para las Personas con Discapacidad en CR Decreto N° 26 831, art. 133)				
2.9.6 Los pasamanos cuentan con una señal en Braille que indique el número de piso. ((Reglamento a la Ley 7600, Igualdad de Oportunidades para las Personas con Discapacidad en CR Decreto N° 26 831, art. 133)				
	<b>2.10 ESCALERAS DE EMERGENCIA (Manual de Disposiciones Técnicas Generales sobre Seguridad Humana y Protección contra Incendios)</b>			

<b>BLOQUE II</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>			
	<b>SI CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO SABE</b>	<b>NO APLICA</b>
<b>CONDICIONES DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO</b>				
2.10.1 Deberá existir una salida de emergencia adicional, que desemboque en un área diferente al área de entrada principal de personal. Estas deben ubicarse a una distancia entre sí no menor a la mitad de la longitud de la máxima dimensión diagonal del edificio o del área servida, medida en línea recta entre el borde más cercano de las puertas de salida o de las puertas de acceso a salida. (Manual de Seguridad Humana de Protección contra Incendios, Versión 2013, Bomberos)				
2.10.2 Donde se requiera más de una salida desde un edificio o parte del mismo, dichas salidas deben encontrarse apartadas entre sí y deben estar dispuestas y construidas para minimizar la posibilidad que más de una de ellas tenga el potencial de quedar bloqueada por un incendio u otra condición de emergencia (Manual de Seguridad Humana de Protección contra Incendios, Versión 2013, Bomberos 3.1.16 a))				
2.10.3 Los medios de escape designados deben mantenerse constantemente libres de toda obstrucción o impedimento para el pleno uso instantáneo en caso de incendio o emergencia (Manual de Seguridad Humana de Protección contra Incendios, Versión 2013, Bomberos 3.1 Medios de egreso))				
2.10.4 Para el modo de accionamiento durante una emergencia, la hoja de una				

<b>BLOQUE II</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>			
	<b>SI CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO SABE</b>	<b>NO APLICA</b>
<b>CONDICIONES DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO</b>				
puerta ubicada dentro de una abertura de dos hojas, debe estar exenta del requisito mínimo de 80 cm para una única hoja, siempre que el ancho libre no sea menor a 75 cm. Para el modo de accionamiento durante una emergencia, en una puerta corrediza de doble hoja, una de éstas debe estar exenta del requisito mínimo de 80 cm, siempre que todas las puertas, al abrirse en el modo de emergencia, provean una abertura libre de no menos de 80 cm. (Manual de Seguridad Humana de Protección contra Incendios, Versión 2013, Bomberos inciso 3.1.5)				
2.10.5 Cualquier puerta en un medio de egreso debe ser de bisagras laterales o batiente con pivote y debe instalarse de modo que sea capaz de abrirse desde cualquier posición hasta el ancho total requerido de la abertura en la que está instalada (Manual de Seguridad Humana de Protección contra Incendios, Versión 2013, Bomberos, inciso 3.1.5.f))				
2.10.6 El pasamanos en el caso de escaleras debe ser adosado a la baranda a una altura de 90 cm, el tope o parte alta de la baranda no debe ser usada como pasamanos. (Manual de Seguridad Humana de Protección contra Incendios, Versión 2013, Bomberos 3.1.4				

<b>BLOQUE II</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>			
	<b>SI CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO SABE</b>	<b>NO APLICA</b>
<b>CONDICIONES DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO</b>				
2.10.7 Las escaleras y las rampas deben tener pasamanos en ambos lados. (Manual de Seguridad Humana de Protección contra Incendios, Versión 2013, Bomberos 3.1.6 c)				
2.10. 8 No se permite el reingreso al edificio en una escalera de emergencia (Manual de Seguridad Humana de Protección contra Incendios, Versión 2013, Bomberos)				
	<b>2.11 TRAMPAS, ABERTURAS Y ZANJAS</b>			
2.11.1 Las trampas, zanjas y aberturas que existen en el suelo están cerrados o tapados. Si se requieren se han colocado barandillas y se ha señalado el peligro. (Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo, Art. 20				
	<b>2.12 LIMPIEZA DEL CENTRO DE TRABAJO</b>			
2.12.1 El centro de trabajo se conserva siempre limpio y se proporciona mantenimiento preventivo y correctivo necesario. (Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo. Art. del 25 al 29 y Norma INTE 31-09-07-97)				
2.12.2 La limpieza se realiza fuera de horas de trabajo, preferiblemente después de terminada la jornada. (Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo. Art. del 25 al 29 y Norma INTE 31-09-07-97)				

