

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

**PROPUESTA DE MEJORA A CALIBRADOR ELECTRÓNICO POLYFRUT**  
**EN EMPRESA CEFRUPAL S.A**

Trabajo de Titulación para optar al Título  
Profesional de Ingeniero de Ejecución en  
Mecánica de Procesos y Mantenimiento  
Industrial.

Alumno:

Cristopher Alejandro Vera Zamora

Profesor Guía:

Ing. Pablo Duque Ramírez

**2020**

## **DEDICATORIA**

En esta etapa tan importante para mi desarrollo personal como alumno y profesional quiero agradecer en primera instancia a mi familia por el apoyo incondicional que me han brindado en estos últimos años y hoy es posible decir que se logró el objetivo.

### **A mi madre Susana**

Por el apoyo incondicional en todo momento, los consejos, valores, por la motivación constante que me han formado como una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

### **A mi padre Luis**

Por ser un ejemplo de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, jamás olvidare la frase de aquel día de matriculación, cuando me dijiste ¿te la puedes? Y te lo demostré año a año, semestre a semestre.

### **A mi abuelo Eduardo**

Gracias por ser mi otro pilar fundamental, y confiar en mí siempre, más que un abuelo, eres mi mejor amigo, te amo viejito.

Agradecer también al equipo de mantención mecánica de Cefrupal, que confiaron en mis capacidades como persona e hicieron que mi estadía en la práctica profesional, fuera grata y motivadora.

## **RESUMEN**

**KEYWORDS:** SOLENOIDES - ESFUERZOS MECÁNICOS - CADENAS DE ARRASTRE - EQUIPO CRÍTICO - ENCODER – DIABOLOS.

Este trabajo de título, cuyo objetivo es entregar una propuesta de cambio de cadenas en el equipo calibrador polyfrut por unas cadenas de mayor durabilidad y con mejores propiedades mecánicas, para la disminución del desalineamiento que éstas tienen y objetivos específicos; conocer el funcionamiento del equipo, además de poder identificar sus componentes críticos mediante análisis tanto de criticidad como análisis de los 5 ¿Por qué? y Ishikawa, para detectar la falla y optar a un mejor rendimiento del equipo, cuyo problema se abordó con un análisis y cálculos bajo condiciones reales de operación del equipo con la ayuda del software Nastran in Cad, el cual arrojó resultados muy cercanos a la realidad.

Posteriormente se verificó mediante un catálogo SKF unas cadenas que cumplan con las características de las cadenas actuales propuestas por el fabricante.

Además, este trabajo de título puso en evidencia la falla del calibrador polyfrut, el cual consistía en el desalineamiento de las cadenas de arrastre en el sistema de transmisión, debido a la poca información de las propiedades mecánicas y los esfuerzos que se producen en está.

Finalmente se evaluó el proyecto mediante flujos de cajas, obteniendo indicadores positivos para ejecutar el proyecto de acuerdo a la situación económica actual de la empresa.

## INDICE

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
<b>CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA CEFRUPAL</b>	
<b>S.A</b>	<b>3</b>
1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA	4
1.1 EMPRESA	4
1.1.1 Crecimiento de la empresa	4
1.1.2 Misión	5
1.2 ORGANIGRAMA EXPORTADORA SANTA CRUZ	5
1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.	8
1.3.1 Recepción de bins	10
1.3.2 Pesaje	10
1.3.3 Almacenado	11
1.3.4 Vaciado	11
1.3.5 Selección	12
1.3.6 Lavado II o Cepillado	12
1.3.7 HIT	13
1.3.8 Pre-secado	13
1.3.9 Encerado	14
1.3.10 Secado	14
1.3.11 Selección II	15
1.3.12 Calibración	16
1.3.13 Embalaje	16
1.3.14 Pesaje	17
1.3.15 Paletizado	17
1.3.16 Tarjado	18
1.3.17 Cámara frigorífico	19
1.3.18 Despacho	19
1.4 LÍNEAS DE PROCESO	20
1.4.1 Línea Universal	20
1.4.2 Línea polyfrut	20
1.5 MARCO GENERAL	23
1.5.1 Actual estrategia de mantenimiento a líneas de producción	23

1.5.2	Problemática	23
1.5.3	Selección del equipo crítico	24
<b>CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DEL EQUIPO CRÍTICO</b>		<b>25</b>
2.1	ANÁLISIS DE CRITICIDAD	26
2.2	Indicadores de confiabilidad	26
2.2.1	Tiempo Promedio para Fallar (TPPF) – Mean Time To Fail (MTTF)	27
2.2.2	Tiempo Promedio para Reparar (TPPR) – Mean Time To Repair (MTTR)	27
2.2.3	Disponibilidad	27
2.2.4	Utilización	27
2.2.5	Confiabilidad	28
2.2.6	Tiempo Promedio entre Fallos (TMEF) – Mean Time Between Failures (MTBF)	28
2.3	NORMA SAE JA1011 Y JA1012 CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA PROCESOS DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)	28
2.4	CALCULO DE CRITICIDAD	28
2.5	DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	32
2.5.1	Sección de calibrado	32
2.5.2	Sección de descarga	33
2.5.4	Cabezal motriz	35
2.6	PROBLEMA SISTEMA MOTRIZ	35
2.7	Análisis 5 ¿Por qué?	35
2.8	Diagrama Ishikawa	36
2.9	FUNCIONAMIENTO CALIBRADOR	36
2.9.1	Funcionamiento Encoder	37
<b>CAPÍTULO 3: CÁLCULO SISTEMA MOTRIZ</b>		<b>45</b>
3.1	CÁLCULO SISTEMA MOTRIZ DEL CALIBRADOR POLYFRUT	46
3.2	Medidas del eje y piñones del sistema motriz	46
3.3	Cálculos de torque sistema motriz	47
3.4	Análisis mediante software Nastran in Cad	49
3.5	Selección de las cadenas de arrastre	54
<b>CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE PROPUESTA DE MEJORA</b>		<b>58</b>
4.1	ANÁLISIS Y ESTUDIO DE MERCADO.	59
4.1.1	Crecimiento de mercado	59
4.1.2	Estudio técnico	60
4.2	Plan de expansión Exportadora Santa Cruz:	60

4.2.1	Producción	61
4.3	Precios de mercado internacional (Exportación):	62
4.4	Precios de mercado nacional:	65
4.5	INGRESOS Y EGRESOS	65
4.6	FLUJO DE CAJA	67
4.7	ANÁLISIS FINAL DE EVALUACIÓN	75
4.8	RECOMENDACIONES	75
4.9	CONCLUSIONES	766
ANEXOS		
777		
	Diagramas de flujos	777
BIBLIOGRAFIA		
855		

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1.	Personal de control de calidad Exportadora Santa Cruz	5
Figura 1-2	Lay out Planta Cefrupal S.A	9
Figura 1-3	Plataforma de pesaje	11
Figura 1-4	Almacenamiento de bins	11
Figura 1-5	Control de calidad	11
Figura 1-6	Volteado de bins	12
Figura 1-7	Estructura volcador de bins	12
Figura 1-8	Elevador de rodillos	12
Figura 1-9	Descarte kiwis	12
Figura 1-10	Lavadora y Cepilladora	13
Figura 1-11	HIT	13
Figura 1-12	Cámara de Secado	14
Figura 1-13	Enceradora	14
Figura 1-14	Equipo enceradora	14
Figura 1-15	Túnel de secado vertical	15
Figura 1-16	Túnel de secado en mantención	15
Figura 1-17	Mesa de selección	15
Figura 1-18	Calibrador Universal	16
Figura 1-19	Pegado de PLU	16
Figura 1-20	Embalaje manual	17

Figura 1-21 Embalaje automático	17
Figura 1-22 Pesaje automático	17
Figura 1-23 Pesaje manual	17
Figura 1-24 Paletizado manual	18
Figura 1-25 Paletizado automático	18
Figura 1-26 Tarjadora	18
Figura 1-27 Cámara frigorífica 1	19
Figura 1-28 Cámara frigorífica 2	19
Figura 1-29 Horquillero despacho	19
Figuro 1-30 Camión despacho	19
Figura 1-31 Armado de cajas	21
Figura 1-32 Enmalladora	21
Figura 2-1 Sección de alimentación	32
Figura 2-2 Dispositivo de descarga	34
Figura 2-3 Dimensiones diábolos	34
Figura 2-4 Pulsos encoder	37
Figura 2-5 Funcionamiento correcto encoder	37
Figura 2-6 Funcionamiento incorrecto encoder	38
Figura 2-7 Análisis OEE	40
Figura 2-8 Resultados análisis OEE	40
Figura 3-1 Sistema motriz calibrador	46
Figura 3-2 Medidas sistema motriz	47
Figura 3-3 Selección material eje	49
Figura 3-4 Descansos en el eje motriz	50
Figura 3-5 Masas de los sprockets	50
Figura 3-6 Torque en los sprockets	51
Figura 3-7 Generación modelo de malla	51
Figura 3-8 Zoom modelo de malla	52
Figura 3-9 Vista análisis de efuerzo	52
Figura 3-10 Estrés en los sprockets	53
Figura 3-11 Deformación en el eje	53
Figura 3-12 Cadena actual del Calibrador Polyfrut	54
Figura 4-1 Crecimiento en exportaciones	59
Figura 4-2 Campos Exportadora Santa Cruz	61
Figura 4-3 Precio exportación kiwis	62
Figura 4-4 Precio exportación naranjas	63
Figura 4-5 Precio exportación limones	64

Figura 4-6 Precio exportación clementinas	64
---	----

### **ÍNDICE DE DIAGRAMAS**

Diagrama 1-1 Organigrama de la empresa	5
Diagrama 1-2 Organigrama planta Cefrupal	7
Diagrama 1-3 Flujo-grama de proceso húmedo	9
Diagrama 1-4 Flujo-grama de proceso seco	10
Diagrama 1-5 Líneas de producción	22
Diagrama 2-1 Resultados análisis de criticidad equipos (Diagrama Pareto)	31
Diagrama 2-2 Causa – Efecto (Diagrama Ishikawa)	36
Diagrama 2-3 Carta Gantt cambio de cadenas	42

### **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 2-1 Factores frecuencia y consecuencia	29
Tabla 2-2 Matriz de criticidad	29
Tabla 2-3 Cálculos criticidad equipos	30
Tabla 2-4 Dimensiones sistema motriz	34
Tabla 2-5 Pérdidas por reproceso	39
Tabla 3-1 Dimensiones sistema de transmisión del calibrador	46
Tabla 3-2 Datos técnicos motor eléctrico	47
Tabla 3-3 Datos relación de transmisión	48
Tabla 3-4 Condiciones del eje motriz	48
Tabla 3-5 Características cadenas de arrastre	54
Tabla 3-6 Selección cadena de arrastre	55
Tabla 3-7 Factor K ( $Z_2 - Z_1$ )	56
Tabla 4-1 Producción año 2018	61
Tabla 4-2 Precios mercado nacional	65
Tabla 4-3 Ingresos de producción año 2018	66
Tabla 4-4 Egresos año 2018 Cefrupal S.A	67
Tabla 4-5 Flujo de caja producción propia	70
Tabla 4-6 Flujo de caja con poder de negociación 70%	71
Tabla 4-7 Flujo de caja con poder de negociación 50%	72
Tabla 4-8 Flujo de caja con poder de negociación 40%	73
Tabla 4-9 Flujo de caja con poder de negociación 35%	74

## SIGLAS

FF	:	Frecuencia de fallas
CO	:	Costos operación
NP	:	Niqueladas
KG	:	Kilogramos
Ton/hr	:	Toneladas por hora
Diáb/min	:	Diábolos por minuto

## **INTRODUCCIÓN**

El rubro agro-frutícola se encuentra en aumento en Chile, siendo una de las principales fuentes de ingreso del país con un aporte del 33% en la contribución del *PIB*<sup>1</sup>. Gran parte del rubro se encuentra en la zona centro (Valles del río Aconcagua), siendo esta la de mayor producción de frutas a nivel nacional.

En la actualidad el consumo internacional va en crecimiento, y siendo los productos de mayor exportación las uvas, manzanas, kiwis y paltas, entre otros. Debido a que son productos de mayor demanda en los países del hemisferio norte.

Para exportar la fruta se debe cumplir con estándares de calidad e inocuidad y una manipulación del producto que requieren sumo cuidado para no dañar la fruta además del acondicionamiento de esta para el traslado y transporte.

Cefrupal S.A es la segunda empresa líder en exportación de frutas tales como: paltas, kiwis, limones y clementinas en la provincia de Quillota, la cual cuenta con estándares de calidad y maquinaria moderna para realizar de manera efectiva el proceso de acondicionamiento y selección de fruta.

A pesar de aquello, tiene algunas fallas que no afectan el proceso de producción, sin embargo, es necesario atacar dichas fallas, como el desalineamiento en las cadenas de arrastre del calibrador Polyfrut para obtener mejor rendimiento en el proceso y optar a mejores estándares de calidad y así poder tener mejores negociaciones en el mercado internacional.

A partir de este trabajo de título, la empresa podrá contar con la posibilidad de invertir en una mejora en el funcionamiento del equipo Calibrador Electrónico Polyfrut que le permitirá tomar acciones correctivas si son necesarias. Las cuales repercutirán considerablemente en la producción de la empresa. Además, con una correcta mantención se logrará en el corto plazo aumentar el rendimiento del equipo.

Por consiguiente, la empresa CEFRUPAL S.A, aprueba la realización del presente trabajo de título, con el objetivo de entregar una propuesta de mejora en el Calibrador Electrónico Polyfrut, la cual consiste en mayor durabilidad de las cadenas de arrastre que conlleva consigo la disminución a largo plazo el costo de mantención del equipo.

---

<sup>1</sup>Fuente: Elaborado por ODEPA con información del Banco Central de Chile.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Entregar una propuesta de cambio de cadenas de arrastre en el funcionamiento del equipo Calibrador Electrónico Polyfrut conociendo sus condiciones de operación mediante método de elementos finitos, para una posterior selección mediante catálogo SKF para obtener mayor durabilidad en el sistema motriz del equipo.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Recopilar información técnica de la empresa y sus líneas de producción mediante una investigación para conocer el proceso productivo y el rol que cumple el equipo calibrador polyfrut.

Identificar el equipo crítico mediante análisis de criticidad y componentes críticos del equipo utilizando análisis Ishikawa, 5 ¿por qué?, además de un estudio técnico que permitan el cambio de cadenas en el equipo para un mejor funcionamiento.

Analizar mediante cálculos y el software Nastran in Cad las condiciones de operación del calibrador polyfrut para la selección de cadenas que sean aplicables al equipo.

Realizar una evaluación técnica-económica del proyecto, mediante indicadores que permitan determinar si es posible aplicar el cambio de cadenas en la empresa de acuerdo a su situación económica actual.

**CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA**  
**CEFRUPAL S.A**

## 1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA

Se busca recopilar información de la empresa Cefrupal S.A, tales como sus antecedentes históricos, origen, funcionamiento de la planta Cefrupal además de conocer el proceso de producción y sus respectivos equipos o activos físicos.

### 1.1 EMPRESA

CEFRUPAL S.A, es una empresa que tiene sus inicios en el año 1993 cuando aún eran dependencias de la Universidad Católica de Valparaíso. Hoy responde directamente a las necesidades de la Exportadora Santa Cruz la cual fue fundada en 1990. Además, ésta presta servicios de empaque y frío a otras empresas del rubro ubicadas en la zona de la provincia de Quillota. La gerencia es compartida con la exportadora Santa Cruz y la Planta las Mercedes, por lo que, para efectos de la mayoría de las actividades como la cantidad de producción, duración de las temporadas, entre otras, operan como una única empresa. Las plantas de procesos asociadas a la exportadora, poseen su propio equipo para el control de calidad, sin embargo, todos los procesos están siendo monitoreados por el departamento de control de calidad de la exportadora verificando el correcto cumplimiento de las normas de calidad.

El packing Cefrupal cuenta con una serie de equipos que componen el área de producción de la empresa, estos equipos están distribuidos de manera lineal dentro de la instalación y se separan en 3 funciones principalmente, acondicionamiento de la fruta, clasificación de está y embalaje – refrigeración.

La empresa cuenta con las siguientes certificaciones:

- Norma BRC (inocuidad, legalidad, seguridad de los productos terminados) y módulo voluntario FSMA para la FDA.
- Certificación Orgánica para el proceso de arándanos.
- Certificación RAIN FOREST para la cadena de custodia.
- Walmart, Tottus, Tesco, Grreen Cell, realizan auditorias para la verificación in situ del cumplimiento con sus requerimientos de modo independiente.

#### 1.1.1 Crecimiento de la empresa

Una de las oportunidades de crecimiento de la Exportadora Santa Cruz es el clima a lo largo del territorio chileno debido a que sus campos y proveedores de materias primas se adelantan a la cosecha del fruto, por lo que le permite llegar antes que la competencia del hemisferio sur, como Sudáfrica, Argentina y Australia a los mercados

internacionales como: EE.UU, Emiratos Árabes, Rusia, Hong-Kong, Alemania, Holanda, Francia, Italia, Japón, China, entre otros. Permitiendo así, que los habitantes extranjeros consuman antes el producto que el proveniente de otros países. Las ventas en el 2018 superaron los US\$ 48 millones, en comparación con el año 2017 que fueron US\$ 45,8.

Otro factor importante a la hora de competir en el mercado internacional es la forma en que envían sus productos, al llegar la fruta a los packings, se determina cuál es el mejor embalaje, para destinarla a los mercados donde pueda obtener los mayores precios en ese momento, de acuerdo su calidad, calibre, etc.

### 1.1.2 Misión

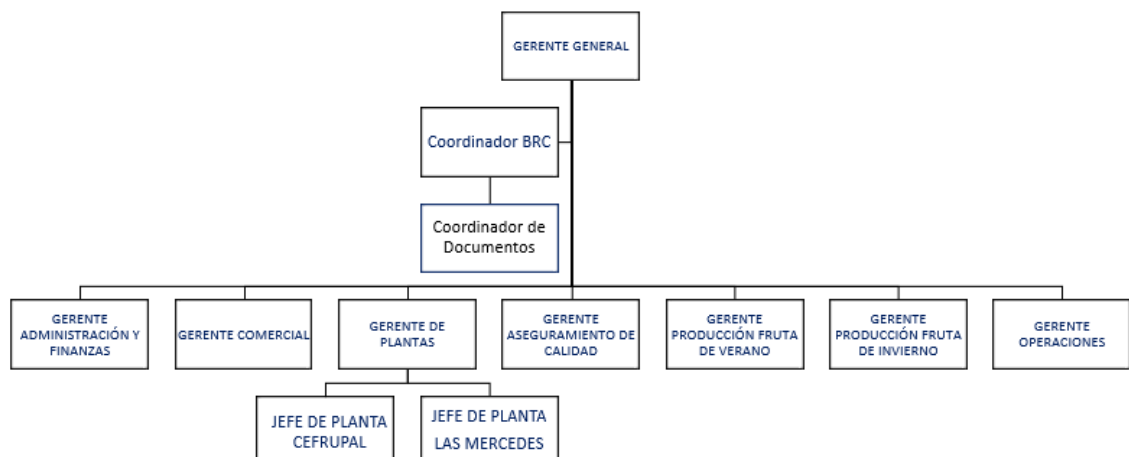
“Comercializar nuestros productos en los mercados globales a través de los mejores distribuidores y supermercados lográndolo a través del apoyo y vasta experiencia de su equipo humano”.



Fuente: [www.santacruzsa.cl](http://www.santacruzsa.cl)

Figura 1-1. Personal de control de calidad Exportadora Santa Cruz

## 1.2 ORGANIGRAMA EXPORTADORA SANTA CRUZ



Fuente: Administración Cefrupal

Diagrama 1-1 Organigrama de la empresa

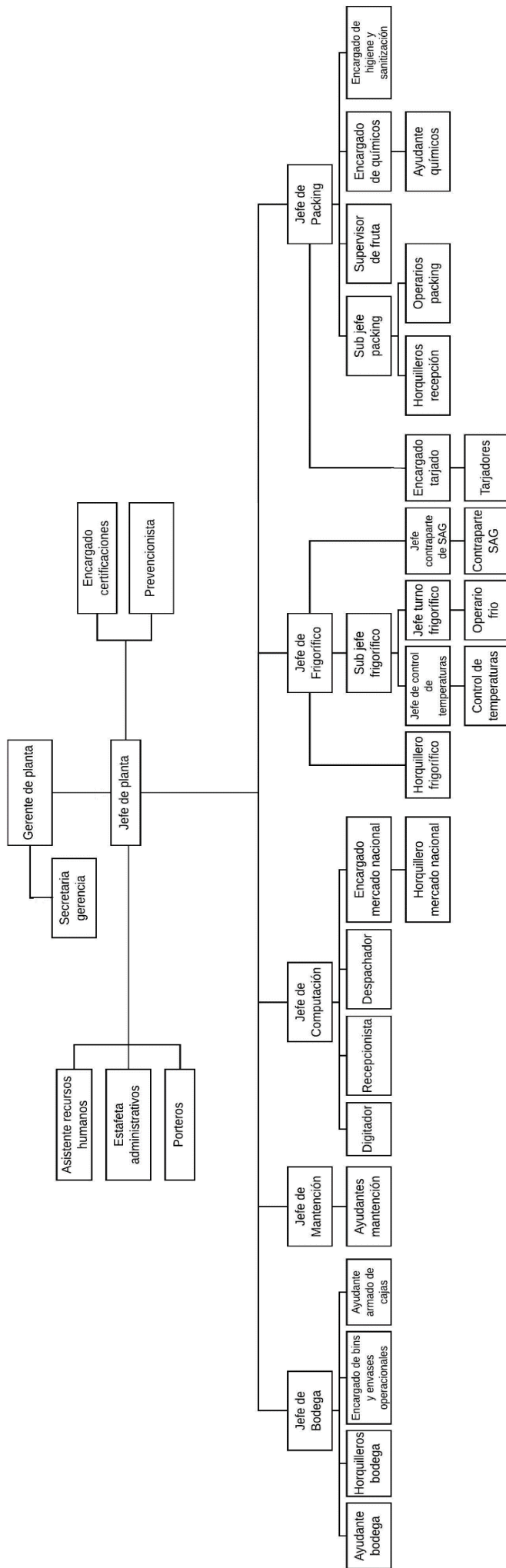
Cabe mencionar que ambas plantas Cefrupal S.A y Las Mercedes cuentan con una jerarquía similar, ya que estas pertenecen a la exportadora Santa Cruz, si bien ambas partes funcionan de forma independiente cada una, la información y manejos de recursos son compartidos entre ambas y gran parte del control de Cefrupal es dirigido desde la Exportadora Santa Cruz ubicada en Santiago de Chile.

El gerente de plantas es el encargado de distribuir las planificaciones anuales de cada planta, tanto como la de Mercedes como la planta Cefrupal, además que la planta ubicada en Pudahuel (Las Mercedes) cuenta con mayores índices de producción, al ser una planta con mayor producción debido a que cuentan con líneas de producción que superan en números a la planta Cefrupal, además de estar equipada con maquinaria con mayores índices de producción, como calibradores con 10 vías para calibrar el fruto y cuenta con mayor cantidad de mano de obra.

La planta Cefrupal S.A cuenta con una organización encabezada por el gerente de planta, el cual se encarga de coordinar y planificar la cantidad de fruta que se procesara cada temporada.

El jefe de planta se encarga del proceso del packing, desde el ingreso de la fruta hasta el despacho de esta misma, para ello cuenta con un equipo de trabajo constituido por los jefes de las áreas tales como: bodega, mantención, computación, frigorífico y packing.

Cabe señalar que el packing también cuenta con un personal de respaldo, proveniente de la planta Las Mercedes los cuales prestan apoyo al área de gestión y planificación del packing. Ver diagrama 1-2.



Fuente: Gerencia Cefrupal  
 Diagrama 1-2 Organigrama Planta Cefrupal

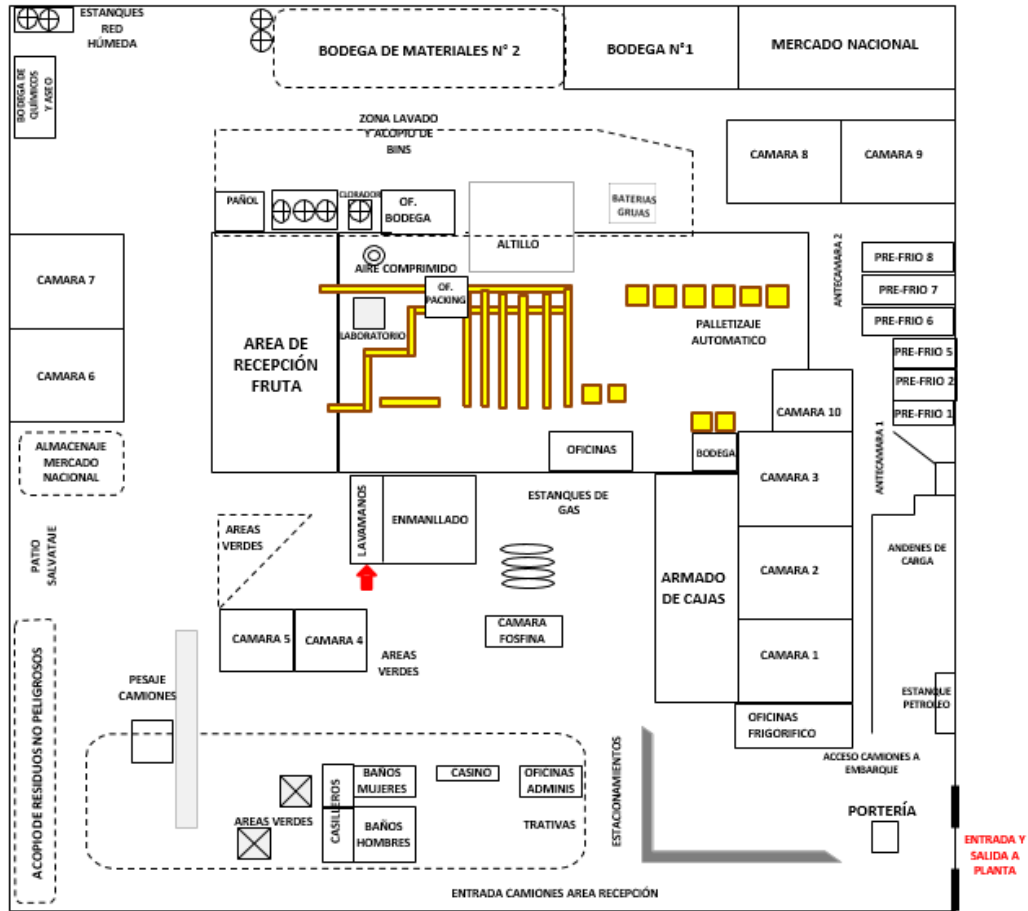
### 1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

Cefrupal S.A cuenta con dos líneas de producción, en las cuales se procesan las siguientes especies:

- Kiwis (Marzo a Abril)
- Cítricos dulces (Naranjas, Murcott, Clementinas, Pomelos) (Mayo a Diciembre)
- Limones (Mayo a Julio)
- Paltas (Julio a Enero)
- Arándanos convencionales y orgánicos (Septiembre a Enero)

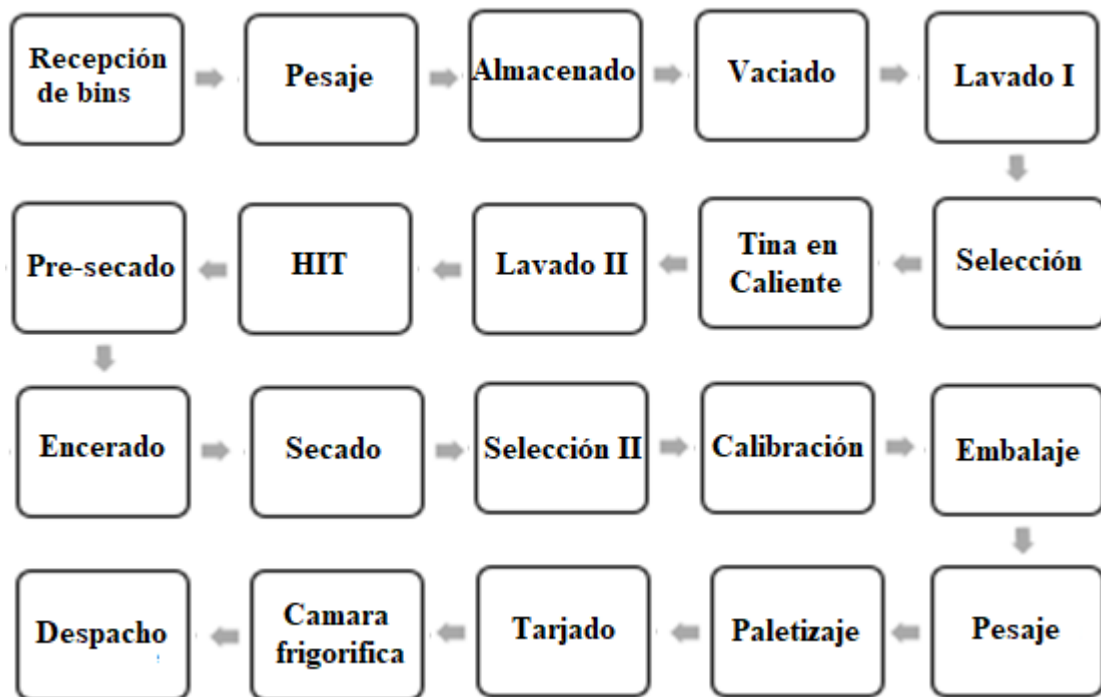
En cuanto a maquinaria cuenta con dos líneas de proceso de fruta: línea Polyfruit y línea universal. Ambas fueron fabricadas por la empresa española FOMESA (Food Machinery Española) donde básicamente en cada línea, en primera instancia cuenta con un volcador de bins en donde se vacía la fruta a la línea de producción y posteriormente se sanitizan los bins para su almacenaje. Además contienen ambas una línea seca donde se procesan paltas y kiwis, y una línea húmeda o de cítricos, en la cual se trata la fruta, posterior a esto, se encuentra el calibrador electrónico, donde la fruta es seleccionada por porte, peso, color, y según su clasificación estas son derivadas a las mesas de selección manual donde se encuentra personal capacitado, para armar cajas y luego armar pallets para su almacenamiento y la otra vía del fruto es a paletizadores automáticos, donde se ordenan de manera automatizada las cajas en los pallets.

Cuando se procesan cítricos, hay dos máquinas que entran en la línea de proceso: FOMPACK y SANKIS. Aquí la fruta es distribuida ordenadamente en cajas por un sistema de ventosas que usan vacío para succionar el cítrico y embalarlo, estas cajas posteriormente pasan a los paletizadores. (Ver diagrama 1-5).



Fuente: Cefrupal S.A  
 Figura 1-2. Lay out planta Cefrupal S.A

El proceso de producción dentro del packing, es variable, ya que depende del tipo de fruto que se procesara, a grande escala estos procesos se dividen en 2, húmedo y seco. las cuales se presentan en los siguientes diagramas 1-3 y 1-4.