<b>BLOQUE II</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>			
	<b>SI CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO SABE</b>	<b>NO APLICA</b>
<b>CONDICIONES DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO</b>				
2.12.3 Los residuos de materias primas o de fabricación y las aguas residuales se almacenan, evacuan o eliminan por procedimientos adecuados. (Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo. Art. Del 25 al 29 y Norma INTE 31-09-07-97)				
2.12.4 En los establecimientos industriales se evacuan las basuras y desperdicios diariamente. (Reglamento Higiene Industrial, art. 46)				
2.12.5 La acumulación de estos se hace en recipientes metálicos provistos de cierre hermético.(Reglamento Higiene Industrial, art. 46)				
2.12.6 Los aparatos, maquinaria e instalaciones en general, se mantienen siempre en buen estado de limpieza. (Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo. art. 29)				
	<b>2.13 ALMACENAMIENTO DE MATERIALES</b>			
2.13.1 Los espacios destinados a la estiba y desestiba están delimitadas de los de tránsito (con muros, cercas o franjas pintadas en el piso de color amarillo con contraste con el negro). (Norma INTE 31-09-14-97)				
2.13.2 Las estibas se apilan sobre apoyos encima del piso, cuando este sea irregular, y dispuestos en forma cruzada y alterna, con dimensiones				

<b>BLOQUE II</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>			
	<b>SI CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO SABE</b>	<b>NO APLICA</b>
<b>CONDICIONES DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO</b>				
similares entre sí. (Norma INTE 31-09-14-97)				
2.13.3 Los espacios destinados a la estiba no obstaculizan el sistema de iluminación (natural o artificial), el sistema eléctrico, sistemas fijos de extinción y tubería en general y la ventilación natural o artificial. (Norma INTE 31-09-14-97)				
	<b>2.14 ALMACENAMIENTO SUSTANCIAS INFLAMABLES Y COMBUSTIBLES</b>			
2.14.1 Existen por escrito los procedimientos de seguridad para el almacenamiento, transporte y manejo de sustancias inflamables y combustibles. (Norma INTE 31-02-02-97)				
2.14.2 En el puesto de trabajo existe la hoja técnica de los productos que se están transportando, almacenando y manipulando (Norma INTE 31-02-97)				
2.14.3 Se proporciona a cada trabajador el equipo de protección requerido y se capacita en su uso y mantenimiento. ((Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo. Art. 74, Norma INTE 31-02-02-97 sobre almacenamiento y manejo sustancias inflamables y combustibles y Norma INTE 31-06-02-96 sobre equipo de protección personal )				

<b>BLOQUE II</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>			
	<b>SI CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO SABE</b>	<b>NO APLICA</b>
<b>CONDICIONES DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO</b>				
2.14.4 Los Locales donde se almacenen y manejen sustancias inflamables son resistentes al fuego, con ventilación adecuada, se aíslan las sustancias de cualquier fuente de calor. Las instalaciones de los equipos y líneas eléctricas son a prueba de explosión según el código eléctrico. (Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo. Art. del 30 al 35 y Norma INTE 31-02-02-97 sobre almacenamiento y manejo sustancias inflamables y combustibles)				
<b>2.15 MÁQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>				
2.15.1 Todo motor de la maquinaria está protegido y el arranque y parada de los mismos ofrece seguridad a los trabajadores. (Reglamento General de Seguridad e Higiene de artículo 39)				
2.15.2 Las unidades móviles, piezas salientes y demás parte de motores, transmisiones y máquinas que ofrezcan peligro para los trabajadores están cubiertos. (Reglamento General de Seguridad e Higiene de artículo 40 y 45)				
2.15.3 El mantenimiento, engrase y limpieza se realiza durante el tiempo de receso o parada. (Reglamento General de Seguridad e Higiene, artículo 47)				
2.15.4 Las máquinas o equipos capaces de generar o almacenar				

<b>BLOQUE II</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>			
	<b>SI CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO SABE</b>	<b>NO APLICA</b>
<b>CONDICIONES DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO</b>				
electricidad estática (los ductos para los conductores eléctricos, rodillos metálicos, bandas, herramientas, cadenas, cables que transmiten energía mecánica) están conectados eléctricamente a tierra (Norma INTE 31-04-02-97 sobre sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria)				
2.15.5 Las máquinas tienen las indicaciones de uso y advertencias escritas en español (Norma INTE 31-04-07-97 sobre seguridad de las máquinas)				
	<b>EXTINTORES DE INCENDIO</b>			
2.16.1 Dispone el centro de trabajo de agua a presión y un número suficiente de tomas o bocas con sus respectivas mangueras de pistón. (Reglamento General de Seguridad e Higiene, art.79, inciso a)				
2.16.2 Se dispone de alarma y de rociadores automáticos de extinción de incendios. (Reglamento General de Seguridad e Higiene, art. 79, inciso b)				
2.16.3 Los extintores están cargados, en condición de operatividad y ubicados en el lugar designado. (Decreto N° 25 986-MEIC-MTSS.)				
2.16.4 Los extintores están localizados en un lugar accesible, sin obstrucciones u ocultos a la vista y disponibles para				

<b>BLOQUE II</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>			
	<b>SI CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO SABE</b>	<b>NO APLICA</b>
<b>CONDICIONES DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO</b>				
su operación (Trayecto de Tránsito). (Decreto N°25 986-MEIC-MTSS, artículo 7, inciso 7.5.)				
2.16.5 Los extintores se encuentran sobre ganchos o en sujetadores, montados en gabinetes. (Decreto N° 25 986-MEIC-MTSS, artículo 7, inciso 7.6.)				
2.16.6 Si el peso bruto del extintor es de 18,14 kg (40 libras) su parte superior (manija) está a una altura 1,25 m. Si el peso bruto es superior a las 40 libras su parte superior (manija) está a una altura de 1,07 m. (Decreto N°25 986-MEIC-MTSS. Artículo 7, inciso 7.9)				
2.16.7 Las instrucciones de manejo están colocadas sobre la parte delantera del extintor en español y destacándose sobre otras rotulaciones. (Decreto N°25 986-MEIC-MTSS, artículo 7, inciso 7.9)				
2.16.8 Se reparan los daños físicos del extintor, (corrosión, escape u obstrucción de mangueras). (Decreto N° 25 986-MEIC-MTSS, artículo 11.2)				
	<b>ELECTRICIDAD</b>			
2.17.1 Todas las líneas conductoras de energía dentro de los lugares de trabajo, están protegidas y aisladas y en condiciones de ofrecer la mayor seguridad (Reglamento General de Seguridad e Higiene. art.53)				

<b>BLOQUE II</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>			
	<b>SI CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO SABE</b>	<b>NO APLICA</b>
<b>CONDICIONES DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO</b>				
2.17.2 Las líneas conductoras de energía están colocadas fuera del alcance o contacto inmediato del personal. (Reglamento General de Seguridad e Higiene, art.53)				
2.17.3 Las celdas o compartimentos donde se instalen transformadores, interruptores entre otros, están protegidos para evitar el peligro. Reglamento General de Seguridad e Higiene. Art.54)				
2.17.4 Toda conexión de enchufe tiene su correspondiente conexión a tierra, por medio de un tercer terminal (Reglamento General de Seguridad e Higiene. Art.62)				
	<b>CALDERAS</b>			
2.18.1 La caldera cuenta con permiso de instalación y de funcionamiento otorgado por el Departamento de Medicina, Higiene y Seguridad Ocupacional. MTSS. (Decreto N° 26 789- MTSS Reglamento de Calderas, artículo 3)				
2.18.2 Cuenta la caldera con una placa metálica que indique su número oficial otorgado por el Departamento de Medicina, Higiene y Seguridad Ocupacional MTSS. (Decreto N° 26 789- MTSS Reglamento de Calderas artículo 3)				

<b>BLOQUE. III</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>			
	<b>SI CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO SABE</b>	<b>NO APLICA</b>
<b>CONDICIONES DE HIGIENE EN EL TRABAJO</b>				
<b>3.1 RUIDO</b>				
3.1.1 La zona de máquinas está separada de los espacios vecinos por dobles muros. (Reglamento de Construcción, INVU)				
3.1.2 En el centro de trabajo donde se genere ruido, existe el informe de evaluación del ruido y programa de control del ruido (Norma INTE 31-09-16-97 Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido)				
<b>3.2 ILUMINACIÓN</b>				
3.2.1 Cuenta el centro de trabajo con iluminación adecuada para la seguridad y conservación de la salud de los trabajadores (Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo, art. 24 y según Norma INTE 31-08-06-97 Tabla de tipo de iluminación, según la función del local)				
3.2.2 Los lugares que ofrecen peligro de accidente se encuentran especialmente iluminados. (Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo, art. 24)				
3.2.3 La iluminación artificial en pasillos y escaleras, es de 300 luz.(Reglamento de Ley 7600, Decreto N°26 831- MP, artículo 137).				
<b>3.3 VENTILACIÓN</b>				
3.3.1 En locales cerrados, el aire se renueva mediante ventilación natural o artificial. (Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo art.21). La ventilación natural será por medio de ventanas, tragaluces abiertos				