Fuente: Propia  
 Diagrama 1-3. Flujo-grama de proceso húmedo



Fuente: Propia

Diagrama 1-4. Flujo-grama de proceso seco

Posteriormente se detallará cada punto señalado del proceso de producción y acondicionamiento de la fruta, para ver más en profundidad el proceso que tiene el fruto antes de ser entregado al cliente.

### 1.3.1 Recepción de bins

En primera instancia una vez ingresado el camión al packing, en portería se recepciona, lugar donde el portero debe anotar la cantidad de bins que contiene cada camión y el lugar o productor que lo envía, además de indicar en que momento el camión debe ingresar al área de pesaje.

### 1.3.2 Pesaje

El packing Cefrupal, cuenta con una zona de pesaje, en donde se encuentran las basculas o plataformas para pesaje de camiones, aquí se pesa el camión completo, ya que se conoce el peso del camión sin carga, y se hace una diferencia con los bins más el producto que traen. Posteriormente a esto, el camión se dirige a la zona de almacenado.



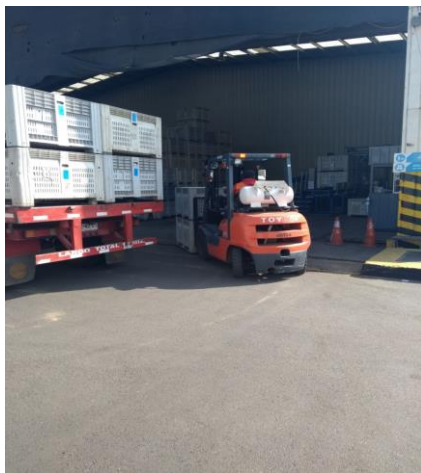
Fuente: Propia

Figura 1-3. Plataforma de Pesaje

### 1.3.3 Almacenado

Una vez pesado el camión con los bins, el cargamento llega al área de almacenamiento y volcado, en donde se incorpora la participación del personal horquilleros, encargados de descargar el camión e incorporar los bins a la línea de producción (volcador de bins), luego de esto, los horquilleros deben retirar los bins por la zona de sanitización de bins, y apilarlos o almacenarlos según productor.

En este punto, se realiza la primera intervención del personal de calidad, donde toman muestras del fruto y se analizan para verificar que no contenga algún virus o llegue en mal estado.



Fuente: Cefrupal

Figura 1-4. Almacenado de bins



Fuente: Cefrupal

Figura 1-5. Control de calidad

### 1.3.4 Vaciado

Esta etapa es la inicial en el proceso de acondicionamiento físico de la fruta, ya que ambas líneas de producción, se inician con el volteado de la fruta a las cintas transportadoras para su proceso, este volteado es mediante una máquina encargada de

invertir o girar el bins (volteador de bins) para su vaciado y luego el bins es derivado a otra cinta para su posterior sanitización y almacenamiento.



Fuente: Cefrupal  
Figura 1-6. Volteado de bins



Fuente: Cefrupal  
Figura 1-7. Estructura volteador de bins

### 1.3.5 Selección

Una vez ingresada la fruta a la línea de producción, esta viene con agentes externos que deben ser eliminados, por lo que una vez volteada la fruta, esta recibe un baño de agua con cloro más químicos, solo para línea húmeda (Lavado I) y posteriormente esta pasa por un elevador de polines en el cual se encuentra personal encargado de eliminar las hojas y residuos no deseados provenientes de la cosecha del fruto.

Además de esto, en este punto del proceso se realiza el primer descarte (Pre-selección) de la fruta que contiene o viene dañada o no califica para exportación.



Fuente: Cefrupal  
Figura 1-8 Elevador de polines



Fuente: Cefrupal  
Figura 1-9 Descarte kiwis

### 1.3.6 Lavado II o Cepillado

Luego de la extracción de los agentes externos como hojas y residuos, se procede a limpiar la fruta, ya que esta se encuentra con tierra y polvo provenientes de la cosecha y el traslado, es aquí en donde mediante rodillos giratorios de pelo duro, se realiza un lavado con químicos y agua para eliminar la contaminación adherida a la fruta. Cuando se utiliza

esta línea como seca, en este equipo solamente se utilizan los rodillos giratorios, para cepillar la fruta.



Fuente: Cefrupal  
Figura 1-10 Lavadora y cepilladora

### 1.3.7 HIT

Esta es la etapa final de lavado de la fruta, la cual consiste en rodillos giratorios hechos de plásticos (cepilladora) más un baño de agua caliente mezclado con productos químicos, posterior a este lavado se encuentra un sistema de pre-secado con aire frío para eliminar los excesos de agua del producto, para seguir su trayecto durante el proceso.



Fuente: Cefrupal  
Figura 1-11. HIT

### 1.3.8 Pre-secado

Ya que el fruto se encuentra con agua, es esencial que este se seque antes de llegar a la etapa de encerado, para que el producto (cera) se pueda adherir de manera uniforme y correcta al fruto, por ende, esta etapa se encarga de quitar las gotas de agua en la fruta, utilizando una cámara de aire caliente generado mediante un quemador. Posteriormente la fruta sigue su transcurso a la etapa de encerado.



Fuente: Cefrupal

Figura 1-12. Cámara de secado

### 1.3.9 Encerado

El encerado de la fruta se realiza para generar un brillo en el producto y éste sea más atractivo a simple vista para el consumidor, además de proteger la fruta (capa protectora) durante el traslado para su exportación, y no reciba agentes externos, este proceso consiste en un aspersor giratorio encargado de rociar una cera especial para productos alimenticios dentro de una cámara, donde el fruto gira producto del roce entre la fruta y los cepillos o rodillos de crin, para poder impregnar la cera de forma uniforme y eficiente.



Fuente: Cefrupal

Figura 1-13. Enceradora



Fuente: Cefrupal

Figura 1-14. Equipo enceradora

### 1.3.10 Secado

Este es el último proceso de acondicionamiento físico de la fruta, antes de su posterior selección y calibración. En este punto se utilizan dos túneles de secado vertical, que utiliza aire seco, mediante quemadores (gas), un punto fundamental es la temperatura con la que se realiza el secado, ya que esta no debe incrementar la temperatura del fruto, para preservar la calidad.



Fuente: Cefrupal

Figura 1-15. Túnel secado vertical



Fuente: Cefrupal

Figura 1-16. Túnel secado en mantención

### 1.3.11 Selección II

Ya lista la fruta en su acondicionamiento de limpieza, esta debe ser seleccionada de acuerdo a calibres (peso, diámetro, volumen y color). En el packing se utilizan dos categorías: exportación y descarte, exportación consiste en toda la fruta de mayor tamaño, la cual no debe tener defectos visuales, además de tener una buena forma y color.

Toda la otra fruta que no esté dentro de los rangos en la categoría de exportación, se llama descarte (fruta que queda en el mercado nacional) y es descargada en la primera vía, para un posterior traslado a un calibrador automático de menor dimensiones, en el cual se calibra de acuerdo a tamaño y peso.

La selección II se lleva a cabo en mesas de selección previo al calibrador automático (Universal o Polyfrut), en donde se vuelve a quitar de la línea de producción la fruta que se deriva al mercado nacional mediante personal humano capacitado para realizar esta labor.



Fuente: Cefrupal

Figura 1-17 Mesa de selección

### 1.3.12 Calibración

En este punto, se recibe la fruta del área de selección II, donde ya se realizó el segundo y último filtro de categoría descarte y exportación de manera manual. Ambos calibradores automáticos (Polyfrut o Universal) descargan la fruta en 6 salidas a las mesas de embalaje y 5 salidas a las encajadoras (embalaje automático), dentro de las 6 líneas a la mesa de embalaje, una es de descarte a mercado nacional. El calibrador universal está condicionado o adaptado para tener una descarga directo a las máquinas FOMPACK y SANKIS que se encargan de embalar naranjas.

Ambos calibradores, pueden clasificar la fruta de acuerdo a color, tamaño y forma (parámetros utilizados para cítricos) y peso (parámetro para paltas).

Los calibradores también cuentan con accesorios externos como las máquinas para pegar PLU, que se montan en el cuerpo del calibrador y giran a medida que avanza la fruta para su posterior pegado de PLU.



Fuente: Cefrupal  
Figura 1-18. Calibrador Universal



Fuente: Cefrupal  
Figura 1-19. Pegado de PLU

### 1.3.13 Embalaje

El embalaje se realiza de dos formas en el packing, de forma manual y automática, la manera manual, es mediante 5 salidas de los calibradores, que son derivadas a mesas de embalaje, en donde el personal humano selecciona la fruta y la embala en cajas de cartón o plásticas, mientras que las encajadoras son las encargadas de realizar el embalaje de forma automática.



Fuente: Cefrupal  
Figura 1-20. Embalaje manual



Fuente: Cefrupal  
Figura 1-21. Embalaje automático

#### 1.3.14 Pesaje

El pesaje se realiza en conjunto con el embalaje, también de manera manual o automática. En las mesas se embalaje, utilizan pesas digitales, en donde el operario va vertiendo de forma manual fruto por fruto dentro de una caja de cartón o plástico, hasta completar los kilogramos establecidos por el jefe de packing. Al contrario, las encajadoras, que embalan y pesan de forma automática, vertiendo la fruta sobre una tolva pequeña que, mediante un panel de control, se abre o cierra una vez completado los kilogramos.



Fuente: Cefrupal  
Figura 1-22. Pesaje automático



Fuente: Cefrupal  
Figura 1-23. Pesaje manual

#### 1.3.15 Paletizado

El paletizado consiste en montar encima de un pallet de madera, las cajas apiladas para el traslado de la fruta dentro del packing y en su trayecto a la exportación.

Este se realiza de dos formas: manual o automático, esto depende del proceso productivo que decida el jefe de producción del packing, ya que esto varía dependiendo de la cantidad de fruta que se procesa en el día y el tipo de fruta. El paletizado automático se realiza a las cajas provenientes de la mesa de embalaje y de las encajadoras automáticas. Y el paletizado manual se realiza en las cajas provenientes de las mesas de embalaje y en el calibrador chico de descarte o mercado nacional.

Cabe mencionar que en este punto se realiza el último control de calidad dentro del packing, antes de ser almacenada la fruta en las cámaras frigoríficas.



Fuente: Cefrupal

Figura 1-24. Paletizado manual



Fuente: Cefrupal

Figura 1-25. Paletizado automático

### 1.3.16 Tarjado

En este punto el personal de tarja registrar el estado de la carga, además de ingresar los datos como: destinatario, kilogramos, fecha de elaboración, entre otros e ingresarlos a la base de datos del sistema de gestión del packing.



Fuente: Cefrupal

Figura 1-26. Tarjadora

### 1.3.17 Cámara frigorífico

Una vez armado los pallets con sus respectivas cajas, estos se llevan a los frigoríficos o también llamadas cámaras de frío, en donde se tiene el fruto a temperatura adecuada antes de su traslado, la temperatura es variable dependiendo del fruto almacenado. El packing cuenta con 10 cámaras frigoríficas ubicadas en puntos estratégicos dentro de todo el recinto, además de 6 cámaras de pre-frío.



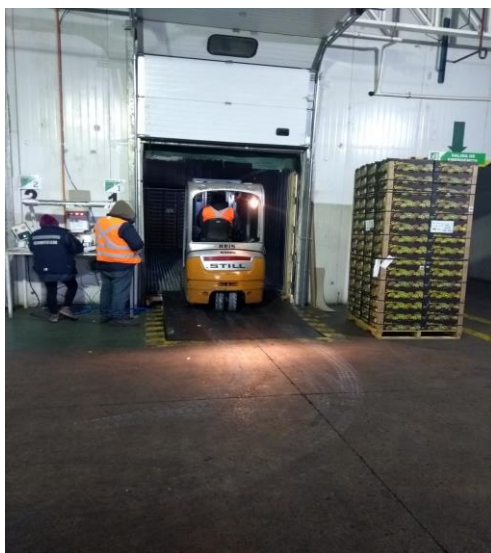
Fuente: Cefrupal  
Figura 1-27. Cámara frigorífica 1



Fuente: Cefrupal  
Figura 1-28. Cámara frigorífica 2

### 1.3.18 Despacho

Aquí es donde se termina el proceso productivo del packing, una vez armado los pallets con sus respectivas cajas, estos se llevan a los frigoríficos o también llamadas cámaras de frío, en donde se tiene el fruto a una temperatura controlada antes de su traslado, la temperatura es variable dependiendo del fruto almacenado.



Fuente: Cefrupal  
Figura 1-29. Horquillero despacho



Fuente: Cefrupal  
Figura 1-30. Camión despacho

Ver anexos para entender de mejor manera el diagrama de flujo de los distintos tipos de frutas que se procesan en el Packing Cefrupal S.A. Además del proceso que se realiza en el área de frigorífico entregado a otros packing del sector para las frutas tales como: arándanos, uvas, granadas, caquis, entre otros.

#### 1.4 LÍNEAS DE PROCESO

El packing cefrupal, cuenta con dos líneas de producción (línea Universal y línea Polyfrut), las cuales se subdividen en líneas para un proceso en seco y otro en húmedo. Cabe señalar que la línea Polyfrut no procesa palta, al ser una línea adaptada para el proceso de producción de cítricos.

En línea húmeda se procesan: Paltas, limones, clementinas, mandarinas, naranjas, pomelos, cítricos dulces.

En línea seco: Kiwis, arándanos, arándanos convencionales.

El packing presta servicios de frigoríficos para los frutos como: Uvas, granadas, caquis.

##### 1.4.1 Línea Universal

- **Seco:** se diferencia de la húmeda, ya que esta no utiliza la lavadora como tal, simplemente se utilizan los rodillos (cepilladora) para quitar los excesos de polvo o pelillos del kiwi.
- **Húmeda:** se emplea la balsa de agua caliente más químicos y los túneles de secado y pre-secado, además del encerado. Y en esta línea es donde entran en función las máquinas SANKIS Y FOMPACK para naranjas.

##### 1.4.2 Línea polyfrut

- **Seco:** En esta línea solo se utilizan rodillos (cepilladora) más una turbina, que se encarga de extraer los pelos del kiwi, luego el fruto sigue a la mesa de selección, donde se saca el descarte para mercado nacional y luego el fruto sigue su proceso al equipo pre-singulador, el cual se encarga de separar por vías la fruta, antes de ingresar al calibrador automático.
- **Húmeda:** Esta línea consta de lavadora – cepilladora, HIT, túneles de secado y pre-secado, enceradora más una mesa de selección.

Para tener mayor claridad de la distribución de las líneas de producción y la instalación de las maquinarias dentro del packing. Ver diagrama 1-5.