<b>BLOQUE. III</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>			
	<b>SI CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO SABE</b>	<b>NO APLICA</b>
<b>CONDICIONES DE HIGIENE EN EL TRABAJO</b>				
directamente a patios o al espacio público. (Reglamento de Construcciones INVU artículo VIII.10)				
<i>3.3.2 Si el trabajo genera polvo, gases, vapor o humo que puedan dañar la salud de los trabajadores se posee de un sistema de tratamiento autorizado por el Ministerio de Salud (Reglamento Higiene Industrial art. 34)</i>				
<b>3.4 TEMPERATURA Y HUMEDAD</b>				
3.4.1 En centros de trabajo cerrados la temperatura y el grado de humedad es ajustado para no causar daño a los trabajadores.  (Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo, art. 22)				
3.4.2 En trabajos a cielo abierto o semiabierto se protege al trabajador de las inclemencias y se les proporciona equipo de protección personal. (Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo, art. 22)				
<b>3.5 AMBIENTES CALUROSOS</b>				
3.5.1 En ambientes de sobrecarga térmica (Calor seco: producido por radiación del equipo del proceso y las condiciones ambientales y el calor húmedo: en ambientes calurosos húmedos aunado al esfuerzo físico del trabajador) se proporciona una fuente de agua potable. (Norma técnica INTE 31-08-09-97)				
3.5.2 En ambientes de sobrecarga térmica se realizan procesos protección como la aclimatación, ventilación general, refrigeración del local, protección radiante, aislamiento,				

<b>BLOQUE. III</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>			
	<b>SI CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO SABE</b>	<b>NO APLICA</b>
<b>CONDICIONES DE HIGIENE EN EL TRABAJO</b>				
utilización de ropa protectora y programas de control metabólico entre otros (Norma técnica INTE 31-08-09-97)				
<b>3.6 AMBIENTES FRÍOS</b>				
3.6.1 En ambientes por debajo de los 16°C. Se cuenta con un sistema de termometría. (Norma Técnica INTE 31-08-05-97 Exposición a ambientes fríos)				
3.6.2 En trabajos con ambientes por debajo de los 4°C. Se provee de protección corporal total adicional, ropa protectora. (Norma Técnica INTE 31-08-05-97 Exposición a ambientes fríos)				
<b>3.7 MANEJO Y USO DE AGROQUÍMICOS ( todo plaguicida, fertilizante y producto químico usado en la agricultura)</b>				
3.7.1 Se prohíbe el manejo y uso de agroquímicos a menores de 18 años, analfabetas o con retardo mental, personas que padezcan de alergias, lesiones en la piel, con antecedentes o enfermedades bronco pulmonares, cardíacas, neurológicas, gástricas, renales hematológicas e inmunológicas, lesiones en la piel, con lesiones oculares y en estado de embarazo o periodo de lactancia. (Reglamento de salud Ocupacional en el manejo y uso de agroquímicos Decreto N° 33 507-MTSS, artículo 7)				
3.7.2 El patrono, intermediario o contratista otorga el equipo o elementos de protección personal como pantalón largo, botas de hule, sombrero ala ancha, delantal impermeable, anteojos y respirados con filtro para agroquímico. ( Reglamento de salud				