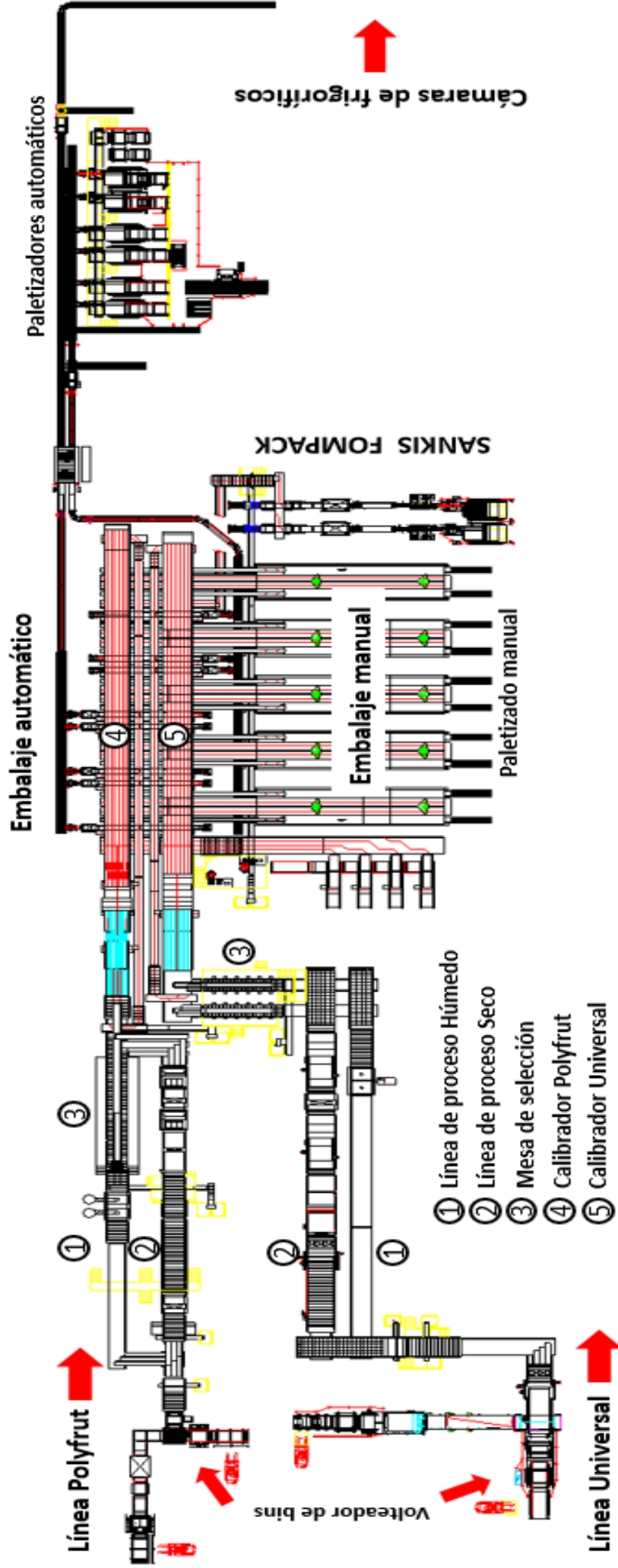
Una labor importante que se lleva a cabo dentro del packing, pero que no pertenece a las líneas de producción en sí, es el armado de cajas que se realiza en el segundo piso como labor complementaria al proceso, como también el área de enmallado, ya que esta última entra en funcionamiento solamente cuando se realizan contratos especiales en el área de gerencia.



Fuente: Cefrupal  
Figura 1-31. Armado de cajas



Fuente: Cefrupal  
Figura 1-32. Enmalladora



Fuente: Cefrupal

Diagrama 1-5 Líneas de producción

## 1.5 MARCO GENERAL

En la actualidad el packing no cuenta con un sistema de gestión de mantenimiento, simplemente atacan las fallas con un mantenimiento de oportunidad ya que las tareas de mantención cambian de acuerdo a la temporada de frutos a procesar. Y la gerencia de la exportadora Santa Cruz, es la que deriva la cantidad de frutos a procesar y el tipo de frutos en la planta Cefrupal.

Además, que la empresa Cefrupal no ha puesto tanto énfasis al área de mantención, ya que el packing ha crecido de manera considerable en los últimos 10 años, en sus inicios los activos eran mucho menores con apenas 7 máquinas para el condicionamiento de la fruta en cambio en la actualidad la empresa cuenta con más de 50 activos y el taller del área de mantención no da abasto para la cantidad de repuestos y herramientas para la realización de las tareas de mantención, por lo que cada vez se les hace más difícil al equipo de mantención realizar su labor, ya que el packing cuenta con más maquinarias las que se deben mantener activas y el proceso de producción es lineal, lo que implica que una falla catastrófica, detiene la producción completa.

### 1.5.1 Actual estrategia de mantenimiento a líneas de producción

La estrategia actual de la empresa Cefrupal consiste en un mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo, sin embargo, las fallas pueden ser predecibles, pero el equipo de mantención no cuenta con un equipo de trabajo experto en monitoreo continuo de los equipos. Además, que el taller de mantención no cuenta con las maquinarias o recursos necesarios para el mantenimiento completo de las líneas de producción por lo que es necesario subcontratar algunas áreas de producción, como las cámaras frigoríficas y la sala de compresores.

Por otro lado, el área de mantención debe subcontratar la fabricación y diseño de algunos componentes de los equipos, ya que no cuentan con un taller máquina-herramienta. Otro punto débil del área de mantención, es el poco stock de inventario con el que cuentan, ya que no poseen una bodega donde almacenar repuestos.

### 1.5.2 Problemática

Una de las problemáticas más importantes que acomplejan al área de mantención, son los calibradores (Universal y Polyfrut) que tienen una falla de diseño que consiste en el desalineamiento de las cadenas de arrastre la cual no se ha podido corregir en el tiempo, otro problema es la calidad y propiedades del material que se utiliza para la

fabricación de algunos componentes de los activos que se encuentran en contacto permanente con elementos químicos tales como el cloro, que produce una corrosión agresiva, afectando la limpieza del proceso productivo.

Además de la inexistencia de planillas de mantenimiento de cada activo, como la lubricación de las maquinarias, estas se realizan a medida que se encuentre una deficiencia o escases de lubricante, lo que conlleva a un mal funcionamiento de los equipos.

Otro punto débil es la inexistencia de un programa gestión de mantenimiento (CMMS) y gestión de activos empresariales (EAM) en donde se pueda crear una base de datos con registro de historial de fallas, etc.

### 1.5.3 Selección del equipo crítico

El equipo crítico será seleccionado mediante un análisis de criticidad, evaluando varios puntos en consideración de los equipos y el personal de mantención, además de la ubicación de los activos en la línea de producción y los impactos que se presentan en el proceso productivo de acuerdo a los tipos de fallas que ocurren en el transcurso del tiempo.

**CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DEL EQUIPO CRÍTICO**

## 2.1 ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, considerando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional.

Desde el punto de vista matemático la criticidad se puede expresar como:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia}$$

Dónde:

- La frecuencia está asociada al número de eventos o fallas que presenta el sistema o proceso evaluado.
- La consecuencia está referida con: el impacto y flexibilidad operacional, los costos de reparación y los impactos en seguridad y ambiente.

$$\text{Consecuencia} = (\text{Impacto Operacional} + \text{impacto mantenimiento} + \text{Costo mantenimiento} + \text{Impacto seguridad} + \text{Impacto ambiente})$$

En función de lo antes expuesto se establecen como criterios fundamentales para realizar un análisis de criticidad los siguientes:

- Seguridad (IO)
- Ambiente (IMA)
- Producción (IS)
- Costos (operacionales y de mantenimiento) (CM)
- Tiempo promedio para reparar (FO)

## 2.2 Indicadores de confiabilidad

Los indicadores de mantenimiento y los sistemas de planificación permiten evaluar el comportamiento operacional de las instalaciones, sistemas, equipos, dispositivos y componentes, de esta manera será posible implementar un plan de mantenimiento orientado a mejorar la labor de mantenimiento. Estos indicadores son:

- Tiempo Promedio para Fallar (TPPF) - Mean Time To Fail (MTTF).
- Tiempo Promedio para Reparar (TPPR) - Mean Time To Repair (MTTR).
- Disponibilidad.
- Utilización.
- Confiabilidad.

- Tiempo Promedio entre Fallos (TMEF) – Mean Time Between Failures (MTBF).

### 2.2.1 Tiempo Promedio para Fallar (TPPF) – Mean Time To Fail (MTTF)

Este indicador mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo sin interrupciones dentro de un tiempo considerado, este incluye un indicador indirecto de la confiabilidad del equipo o sistema, el cual consiste en el Tiempo Promedio Operativo o Tiempo Promedio hasta la Falla.

### 2.2.2 Tiempo Promedio para Reparar (TPPR) – Mean Time To Repair (MTTR)

Es la medida de la distribución del tiempo de reparación de un equipo o sistema. Este indicador mide la efectividad en reintegrar el equipo a condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por un fallo, dentro de un período de tiempo determinado. El Tiempo Promedio para Reparar es un parámetro de medición asociado a la mantenibilidad, es decir, a la ejecución del mantenimiento.

#### ***Tiempo medio para la reparación***

$$= \frac{\textit{Tiempo para la eliminación de las fallas}}{\textit{Cantidad total de fallas}}$$

### 2.2.3 Disponibilidad

La disponibilidad es una función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado. La disponibilidad del equipo se define como:

$$\textit{Disponibilidad} = \frac{\textit{HT} - \textit{HMC} - \textit{HMP}}{\textit{HT}} \%$$

Donde:

- HT: Horas operación programadas
- HMC: Horas mantenimiento correctivo
- HMP: Horas mantenimiento programado

### 2.2.4 Utilización

La utilización también llamada factor de servicio, mide el tiempo efectivo de operación de un activo durante un período determinado.

### 2.2.5 Confiabilidad

Es la probabilidad de que un equipo cumpla una tarea específica bajo condiciones de uso determinadas en un tiempo determinado. Si se tiene un equipo sin fallo, se dice que el equipo es ciento por ciento confiable.

### 2.2.6 Tiempo Promedio entre Fallos (TMEF) – Mean Time Between Failures (MTBF)

El tiempo promedio entre fallos indica el intervalo de tiempo más probable entre un arranque y la aparición de un fallo, es decir, es el tiempo medio transcurrido hasta la llegada de una falla. Mientras mayor sea su valor, mayor es la confiabilidad del componente o equipo.

$$\textit{Tiempo medio entre fallas} = \frac{\textit{Tiempo real de operación}}{\textit{Cantidad total de fallas}}$$

## 2.3 NORMA SAE JA1011 Y JA1012 CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA PROCESOS DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)

El propósito de la norma SAE JA1011, publicada en 1999, es establecer los criterios que cualquier proceso debe cumplir para ser llamado “RCM”. El documento describe los requerimientos mínimos para que un proceso se considere un método en conformidad con RCM. La norma proporciona los criterios para establecer si un proceso dado sigue las ideologías de RCM como se propuso originalmente. El estándar SAE JA1012 nació para aclarar cada uno de los criterios listados en el estándar SAE JA1011 adicionando las mejoras que se le hicieron al estándar SAE JA1011 y el orden en que deben ser manejadas para llevar exitosamente un proceso RCM.

## 2.4 CALCULO DE CRITICIDAD

Tomando como referencia las normas internacionales SAE JA1011 Y JA1012, se establecieron los factores de frecuencia y consecuencias asociados a los impactos operacionales, disponibilidad de repuestos en bodega, costos de mantenimiento, impacto en la seguridad e impacto ambiental, ya que son los principales factores en los cuales se basan las normas para realizar este tipo de análisis. Sin embargo, en los impactos

operacionales no se pudo acceder a la información de los ingresos monetarios de la máquina en cada mes para establecer este factor acorde a la norma, sin embargo, se planteó las pérdidas a nivel de porcentaje durante el mes de operación. Ver tabla 2-1.

FACTOR DE FRECUENCIA (FF)	
Descripción	Ponderación
Frecuente, mas de 3 eventos al año	5
Probable, 1 a 3 eventos en el año	4
Posible, 1 evento en 3 años	3
Improbable, 1 evento en 5 años	2
Sumamente improbable, ningun evento en 5 años	1

FACTORES DE CONSECUENCIAS	
Impacto Operacional (IO)	
Perdidas mayores 75% producción mes	5
Perdidas 50% a 74% producción mes	4
Perdidas 25% a 49% producción mes	3
Perdidas 10% a 24% producción mes	2
Perdidas inferiores 10% producción mes	1
Flexibilidad Operacional (FO)	
No existe stock, tiempos reparación altos	5
Stock parcial, procedimiento reparación complejo	4
Stock parcial, procedimiento reparación sencillo	3
Stock suficiente, procedimiento reparación complejo	2
Stock suficiente, tiempos reparación bajos	1
Costos de Mantenimiento (CM)	
Costos materiales superior a 20000 USD	5
Costos materiales superior a 10000 - 20000 USD	4
Costos materiales superior a 3000 - 10000 USD	3
Costos materiales superior a 200 - 3000 USD	2
Costos materiales inferior a 200 USD	1
Impacto Medio Ambiente (IMA)	
Daños irreversibles en el medio ambiente	5
Daños severos al ambiente	4
Daños medios al ambiente	3
Daños minimos al ambiente	2
Sin daño ambiental	1
Impacto Seguridad (IS)	
Muerte o incapacidad	5
Incapacidad parcial o permanente	4
Daños o enfermedades severas	3
Daños leves en personas	2
Sin impacto en la seguridad	1

Fuente: Norma SAE JA1012

Tabla 2-1 Factores frecuencia y consecuencia

El cálculo de la criticidad se realiza a partir de los factores de frecuencia y consecuencia estipulados en la tabla 2-2, este procedimiento consiste en el producto entre la frecuencia y la consecuencia.

		CRITICIDAD																								
FRECUENCIA (FF)	5	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125				
	4	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100				
	3	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75				
	2	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50				
	1	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25				
			5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25			
		CONSECUENCIAS (CO)																								

Fuente: Propia

Tabla 2-2 Matriz de criticidad

La criticidad de los equipos con fallos de mayor relevancia se relaciona en la tabla 2-3, en donde la ponderación de los factores de consecuencia está dada por la sumatoria de los valores asignados de acuerdo con la calificación de cada uno de los fallos según los factores especificados relacionados en la tabla 2-1 como CO. Posteriormente la criticidad, se obtiene al multiplicar este valor encontrado con la frecuencia de las fallas (FF). Al relacionar este valor con la matriz presentada en la tabla 2-2, se obtiene el valor numérico de criticidad. Esta ponderación también ubica los equipos dentro de un rango de colores y valores según se especifica a continuación:

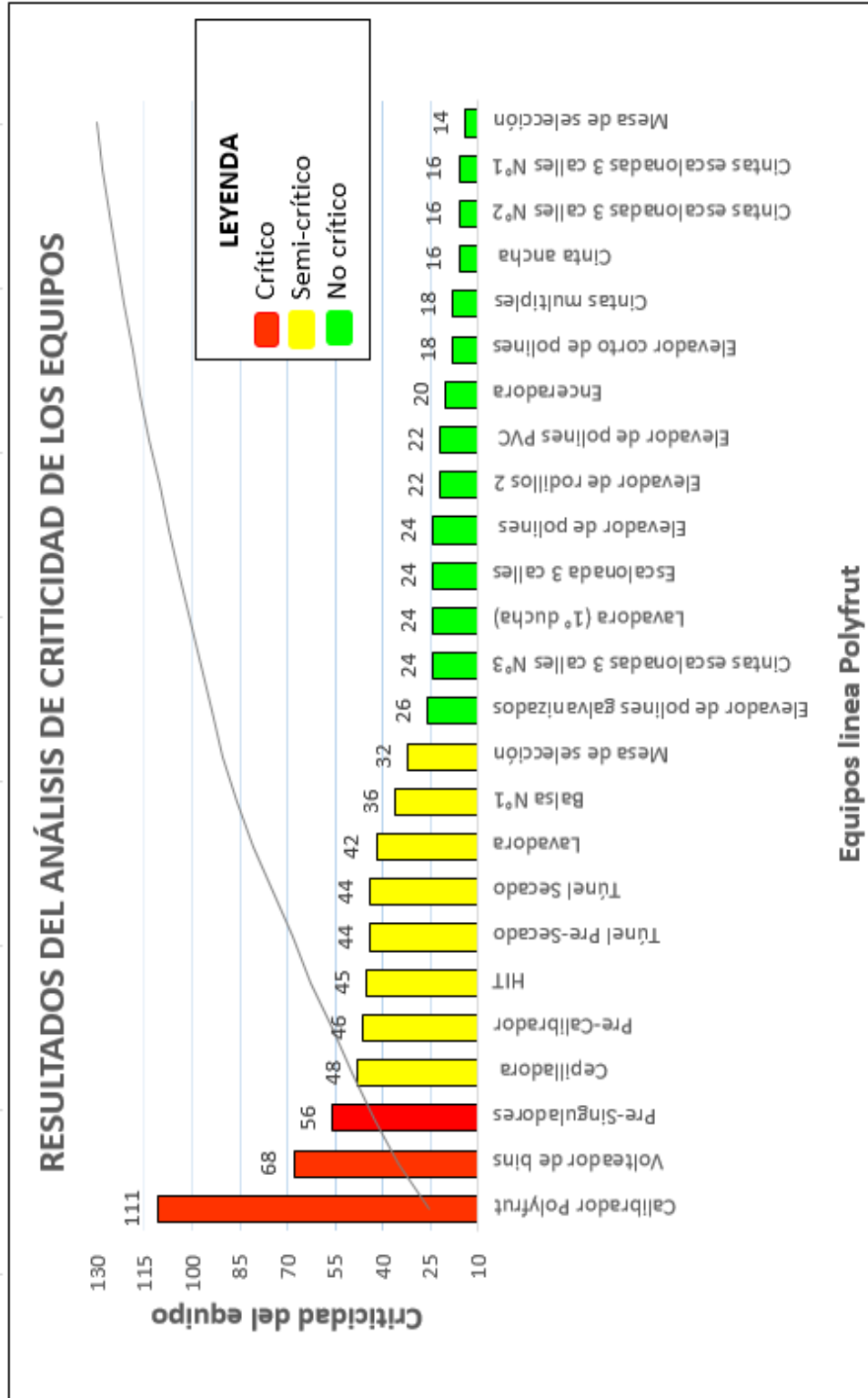
- Crítico, color Rojo, valores  $50 \leq \text{Total} \leq 125$
- Semi-crítico, color Amarillo, valores  $30 \leq \text{Total} \leq 49$
- No crítico, color Verde  $5 \leq \text{Total} \leq 29$

LINEA POLYFRUT										
	EQUIPOS	FF	IO	FO	CM	IMA	IS	CO	TOTAL	CRITICIDAD
Línea Seco	Cintas escalonadas 3 calles N°3	3	1	3	2	1	2	8	24	NO CRÍTICO
	Cinta ancha	2	1	3	2	1	2	8	16	NO CRÍTICO
	Cepilladora	3	2	4	3	3	2	16	48	SEMI CRÍTICO
	Mesa de selección	4	4	1	2	1	1	8	32	SEMI CRÍTICO
	Elevador de rodillos 2	2	2	3	1	2	2	11	22	NO CRÍTICO
Línea Húmeda	Cintas escalonadas 3 calles N°2	2	1	3	2	1	2	8	16	NO CRÍTICO
	Elevador de polines PVC	2	2	3	1	2	2	11	22	NO CRÍTICO
	Lavadora (1° ducha)	2	2	2	2	3	3	12	24	NO CRÍTICO
	Balsa N°1	3	2	2	2	3	3	12	36	SEMI CRÍTICO
	Elevador corto de polines	2	1	3	3	1	2	9	18	NO CRÍTICO
	Lavadora	3	2	4	2	2	2	14	42	SEMI CRÍTICO
	HIT	3	2	4	3	2	2	15	45	SEMI CRÍTICO
	Túnel Pre-Secado	2	3	5	3	1	3	22	44	SEMI CRÍTICO
	Enceradora	2	1	4	2	2	2	10	20	NO CRÍTICO
	Túnel Secado	2	3	5	3	1	3	22	44	SEMI CRÍTICO
	Escalonada 3 calles	3	1	3	2	1	2	8	24	NO CRÍTICO
	Cintas multiples	3	2	1	1	1	2	6	18	NO CRÍTICO
	Mesa de selección	2	4	1	1	1	1	7	14	NO CRÍTICO
Elevador de polines	2	2	3	2	2	2	12	24	NO CRÍTICO	
Común	Volteador de bins	4	3	3	3	2	3	17	68	CRÍTICO
	Elevador de polines galvanizados	2	2	3	3	2	2	13	26	NO CRÍTICO
	Pre-Calibrador	2	4	4	3	2	2	23	46	SEMI CRÍTICO
	Cintas escalonadas 3 calles N°1	2	1	3	2	1	2	8	16	NO CRÍTICO
	Pre-Singuladores	4	2	3	2	2	4	14	56	CRÍTICO
Calibrador Polyfrut	3	5	5	5	2	5	37	111	CRÍTICO	

Fuente: Propia

Tabla 2-3 Cálculo criticidad equipos

Como se aprecia en la tabla 2-3, los equipos de mayor criticidad dentro de la línea Polyfrut son volteador de bins, pre-singulador y calibrador polyfrut, por su afectación en la seguridad, cantidad de fallos presentados y costos de reparación. A continuación, se aprecia de mejor forma en un diagrama de Pareto. Ver diagrama 2-1



Fuente: Propia  
 Diagrama 2-1 Resultados análisis de criticidad equipos (Diagrama Pareto)

## 2.5 DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA

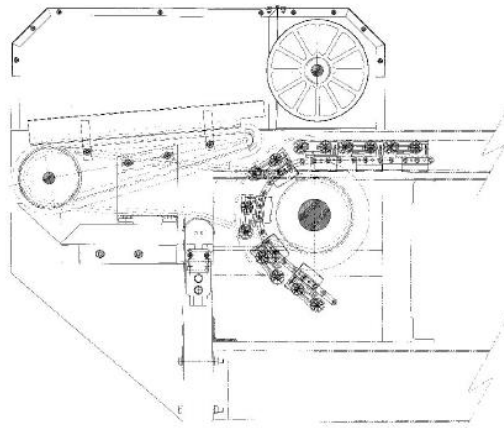
El calibrador es una de las máquinas más importantes en un packing de frutas, ya que permite realizar la calibración con más precisión y a una mayor velocidad, además de poder realizar una calibración tanto por el color de la fruta, en cambio el ojo humano no cuenta con la precisión para distinguir alguna anomalía en la fruta a alta velocidad.

El calibrador Polyfrut cuenta con una gran ventaja, ya que este tiene la posibilidad de adaptar sus vías (calles), pueden ser 2, 4, 6 u 8. Además de una velocidad máxima de 700 diabólos/ min por calle la cual puede ser variada con un convertidor de frecuencia en el motor.

### 2.1.1 Sección de alimentación

El calibrador Polyfrut cuenta con un sistema de alimentación de diabólos que permite una óptima alineación de los frutos, para su posterior paso a las secciones de cámaras y pesaje. Para una transferencia más suave de la fruta, incorpora rodillos palpadores de goma-espuma.

El accionamiento del sistema de alimentación y de los rodillos palpadores se realiza desde el eje tensor del calibrador a través de cadenas.



Fuente: Catálogo Calibrador electrónico Polyfrut  
Figura 2-1 Sección de alimentación

### 2.5.1 Sección de calibrado

Para el calibrado de volumen y color, se instalan las cámaras dentro de una recámara con ventilación forzada, a continuación de la sección de alimentación del calibrador.

La fruta pasa por la parte inferior de la recámara donde se sitúan las cámaras, al ir girando los frutos, gracias al movimiento de los spinner, las cámaras realizan la lectura y los datos se envían a un ordenador, que los procesa y realiza automáticamente el calibrado de cada fruta, según los criterios de color y volumen. Las señales de descarga se envían a los solenoides en sus correspondientes salidas, los cuales actúan en función de los parámetros introducidos en el ordenador.

Y el calibrado por peso, los soportes de diabólos pasan por la zona de pesaje, donde se sitúan las celdas de carga, a razón de una por calle. Estas toman las medidas de peso correspondientes, enviando los datos al ordenador, que los procesa teniendo en cuenta el peso de los soportes. Las señales se envían a los solenoides para una posterior descarga según los parámetros en el ordenador.

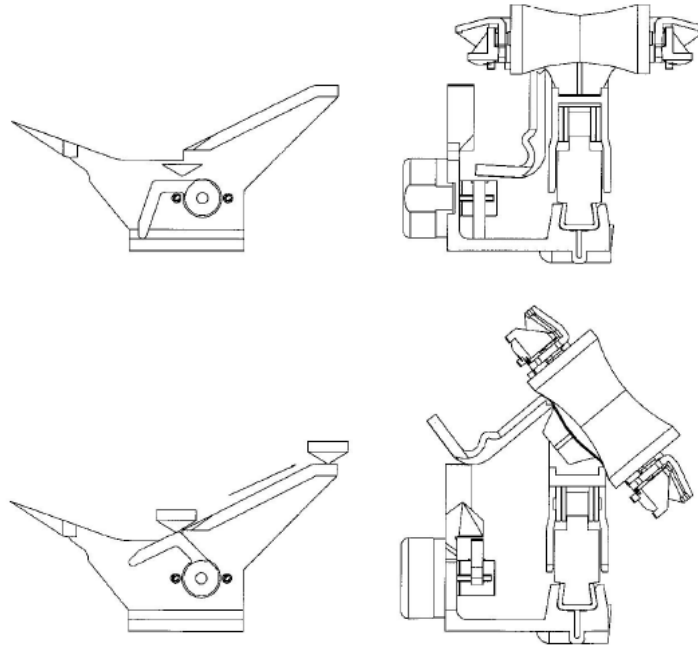
El calibrador cuenta con una fotocelda de detección de diabólos, instalada junto a la zona de pesaje, que envía la lectura al ordenador y sirve para sincronizar el paso de la fruta con su descarga en la salida correspondiente. También cuenta con un encoder, accionado mediante una cadena.

#### 2.5.2 Sección de descarga

Los frutos son transportados desde la sección de alimentación sobre unos soportes de plástico especiales, provisto de dos diabólos, que van montados sobre cadenas y arrastrados por las mismas en su movimiento de avance. La fruta descansa en el hueco existente entre dichos diabólos.

El paso entre los diabólos del soporte puede ser de 95 o 111 mm en función del tamaño y forma de la fruta a calibrar.

Los soportes de diabólos incorporan una patilla en su posición inferior que es donde actúan los mecanismos de descarga, y realizan el volcado de la fruta en su correspondiente salida. Cuando el solenoide de la descarga está en reposo, la patilla del soporte de los diabólos pasa por debajo de la rampa de descarga. Cuando se excita el solenoide, una palanca obliga a la patilla a pasar por encima de la rampa, girando el soporte de los diabólos y volcando su contenido sobre la caída de salida.



Fuente: Catálogo Calibrador electrónico Polyfrut  
Figura 2-2 Dispositivo de descarga

### 2.5.3 Dimensiones

- Longitud total en función del número de salidas y de la distancia entre las mismas.
- Anchura del bastidor en función del número de calles y del paso entre las mismas.
- 

Nº calles	Paso (mm)	Ancho (mm)
2	275	825
4	275	1375
6	275	1925
8	24	2282

Fuente: Manual Calibrador electrónico Polyfrut  
Tabla 2-4 Dimensiones sistema motriz

El calibrador que nos enfocaremos es uno de 6 calles, el cual está adaptado o equipado con todo lo mencionado anteriormente, además la estructura cuenta con una etiquetadora que en ocasiones se utiliza (Pegadora de PLU), la cual se instala en un carro de mantenimiento, que se mueve por la parte superior del bastidor, en la zona de descargas.

Paso diabólos	Tipo Fruta
95 mm	Mandarinas, tomates pequeños, ciruelas, albaricoques, manzanas pequeñas, melocotones.
111 mm	Cítricos, tomates grandes, mangos, aguacates, manzanas grandes.

Fuente: Manual Calibrador electrónico Polyfrut  
Figura 2-3 Dimensiones diabólos

#### 2.5.4 Cabezal motriz

El accionamiento del calibrador se realiza desde un motorreductor eléctrico, que se encuentra instalado al final de la máquina, provisto de un convertidor de frecuencia, con el cual se varia la velocidad del calibrador en función de las necesidades. Además de permitir un arranque suave de la máquina.

La transmisión del motorreductor al eje motriz se hace a través de cadenas. Las cadenas de arrastre de los diabólos realizan un recorrido entre el eje motriz y el conducido, situados en los extremos de la máquina.

#### 2.6 PROBLEMA SISTEMA MOTRIZ

El mayor problema que acompleja al packing Cefrupal, es el sistema motriz del calibrador Polyfrut, el cual sufre una descalibración por el funcionamiento propiamente tal del calibrador. La cual no ha sido posible ser solucionada por el personal de mantención.

Consiste en el desalineamiento de las cadenas de arrastre de las 6 vías (calles) que forman parte del calibrador, por lo que se produce una mal descarga en algunas vías del calibrador, teniendo como única solución, el reproceso del fruto, lo cual significa pérdida de tiempo y retraso del proceso.

#### 2.7 Análisis 5 ¿Por qué?

El análisis de los 5 Porqué es un método basado en realizar preguntas para profundizar en la causa-efecto que generan un problema en particular. El objetivo final de los 5 Porqué es determinar la causa raíz de un defecto o problema.

**Problema:** Estancamiento de la fruta en la entrada del calibrador.

¿Por qué se estanca la fruta?

Demasiada cantidad de fruta en la entrada del calibrador.

¿Por qué hay tanta fruta en la entrada el calibrador?

Se junta la fruta de reproceso y la fruta proveniente de la sección de alimentación (pre-singulador).

¿Por qué tenemos tanta fruta en reproceso?

Porque la fruta no se alcanza a calibrar y es vaciada en la línea de reproceso.

¿Por qué la fruta no se alcanza a calibrar?

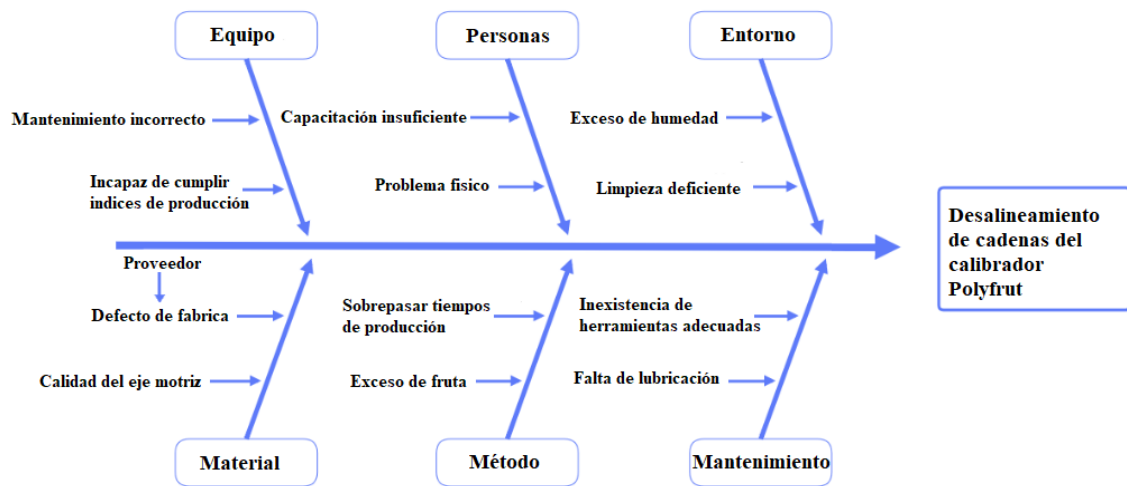
Incorrecta descarga de la fruta.

¿Por qué no se descarga la fruta?

Excesivo desalineamiento de las cadenas, no permiten una descarga correcta cuando actúan los solenoides.

## 2.8 Diagrama Ishikawa

El diagrama causa- efecto o también llamado Ishikawa es una herramienta para el análisis de las posibles causas que ocasionan un efecto o problema.