<b>BLOQUE. III</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>			
	<b>SI CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO SABE</b>	<b>NO APLICA</b>
<b>CONDICIONES DE HIGIENE EN EL TRABAJO</b>				
Ocupacional en el manejo y uso de agroquímicos Decreto N° 33 507-MTSS artículo 5, numeral 1 inciso d)				
3.7.3 El patrono, intermediario o contratista otorga la ropa de trabajo (pantalón, camisa de manga larga, kimono, botas de hule hasta la rodilla) exclusiva para ejecutar las labores de aplicación para el manejo y uso de agroquímicos. (Reglamento de salud Ocupacional en el manejo y uso de agroquímicos Decreto N° 33 507-MTSS artículo 5, numeral 1 inciso d)				
3.7.4 El patrono, intermediario o contratista mantiene la maquinaria, las instalaciones, el equipo y las herramientas de trabajo en buen estado de conservación y funcionamiento. ( Reglamento de salud Ocupacional en el manejo y uso de agroquímicos Decreto N° 33 507-MTSS artículo 5, numeral 1 inciso e)				
3.7.5 Están a disposición de los trabajadores las etiquetas y las fichas de seguridad química de los agroquímicos utilizados. (Reglamento de Salud Ocupacional en el manejo y uso de agroquímicos Decreto N° 33 507-MTSS artículo 5, numeral 5)				
3.7.6 Se dispone de condiciones de saneamiento básico (duchas, área de ropa sucia y limpia, lavamanos, servicios sanitarios fijos o portátiles, agua potable, jabón) (Reglamento de Salud Ocupacional en el manejo y uso de agroquímicos Decreto N° 33 507-MTSS artículo 5, numeral 8, inciso a. b, c. y d y el artículo 6, inciso d )				

<b>BLOQUE. III</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>			
	<b>SI CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO SABE</b>	<b>NO APLICA</b>
<b>CONDICIONES DE HIGIENE EN EL TRABAJO</b>				
3.7.7 Se dispone de un botiquín de emergencia con materiales, equipos y medicamentos. Este debe ser de fácil transporte, visible y de fácil acceso, sin candados. (Código de Trabajo, artículo 220 y Reglamento de Salud Ocupacional en el manejo y uso de agroquímicos Decreto N° 33 507-MTSS artículo 5, numeral 9)				
3.7.8 Existen letreros con la advertencia “PELIGRO ÁREA TRATADA CON PLAGUICIDAS” y con el periodo en el que no deberá ingresarse en los terrenos donde se aplicó plaguicidas. (Reglamento de Salud Ocupacional en el manejo y uso de agroquímicos Decreto N° 33 507-MTSS artículo 6, inciso b)				
3.7.9 Las sustancias tóxicas (fungicidas, insecticidas, herbicidas, acaricidas y otras sustancias para fines agrícolas) se almacenan en locales destinados únicamente para este fin. (Reglamento de Salud Ocupacional en el manejo y uso de agroquímicos Decreto N° 33 507-MTSS, artículo 13)				
3.7.10 Las bodegas de almacenamiento tienen ventilación natural o artificial (no inferior del 20% de la superficie del piso), es un lugar seco, con iluminación artificial eléctrica ubicada en áreas de paso y no directamente sobre el agroquímico y el almacenamiento está clasificado. (Reglamento de Salud Ocupacional en el manejo y uso de agroquímicos Decreto N° 33 507-MTSS artículo 14, numeral 5 incisos c, g, h y Reglamento de expendios y bodegas para plaguicidas Decreto 20 013-5)				

<b>BLOQUE. III</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>			
	<b>SI CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	<b>NO SABE</b>	<b>NO APLICA</b>
<b>CONDICIONES DE HIGIENE EN EL TRABAJO</b>				
3.7.11 Los agroquímicos se almacenan en su envase original, se preparan por medios mecánicos, se mantienen en recipientes cerrados y con las etiquetas en español. (Reglamento de Salud Ocupacional en el manejo y uso de agroquímicos Decreto N° 33 507-MTSS, artículo 15 y 17)				
3.7.12 Los envases vacíos son lavados (tres veces), en el área destinada para eso, y el trabajador que lo haga usa delantal, guantes, botas impermeables y lentes. Están los envases vacíos perforados y depositados en una bodega temporal para su posterior devolución a la casa comercial. (Reglamento de Salud Ocupacional en el manejo y uso de agroquímicos Decreto N° 33 507-MTSS, artículo 22,23 y 24)				
3.7.13 Se encuentran los equipos de aplicación registrado en el Servicio Fitosanitario del Estado, están en perfecto estado de conservación e higiene (Reglamento de Salud Ocupacional en el manejo y uso de agroquímicos Decreto N° 33 507-MTSS artículo 25 y Ley de Protección Fitosanitaria, artículo 2, inciso e y artículo 23)				

BLOQUE. I V  FACTORES PSICOSOCIALES Y DE ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	CUMPLIMIENTO			
	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO SABE	NO APLICA
<b>4.1 JORNADA DE TRABAJO</b>				
4.1.1 La Jornada ordinaria se ajusta a lo dispuesto en el Código de Trabajo (Código de Trabajo, artículo 135, 136, 137,139, 145)  Jornada diurna (si el trabajo no es insalubre) de 5 a.m. a 7 p.m., de 8 a 10 horas diarias, 48 horas por semana  Jornada nocturna (si el trabajo no es insalubre) de 7 p.m. a 5 a.m., de 6 horas diarias, 36 horas semanales.  Jornada mixta (si el trabajo no es insalubre), de 7 horas diarias, 42 horas semanales.				
4.1.2 La Jornada extraordinaria es de carácter excepcional y no excederá las 12 horas salvo por riesgo. (Código de Trabajo, artículo 135,136, 137,139, 145)				
4.1.3 Existe pausa para alimentación de media hora por día en jornada continua y en jornada discontinua o fraccionada se otorga una hora para consumir los alimentos. (Código de Trabajo, artículo137)				
<b>4.2 DESCANSO</b>				
4.2.1 Se les otorga a los trabajadores un día de descanso después de cada semana o de cada 6 días de trabajo continuo. (Código de Trabajo, artículo 152)				
<b>4.3 DISEÑO DE PUESTOS DE TRABAJO</b>				
4.3.1 El diseño del espacio de trabajo y del equipo considera las dimensiones y movilidad del cuerpo del trabajador, respetando el proceso de trabajo (Norma INTE 31-05-03-97				

BLOQUE. I V  FACTORES PSICOSOCIALES Y DE ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	CUMPLIMIENTO			
	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO SABE	NO APLICA
Ergonomía, fundamentos ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo)				
4.3.2 El asiento de trabajo que permite que el trabajador tenga el tronco erecto, el peso del cuerpo soportado en el brazo del sillón en la parte lateral del cuerpo y los antebrazos aproximadamente horizontales. (Norma INTE 31-05-03-97 Ergonomía, fundamentos ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo)				
4.3.3 En la posición sentado, existe el espacio suficiente para mover el cuerpo (cabeza, brazos, manos, piernas y pies) y que permita:  La posición normal y saludable que libere las piernas enteramente del peso del cuerpo  Colocarse de tal manera que el material con que se trabaje se pueda alcanzar fácilmente.  No se impida la salida del trabajador en caso de un accidente  El cambio de posición a voluntad  (Reglamento General de seguridad e Higiene del Trabajo. Cap.11, art. 83 y 84 y Norma INTE 31-05-03-97 Ergonomía, fundamentos ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo)				
4.3.4 La posición del cuerpo del trabajador y sus movimientos no <u>amerita</u> tensiones excesivas o innecesarias de los músculos, articulaciones, ligamentos y los sistemas circulatorio y respiratorio. (Norma INTE 31-05-03-97, Ergonomía, fundamentos ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo)				

BLOQUE. I V  FACTORES PSICOSOCIALES Y DE ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	CUMPLIMIENTO			
	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO SABE	NO APLICA
4.3.5 Se promueve cambios en las posiciones del cuerpo del trabajador para evitar la fatiga muscular estática. (Norma INTE 31-05-03-97 Ergonomía, fundamentos ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo)				
<b>4.4 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>				
4.4.1 El patrono proporciona el equipo de protección personal adecuado y en buenas condiciones. (Reglamento General Seguridad e Higiene del Trabajo. Cap. III art 6, Norma INTE 31-06-02-96)				
4.4.2 El trabajador utiliza y cuida el equipo de protección personal otorgado. (Código de Trabajo, artículo 285 y 286)				
<b>4.5 SERVICIOS DE BIENESTAR</b>				
<b><i>Dormitorios</i></b>				
4.5.1 Si por la índole del trabajo, los trabajadores deben de dormir en los centros de trabajo el patrono les proporciona locales específicos e higiénicos para tal efecto. (Código de Trabajo, art. 295)				
<b><i>Comedores</i></b>				
4.5.2 Se proporciona un local para comer que debe estar bien iluminado, con ventilación, amueblado en forma conveniente y dotado de medios especiales para guardar alimentos, recalentarlos y lavar utensilios. (Reglamento General de Seguridad e Higiene art. 97 y Código de trabajo, art. 296)				
<b><i>Vestidores y duchas</i></b>				