Fuente: Propia

Diagrama 2-2 Causa-efecto (Diagrama Ishikawa)

Cabe mencionar que, en el factor material, se nombra la calidad del eje, tras experiencias mencionadas por el proveedor, en el cual se destaca que FOMESA, se encuentra cambiando el material de sus ejes, debido a fallas en este.

## 2.9 FUNCIONAMIENTO CALIBRADOR

El programa que utiliza el calibrador electrónico Polyfrut, es el programa de gestión CALCOL, en el cual se establecen los parámetros (peso, color o volumen) con que se calibrará el fruto y como respuesta, este realiza la descarga de la fruta en distintas salidas del calibrador.

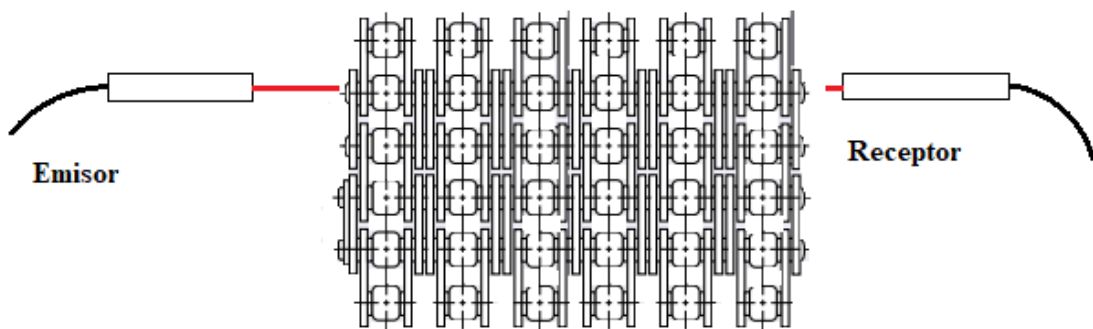
Ayudado de un encoder que indica distancias mediante pulsos, estos pulsos se generan a medida que se corta la señal con el paso de los diábolos, los que interrumpen la señal entre el emisor y el receptor del encoder.



Fuente: Cefrupal  
Figura 2-4 Pulsos encoder

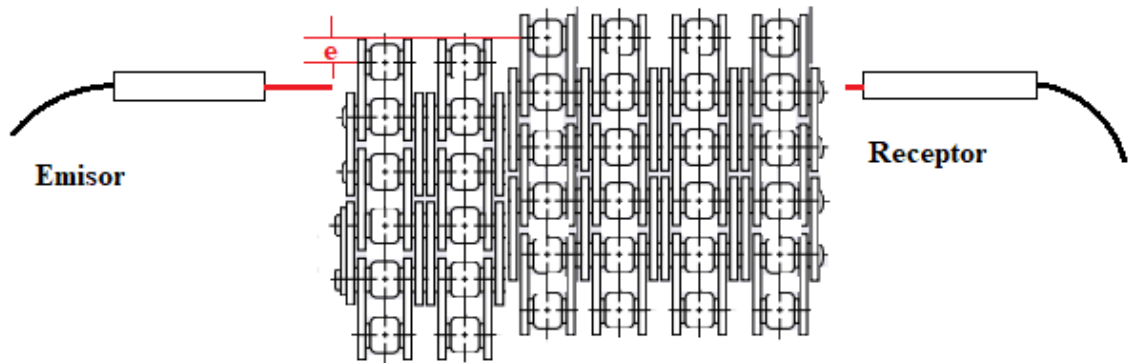
### 2.9.1 Funcionamiento Encoder

El encoder utilizado es de fibra óptica, el cual está compuesto por un emisor encargado de emitir una señal y un receptor que recibe la señal, al verse interrumpida esta señal se generan pulsos eléctricos que son regulados por un amplificador y estos son enviados a la tarjeta electrónica que posteriormente entrega la información al ordenador el cual entrega como respuesta la posición, del fruto. Y a su vez el lugar donde debe ser descargado de acuerdo a los parámetros establecidos previamente en el programa CALCOL.



Fuente: Propia

Figura 2-5 Funcionamiento correcto encoder



Fuente: Propia

Figura 2-6 Funcionamiento incorrecto encoder

### 2.9.2 ¿Cuál es el problema de utilizar un solo encoder para 6 vías?

- El principal problema al utilizar un encoder para 6 vías, es que las cadenas de arrastre de cada vía, deben tener un mismo avance, para que puedan estar perfectamente alineadas (ver figura 2-5), para interrumpir la señal enviada por el encoder, la cual indica la posición de la fruta. Al estar las vías desalineadas o corridas una de otra, el pulso se interrumpe de igual manera (ver figura 2-6), sin embargo, la lectura que se enviara al ordenador es errónea, ya que la fruta de la vía desalineada (esta puede ser cualquiera de las 6 líneas), se encontrara desfasada de acuerdo al punto de descarga, por lo que el ordenador le dará la señal al solenoide de descarga y este actuará, sin realizar la descarga, por lo que la fruta seguirá su recorrido hasta el final de la línea, siendo descargada de forma automática a la cinta de retorno para volver a su reproceso.
- Actualmente los calibradores modernos, cuentan con un encoder para cada vía, por lo que las hace independiente y no se ven afectadas por el desalineamiento, ya que cada encoder envía su lectura al ordenador indicando la posición de la fruta para su posterior descarga.
  - a) En primera instancia se plantea la idea de modificar el eje motriz y dividirlo en 6 partes iguales para cada vía y utilizar 6 motores eléctricos para el funcionamiento de estas, la cual resultaría demasiado complicado, ya que habría que implementar un sistema mecánico que ponga en marcha los 6 motores al mismo tiempo, para mantener la alineación de las cadenas de arrastre.
  - b) Otra posible solución fue la modificación del sistema CALCOL, para la incorporación de 6 encoder uno para cada línea, pero se rechaza de manera automática al no tener acceso al sistema, por temas políticos de la empresa FOMESA.

- c) Una solución temporánea, es la medición continua del desalineamiento de las cadenas de arrastre, de tal forma que se puedan ir intercalando o cambiando de vías de acuerdo a la holgura que presenten para poder tener una desviación menor o igualada entre las 6 vías, para tener una mejor descarga del producto. La cual se descarta de manera automática, ya que no se cuenta con el tiempo necesario para realizar dichas mantenciones de parada de planta.
- d) Como solución final, se recomienda realizar un estudio del sistema motriz, recalcular el sistema y encontrar mecanismo de transmisión que cumplan con lo requerido, mediante un catálogo de transmisión de cadenas.

En conclusión, a pesar de que el desalineamiento de las cadenas de arrastre no es una falla catastrófica que tengan como consecuencia la paralización del proceso completo dentro del packing, el calibrador deja de cumplir su función, ya que a medida que transcurre el tiempo y el desalineamiento aumenta, el fruto no sería descargado en una sola vía, disminuyendo considerablemente la productividad del calibrador, dejándolo prácticamente inutilizable.

El desalineamiento se ve reflejado en la cantidad de fruta que transporta la línea de reproceso en un minuto, según el historial de reproceso que maneja el jefe de producción tenemos que:

- Las cadenas a las 7.000 horas empiezan a tener un desalineamiento significativo, en el cual se reprocesa 20 frutas/min.
- A las 8.000 horas la fruta que se reprocesa es 60 frutas/min
- A las 9.500 aproximadamente la fruta reprocesada es 100 frutas/min.
- A los 10.700 el desalineamiento es notable, la fruta reprocesada es 315 frutas/min.

Si estos valores se llevan a pérdidas monetarias, tenemos que:

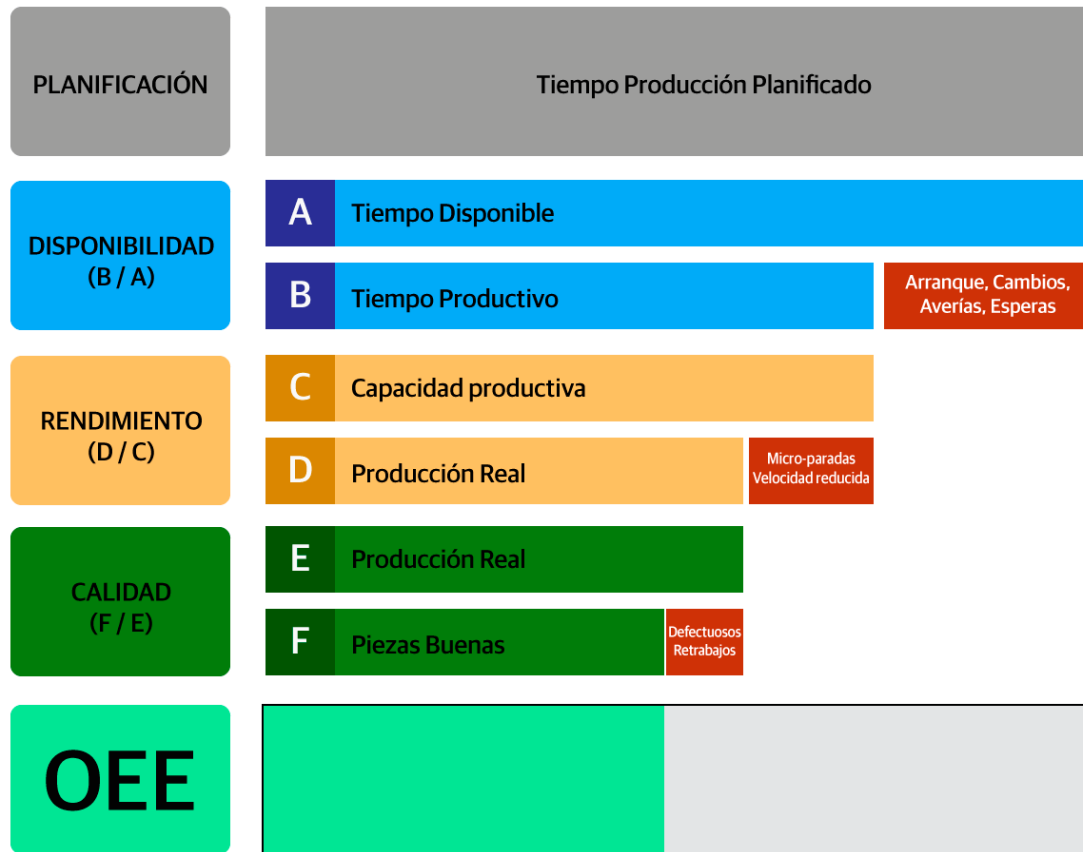
Fruta/min	Turno	Min x Turno	Tipo de fruta	Cant. De fruta	Cant. En Kg	Pérdidas
20	16	960	Kiwis	19200	2743	\$ 3.505.371
60	8	480	Limón	28800	4800	\$ 6.134.400
100	16	960	Clementinas	96000	10667	\$13.632.000
315	8	480	Naranjas	151200	37800	\$48.308.400

Fuente: Propia

Tabla 2-5 Pérdidas por reproceso

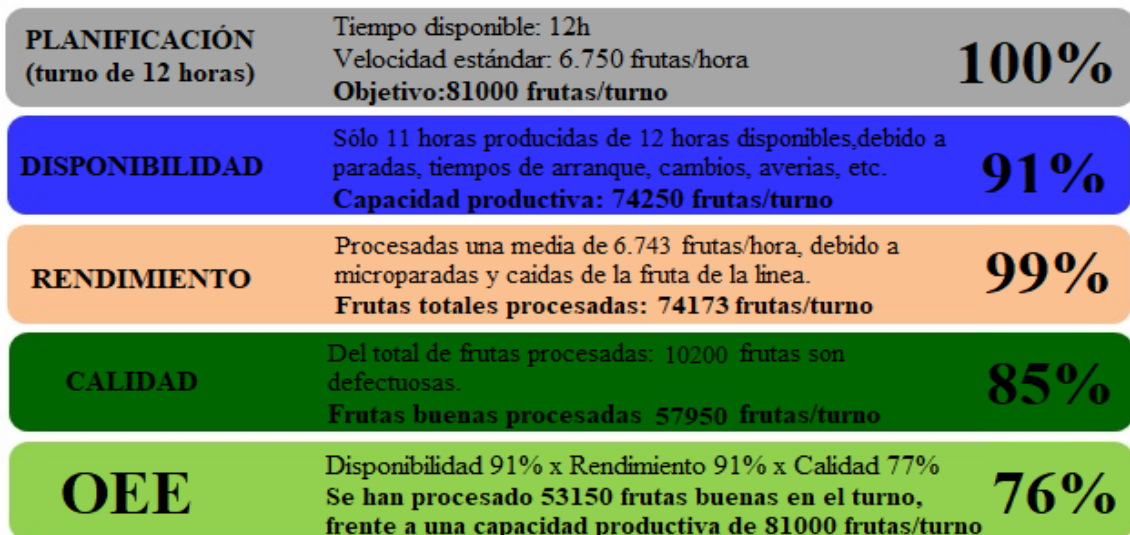
Es recomendable atacar el problema de forma preventiva, ya que, en el proceso productivo, el tiempo perdido, es deficiencia del proceso y se producen cuellos de botella dentro del packing en el pre-singulador, que es la máquina que se encarga de alimentar con frutas el calibrador polyfrut.

Para ello se realizó un análisis OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los Equipos), este método nos permite conocer el aprovechamiento que se le da una máquina y condiciona la capacidad de la misma. Esta metodología se basa en la medida de tres parámetros: la disponibilidad, el rendimiento y la calidad. Ver figura 2-7.



Fuente: [www.sistemasooe.com](http://www.sistemasooe.com)

Figura 2-7. Análisis OEE



Fuente: Propia

Figura 2-8. Resultado análisis OEE

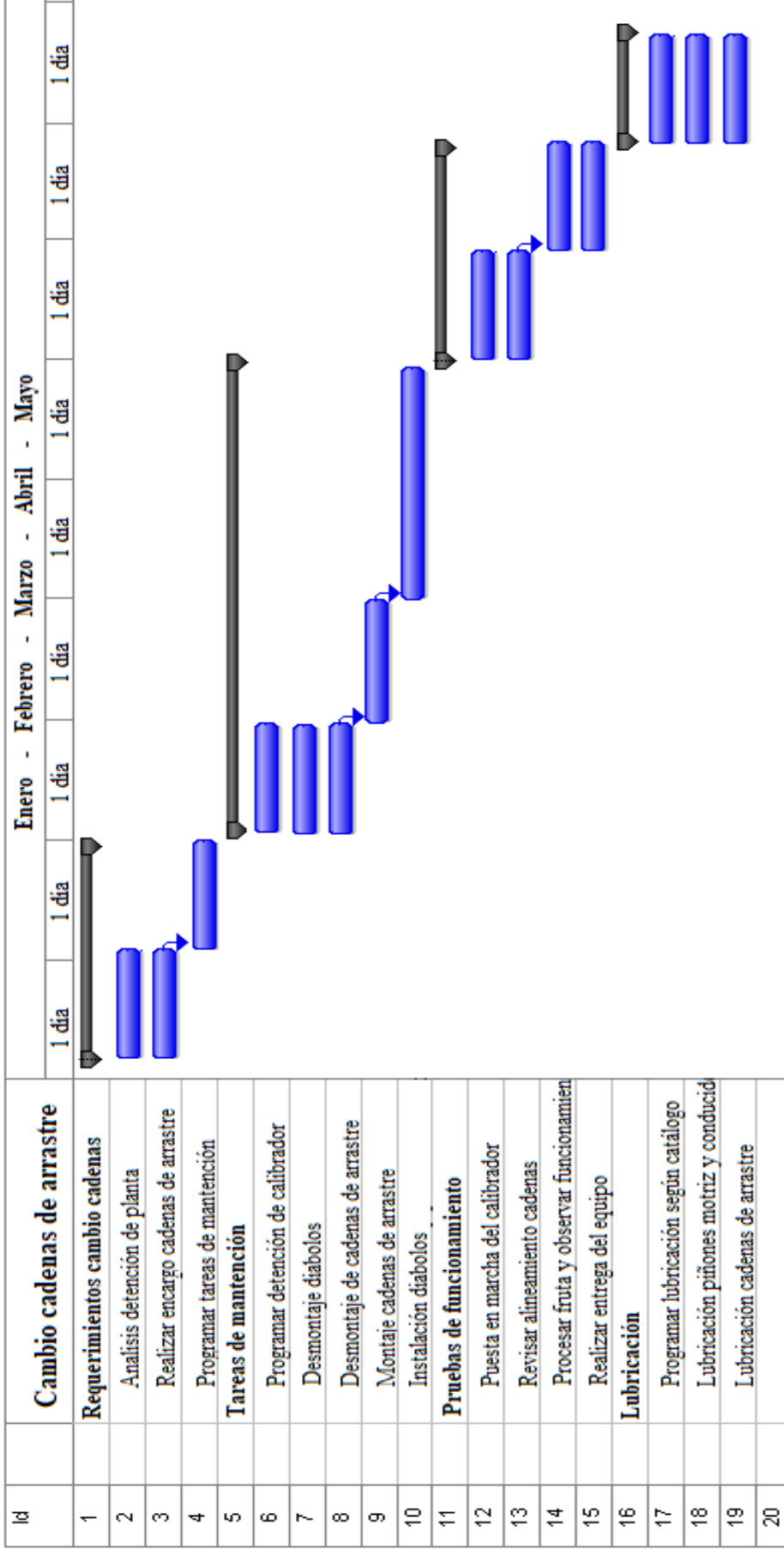
Hay que tener en cuenta que lo habitual es considerar el informe del OEE con la siguiente perspectiva.