BLOQUE. I V  FACTORES PSICOSOCIALES Y DE ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	CUMPLIMIENTO			
	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO SABE	NO APLICA
4.5.3 Si la naturaleza de la actividad lo amerita se dispone de instalaciones suficientes y apropiadas para que los trabajadores se cambien de ropa, la guarden y en su caso la sequen. (Reglamento General de Seguridad e Higiene, art. 93)				
4.5.4 Los vestidores y duchas son lugares no muy alejados del centro de trabajo y separados los de sexo femenino y los de sexo masculino. (Reglamento General de Seguridad e Higiene, art.93)				
4.5.5 En actividades laborales con exposición a la contaminación, existe un servicio de duchas, vestidores y casilleros (Norma INTE 31-09-05-97 Requerimientos y características de los servicios de ducha, vestidores y casilleros en los centros de trabajo)				
4.5.6 Los cubículos para la ducha tienen una profundidad mínima de 1,75 m y ancho mínimo 1,50 m. Los accesorios como toalleras, papeleras, pañeras y agarraderas se instalarán a una altura máxima de 0,90 m; los espejos se instalarán a una altura máxima de su borde inferior de 0,80 m y los lavatorios se instalarán a una altura máxima de 0,80 m. (Reglamento Ley 7 600, Decreto N° 26 831, art 144)				
<b>Servicios sanitarios</b>				
4.5.7 El centro de trabajo está provisto de inodoro, letrinas y mingitorios o urinarios separados por sexo. (Reglamento General de Seguridad e Higiene, art. 85)				

BLOQUE. I V  FACTORES PSICOSOCIALES Y DE ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	CUMPLIMIENTO			
	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO SABE	NO APLICA
4.5.8 Los servicios sanitarios tienen agua y papel higiénico. (Reglamento General de Seguridad e Higiene, art.85)				
4.5.9 Se dispondrá de un inodoro por cada 20 trabajadores y de uno por cada 15 trabajadoras cuando el total de trabajadores sea menor de 100; cuando exceda de este monto deberá instalarse un inodoro adicional por cada 28 trabajadores y existirá por lo menos un urinario por cada 20 trabajadores. (Reglamento General de seguridad e Higiene, art. 86)				
4.5.10 Existe un lavamanos por cada 15 trabajadores. (Reglamento General de Seguridad e Higiene, art 89)				
4.5.11 El patrono proporciona jabón, toallas y cepillos. (Reglamento General de Seguridad e Higiene, art. 91)				
<b>4.5.12 Los locales destinados a inodoros, mingitorios o baños tienen pisos impermeables, de mosaico u otro material que cumpla este requisito. Además, tienen ventanas que den a la calle o los patios de los edificios. (Reglamento de Higiene Industrial, art. 38 y 40.)</b>				
Agua Potable				
4.5.13 El agua para atender las necesidades del personal es potable, su suministro es continuo y su presión la necesaria para resguardar un abastecimiento cómodo. (Reglamento Higiene Industrial, art. 36)				
4.6 VIOLENCIA EN EL LUGAR DE TRABAJO				

BLOQUE. I V  FACTORES PSICOSOCIALES Y DE ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	CUMPLIMIENTO			
	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO SABE	NO APLICA
4.6.1 Existen políticas internas que prevenga, desaliente, evite y sancione conductas de hostigamiento sexual en el centro de trabajo. (Ley N° 7 476 Ley contra el hostigamiento sexual en el empleo y la docencia, artículo 5)				
<b>4.7 EL SIDA EN EL LUGAR DE TRABAJO</b>				
4.7.1 El patrono que conoce la condición de un trabajador infectado por el VIH-SIDA, guarda la confidencialidad del caso. (Ley N° 7 771 Ley General sobre el VIH-SIDA, artículo 10)				
4.7.2 La persona trabajadora con VIH-SIDA, no es discriminada y se respetan las recomendaciones médicas con respecto al desarrollo de sus funciones laborales. (Ley N° 7 771 Ley General sobre el VIH-SIDA, artículo 10 y 48. Reglamento de la Ley General sobre el VIH/SIDA N° 27 894-s, artículo 25)				
4.7.3 El patrono o sus representantes no solicitan dictámenes, ni certificaciones medicas a los trabajadores sobre la portación del VIH para obtener o conservar un puesto laboral (Ley N° 7771 Ley General sobre el VIH-SIDA. artículo 10 y 47. Reglamento de la Ley General sobre el VIH/SIDA N° 27 894-s artículo 25)				
4.7.4 En centros de salud se les facilita capacitación a sus trabajadores acerca del manejo del VIH-SIDA y medidas de bioseguridad (Ley N° 7 771 Ley General sobre el VIH-SIDA. Artículo 32 Reglamento de la Ley General sobre el VIH/SIDA N° 27 894-s, artículo 52 y 54)				
4.7.5 En centros de salud se le facilitan condiciones y recursos a los trabajadores para				

BLOQUE. I V  FACTORES PSICOSOCIALES Y DE ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	CUMPLIMIENTO			
	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO SABE	NO APLICA
evitar el contagio del VIH-SIDA (Ley N° 7 771 Ley General sobre el VIH-SIDA. Artículo 32)				
<b>4.8 EL FUMADO EN EL LUGAR DE TRABAJO</b>				
4.8.1 Es prohibido fumar en oficinas, talleres, fábricas, plantas, bodegas o instalaciones del sector privado y en dependencias estatales, ubicadas bajo techo y de uso colectivo (Ley N° 7 501 Ley de Regulación del Fumado. Artículo 2, inciso e y Reglamento a la Ley Reguladora del Fumado. artículo 2, inciso a, b, d y e)				
4.8.2 En los lugares prohibidos para fumar se encuentran rótulos que indiquen “Área de no fumado” (Reglamento a la Ley Reguladora del Fumado. artículo 9)				
4.8.3 En oficinas, talleres, fábricas, plantas, bodegas o instalaciones del sector privado y en dependencias estatales, ubicadas bajo techo y de uso colectivo, se dispone de áreas designadas para fumar, debidamente identificadas con la leyenda “Área de Fumado” (Reglamento a la Ley Reguladora del Fumado. artículo 8, inciso b)				

## Informe de Inspección

Condiciones de Salud Ocupacional

### Información General

I.1	Nombre del centro de trabajo _____	Siglas _____
1.2	Área inspeccionada _____	
I.2	Cantidad de trabajadores: Total _____	Mujeres _____ Varones _____
I.3	Fecha de inspección: _____	
1.4	Persona que inspecciona: _____	

### Situaciones encontradas

Aspectos inspeccionados	Cumplimiento de la normativa				Descripción
	Sí cumple	No cumple	No sabe	No aplica	
<b>I. Gestión de la prevención</b>					
Cobertura de riesgos del trabajo					
Comisión de salud ocupacional					
Oficina de salud ocupacional					
Atención médica					
Capacitación					
<b>II. Condiciones de Seguridad en el Trabajo</b>					
Señalización de riesgos físicos y objetos					

Aspectos inspeccionados	Cumplimiento de la normativa				Descripción
	Sí cumple	No cumple	No sabe	No aplica	
Área, espacio disponible para el Trabajador					
Techos					
Pisos					
Paredes					
Pasillos					
Salidas de Emergencia					
Puertas					
Escaleras, Rampas y Pasarelas					
Escaleras de Emergencias					
Trampas, Aberturas y Zanjas					
Limpieza del Centro de Trabajo					
Almacenamiento de Materiales					
Almacenamiento Sustancias Inflamables y Combustibles					
Maquinaria, Equipo y Herramientas					
Extintores de Incendio					
Electricidad					
Calderas					
<b>Bloque III</b>					
<b>Condiciones de Higiene en el Trabajo</b>					
Ruido					
Iluminación					
Ventilación					

<b>Aspectos inspeccionados</b>	Cumplimiento de la normativa				Descripción
	<b>Sí cumple</b>	<b>No cumple</b>	<b>No sabe</b>	<b>No aplica</b>	
Temperatura y Humedad					
Ambientes Calurosos					
Ambientes Fríos					
Manejo y Uso de Agroquímicos					
Bloque IV					
<b>Factores Psicosociales y de Organización del Trabajo</b>					
Jornadas de Trabajo					
Descanso					
Diseño del Puesto de Trabajo					
Equipo de Protección Personal					
<b>Servicios de Bienestar</b>					
Dormitorios					
Comedores					
Vestuarios y Duchas					
Botiquines y Enfermería					
Servicios Sanitarios					
Agua Potable					
<b>Violencia Laboral</b>					
Hostigamiento Sexual					
<b>El sida en el Lugar de Trabajo</b>					
Trato a trabajadores Infectados VIH-SIDA					
<b>El fumado en el Lugar de Trabajo</b>					

<b>Aspectos inspeccionados</b>	Cumplimiento de la normativa				Descripción
	<b>Sí cumple</b>	<b>No cumple</b>	<b>No sabe</b>	<b>No aplica</b>	
Prohibición y Señalización					