- OEE < 65 % INACEPTABLE
- 65% < OEE < 75% REGULAR
- 75% < OEE < 85% ACEPTABLE
- 85% < OEE < 95 % BUENA
- OEE > 95 EXCELENCIA

Con el análisis OEE es posible apreciar que el calibrador Polyfrut tiene un índice aceptable, para una próxima evaluación se debe considerar que el desalineamiento de las cadenas de arrastre, genera aún más reproceso de fruta, por lo que el rendimiento del calibrador se verá disminuido.

Para esto se recomienda realizar una modificación en el sistema motriz, además de la ayuda de una carta Gantt (ver diagrama 2-3) para distribuir de mejor manera los tiempos acotados que tiene el área de mantención para realizar la labor del cambio de cadenas de arrastre.

Cabe señalar que el área de mantención en la empresa CEFRUPAL se encuentra sin un programa de gestión de las tareas de mantención, ya que las temporadas de frutas son variables y actúan de acuerdo a un mantenimiento correctivo y preventivo que son los que predominan dentro del packing.



Fuente: Propia

Diagrama 2-3 Carta Gantt Cambio de Cadenas

En este caso la carta Gantt es simplemente para tener una idea del tiempo que se emplea para realizar el cambio de las cadenas, ya que las fechas y tiempos son acotados dentro del packing, la empresa no puede dejar de producir o procesar frutas, mientras que el equipo de mantención debe mantener los activos operando en las horas de servicio.

Por lo que el área de mantención actúa bajo un mantenimiento de oportunidad, aprovechando el tiempo para atacar las fallas ocurridas.

Las decisiones para la realización del cambio de cadenas son tomadas entre el gerente y el jefe de planta. A consecuencia de esto se realiza el encargo de las cadenas de arrastre y repuestos, por el jefe de mantención teniendo en consideración que éstas tardan aproximadamente 90 días en llegar desde su pedido.

Una vez acordado y agendado la fecha y el cambio de las cadenas, el jefe del área de mantención junto al equipo de trabajo programa las tareas de mantención las cuales normalmente se realizan entre los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo.

Se conoce que la falla es una mala descarga de la fruta, producto del desalineamiento de las cadenas, en este documento se analizará con mayor profundidad el por qué ocurre dicha falla. Se procederá a realizar cálculos del sistema motriz y analizar el comportamiento del eje conductor mediante condiciones de operación.

Una vez obtenido resultados, se apoyarán dichos resultados con el análisis mediante el software Nastran in Cad, para tener análisis y resultados, de como ocurre la deformación en el eje, los esfuerzos que ocurren en éste, y finalmente entregar una propuesta de cambio de cadenas por unas de características similares, con mejores propiedades mecánicas.

Actualmente la única solución que cuenta el packing, es esperar que las cadenas culminen su ciclo de vida. Para esto, el jefe de mantención una vez que el desalineamiento es considerablemente notable, realiza un ajuste de las cadenas de arrastre de la siguiente manera:

- Se desmontan todas las cadenas de todas las vías (cada vía está constituida por 6 cadenas para obtener el largo deseado) y se posicionan una al lado de la otra en un área limpia y seca del packing.
- Luego se separa cada vía en sus respectivas 6 unidades de cadenas, posicionando una al lado de la otra de forma pareja y alineada.
- A continuación, se procede a medir cada una de las cadenas, registrándolas en una plantilla cada medida.
- Se buscan las cadenas de un largo similar, las cuales serán unidas formando una vía de descarga (6 unidades para obtener el largo deseado), las cuales se vuelven a medir y alinear, hasta que se obtenga un largo lo más similar en las 6 vías de descarga.

- Se vuelven a instalar las cadenas de arrastre, luego se ajustan y alinean de tal forma que la descarga de la fruta sea correcta.
- Posteriormente se realizan pruebas de descarga, para verificar el montaje de las cadenas de arrastre.

**Observación:** Esta es una solución momentánea ya que de por si queda una vía que tiende a realizar mal la descarga, la cual genera un reproceso de la fruta y esta puede generar un cuello de botella en la entrada del calibrador, al juntarse la fruta reprocesada y la proveniente de la alimentación de la línea.

**CAPÍTULO 3: CÁLCULO SISTEMA MOTRIZ**

### 3.1 CÁLCULO SISTEMA MOTRIZ DEL CALIBRADOR POLYFRUT

El sistema motriz del calibrador es de suma importancia, puesto que esta entrega el movimiento a casi todo el equipo mediante piñones y cadenas.

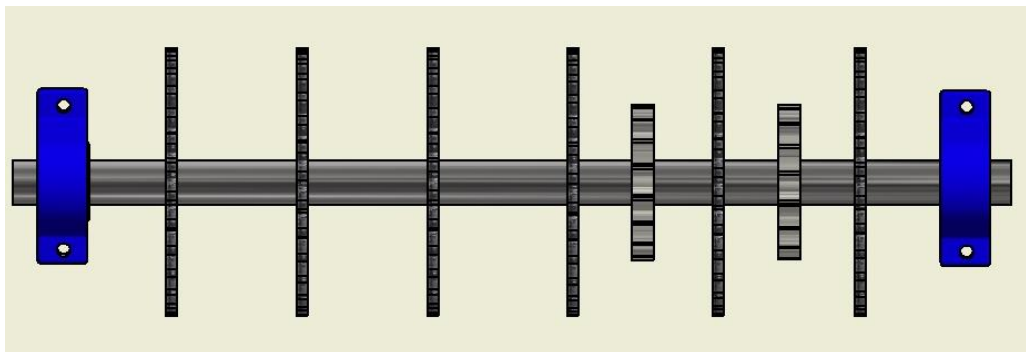
Este consiste en un motor eléctrico de 15 HP el cual trasmite la potencia a un reductor de velocidad que cuenta con una relación de transmisión de 1/24.3

Cabe señalar que el motor eléctrico se encuentra conectado a un variador de frecuencia el cual reduce su frecuencia y varia la velocidad del motor.

La velocidad de avance de las cadenas de arrastre viene dada o es configurada desde el programador u ordenador, de acuerdo al tipo de fruta que se procesa, la velocidad en este caso se mide en diábolos/ minuto.

Actualmente la empresa no cuenta con el catálogo oficial del calibrador, del cual se podían obtener las medidas de fabricación del sistema motriz. Por lo que se debieron realizar mediciones del sistema motriz completo, y algunos datos fueron entregados por el personal del área de mantención.

Como se señaló en el capítulo anterior, se calculará las fuerzas y el torque que ejerce el eje y los piñones que transmiten el movimiento a las cadenas de arrastre, para posteriormente proceder a realizar el cálculo de las cadenas de arrastre.



Fuente: propia

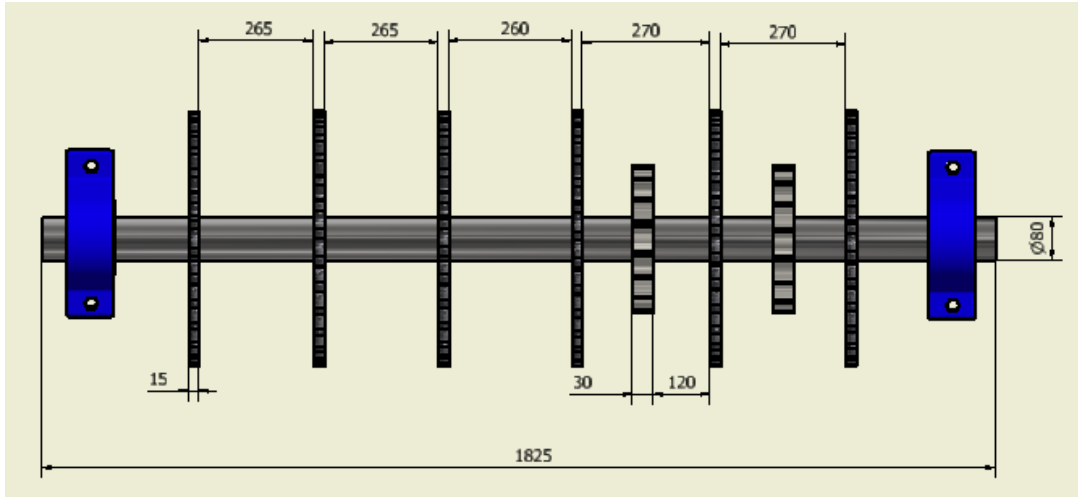
Figura 3-1. Sistema motriz calibrador

### 3.2 Medidas del eje y piñones del sistema motriz

Eje		Piñones motrices		Piñones cadenas de arrastre	
Diámetro	80 mm	Ancho	30 mm	Ancho	15 mm
Largo	1825 mm	Nºdientes	39	Nºdientes	99
		∅ interior	80 mm	∅ interior	80 mm
		∅ exterior	280 mm	∅ exterior	480 mm

Fuente: propia

Tabla 3-1. Dimensiones sistema de transmisión del calibrador



Fuente: propia

Figura 3-2. Medidas sistema motriz

### 3.3 Cálculos de torque sistema motriz

Se sabe que los reductores de velocidad disminuyen la potencia entregada por el motor eléctrico, el rendimiento de los reductores depende de la relación de transmisión y el tipo de reductor, para nuestro caso el reductor que se utiliza en la empresa es un reductor de sinfín-corona. Los cuales tienen un rendimiento de aproximadamente un 74% según catálogo del fabricante.

$$P_{salida} = P_{entrada} \times \text{Rendimiento}$$

En nuestro caso, la potencia de entrada es de 11 kW provenientes del motor eléctrico.

Datos motor eléctrico	
Hz	50
Rpm	1450
Kw	11
Hp	15

Fuente: Placa motor eléctrico

Tabla 3-2. Datos técnicos motor eléctrico

Por lo que obtenemos:

$$P_{salida} = 11 \text{ kw} \times 0,74$$

$$P_{salida} = 8.14 \text{ Kw}$$

Conociendo la potencia de salida del reductor, se procede a calcular el torque aplicado al eje motriz, mediante los piñones.

La velocidad del eje es:

$$i = \frac{\text{Velocidad salida}}{\text{Velocidad entrada}}$$

$$i \times \text{Velocidad entrada} = \text{Velocidad salida}$$

$$0.0411 \times 1450 \text{ rpm} = \mathbf{59.67 \text{ rpm}}$$

Se conocen las rpm provenientes del motorreductor, las cuales, mediante un sistema de transmisión conformada por piñones y cadenas, conociendo el n° de dientes de los piñones involucrados en el sistema, es posible calcular las rpm transmitidas al eje, donde:

$$i = \frac{D1}{D2} \quad \text{ó} \quad i = \frac{N2}{N1}$$

Dónde: D1= N° de dientes piñón motriz

D2 = N° de dientes piñón conducido

N1= velocidad de giro piñón motriz

N2= velocidad de giro piñón conducido

Para nuestro caso:

Datos	N° dientes	Rpm
Piñon motriz	29	59,67
Piñon conducido	39	-

Fuente: Propia

Tabla 3-3. Datos relación de transmisión

De dichas expresiones obtenemos que:  $D1 \times N1 = D2 \times N2$

$$29 \times 59,67 \text{ rpm} = 39 \times N2$$

$$N2 = \mathbf{44,37 \text{ rpm}}$$

La siguiente ecuación es para calcular el torque

$$\text{Torque} = \frac{716 \times \text{Power (Hp)}}{\text{Rpm}} \text{ Kgf-m}$$

$$\text{Torque} = \frac{716 \times 15 \text{ (Hp)}}{59.67 \text{ rpm}}$$

$$\text{Torque} = 179.98 \text{ (Kgf m)}$$

$$\text{Torque} = \mathbf{180 \text{ (Kgf m)}}$$

Una vez conocido el torque que es aplicado en los sprockets del eje motriz, se analizó mediante el programa Nastran in Cad, la forma en que se deforma el eje en la instancia de puesta en marcha del calibrador polyfrut.

Datos a incorporar en el análisis:

Datos	Condiciones
Material eje Ø 80mm	Cromo-Niquel
Masa sprockets Ø 480mm	18.42 kg
Masa sprockets Ø 240mm	9.38 kg
Rpm transmitidos	44.37 rpm
Torques transmitidos	180 kgf-m
N° descansos( rod. bolas)	3

Fuente: Propia

Tabla 3-4. Condiciones del eje motriz

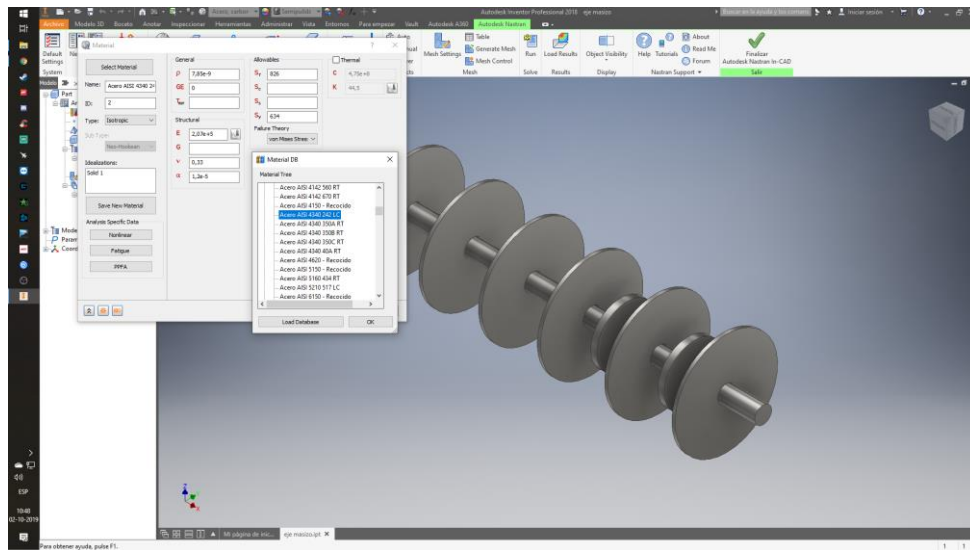
A continuación, se detallará el procedimiento paso a paso de cómo se obtuvieron los resultados del análisis del sistema de transmisión del calibrador Polyfrut mediante el software Nastran in Cad:

### 3.4 Análisis mediante software Nastran in Cad

Nastran in Cad es un software para análisis mediante elementos finitos integrado en CAD, el análisis por elementos finitos es una técnica de simulación por computador usada en ingeniería. La cual utiliza una técnica numérica llamada método de los elementos finitos.

Para este caso se utilizará para un análisis estático y dinámico del eje conducido del calibrador Polyfrut, para tener una visualización y resultados del comportamiento de éste en condiciones de operaciones normales.

- 1- Ingresar el tipo de material del eje, AISI 4330 (Cromo- níquel).

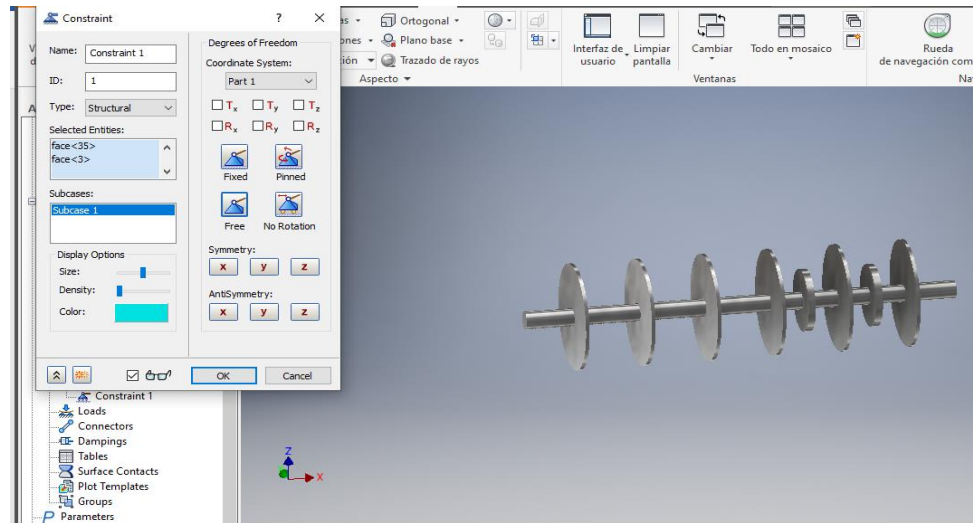


Fuente: propia

Figura 3-3. Selección material eje

De acuerdo a información proporcionada por el catalogo del calibrador Polyfrut, es posible conocer que el eje motriz es de un material de fabricación de cromo – níquel.

2- Incorporar los descansos (rodamientos de bolas).

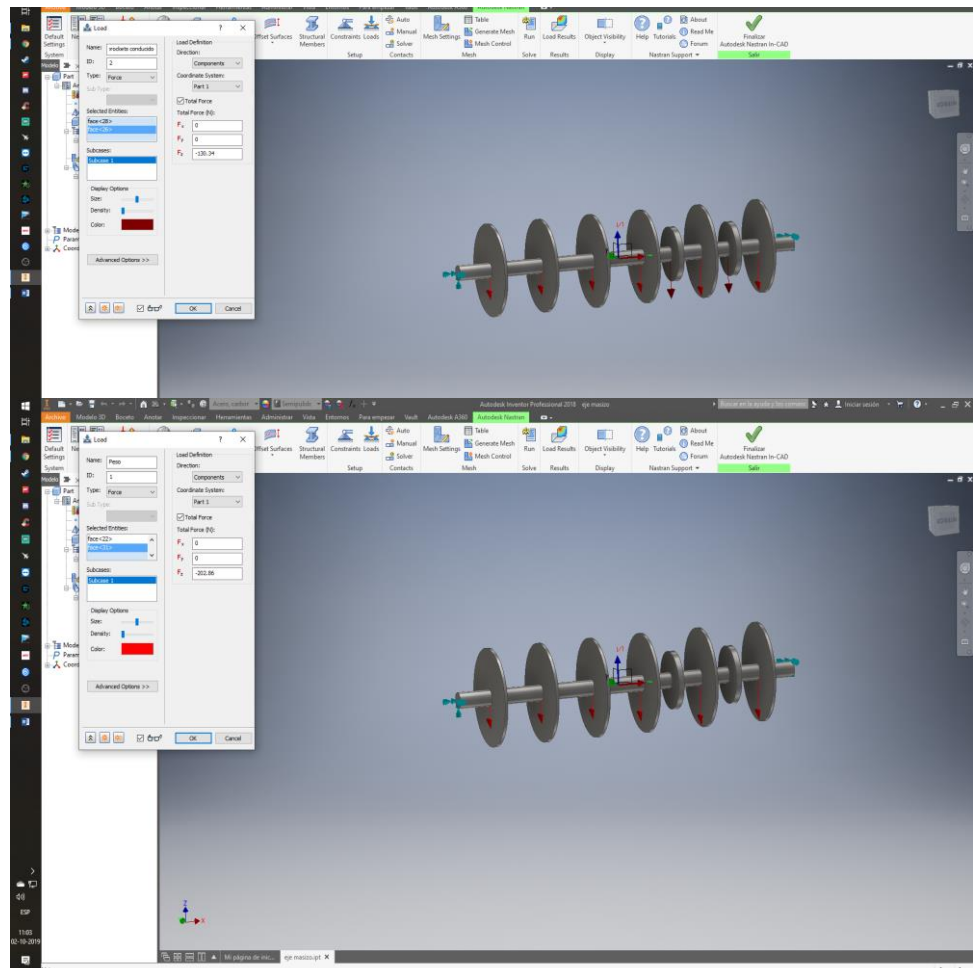


Fuente: propia

Figura 3-4. Descansos en el eje motriz

El eje se encuentra apoyado en 3 descansos compuestos por chumaceras y rodamientos de bolas, dos de ellos ubicados en los extremos del eje y un tercero ubicado en  $L/2$ .

3- Agregar la masa de los sprockets de  $\varnothing 480\text{mm}$  (18.42 kg) y  $\varnothing 240\text{mm}$  (9.38 kg).

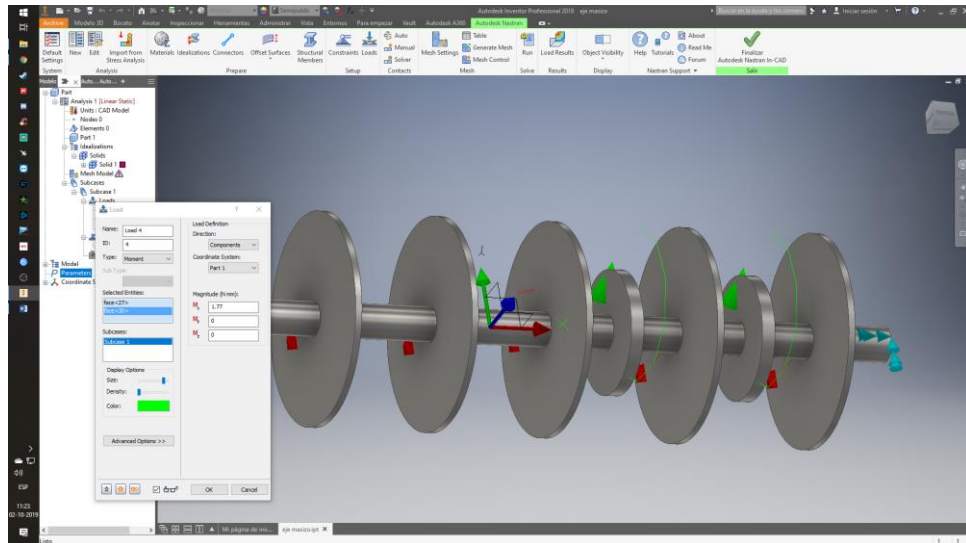


Fuente: propia

Figuras 3-5. Masas de los sprockets

Se incorporan las cargas que se generan por la masa de los sprockets, ya que estos son de gran envergadura y producen efectos considerables en el eje, por lo que son considerables al momento de realizar el análisis estático del eje.

4- Aplicar los torques en los sprockets de  $\varnothing 240\text{mm}$  (180 kgf - m).

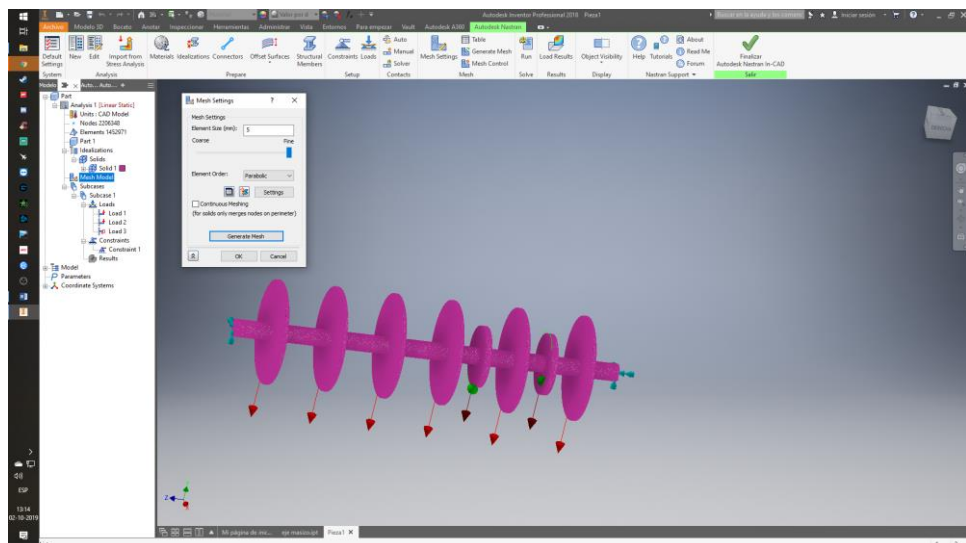


Fuente: propia

Figura 3-6. Torque en los sprockets

El torque proveniente del motorreductor es de 180 kgf-m el cual genera el movimiento rotacional del eje, a una velocidad de 44,37 rpm.

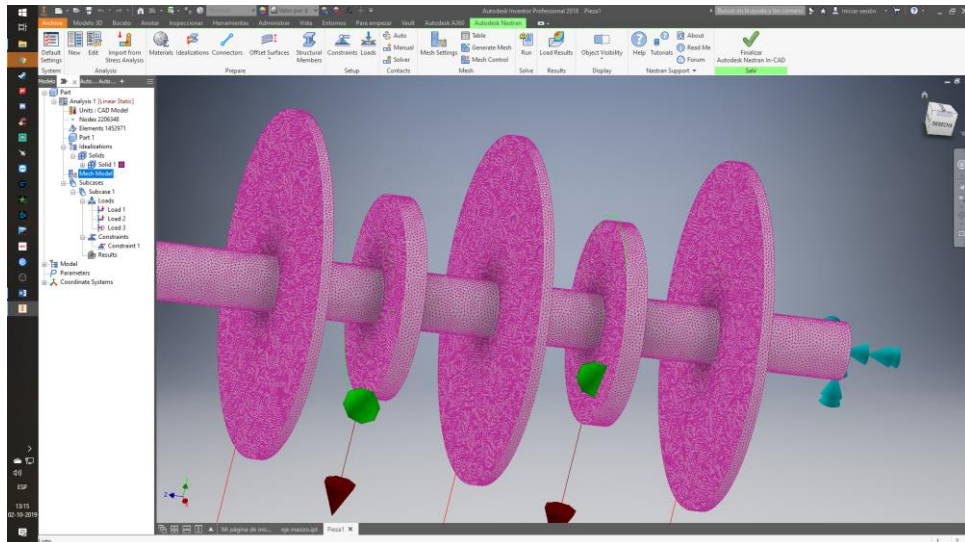
5- Se genera un modelo de malla de 5 mm.



Fuente: propia

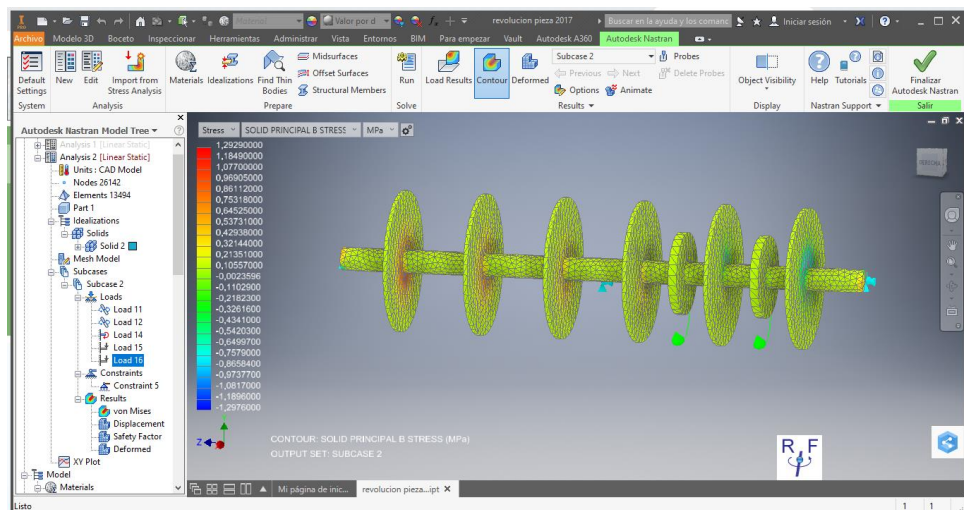
Figura 3-7. Generación modelo de malla

Para realizar el análisis se genera un modelo de malla, para la validación del modelo que este caso es el je motriz, el enmallado es un análisis de elementos finitos, para este caso se eligió un enmallado de 5 mm.



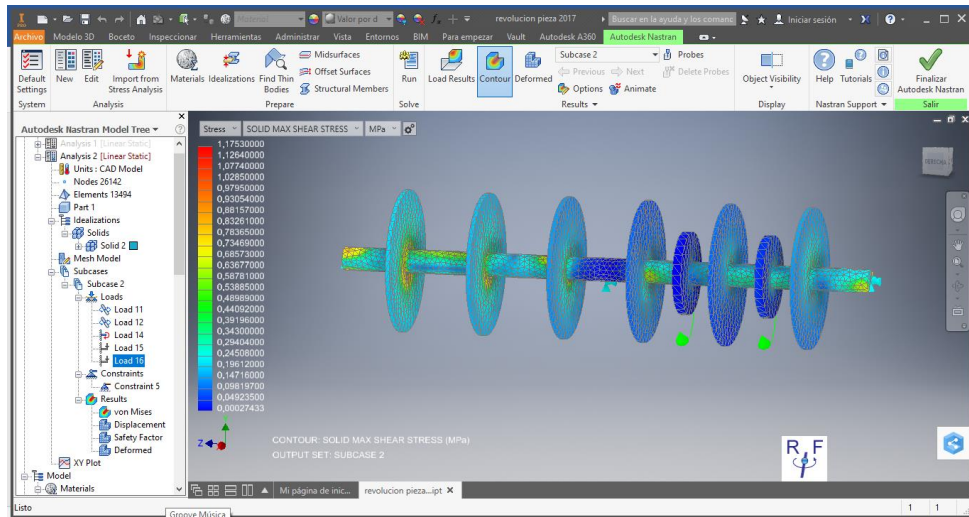
Fuente: propia  
Figura 3-8. Zoom modelo de malla

## 6- Análisis de esfuerzo del eje motriz.



Fuente: propia  
Figura 3-9. Vista análisis de esfuerzo

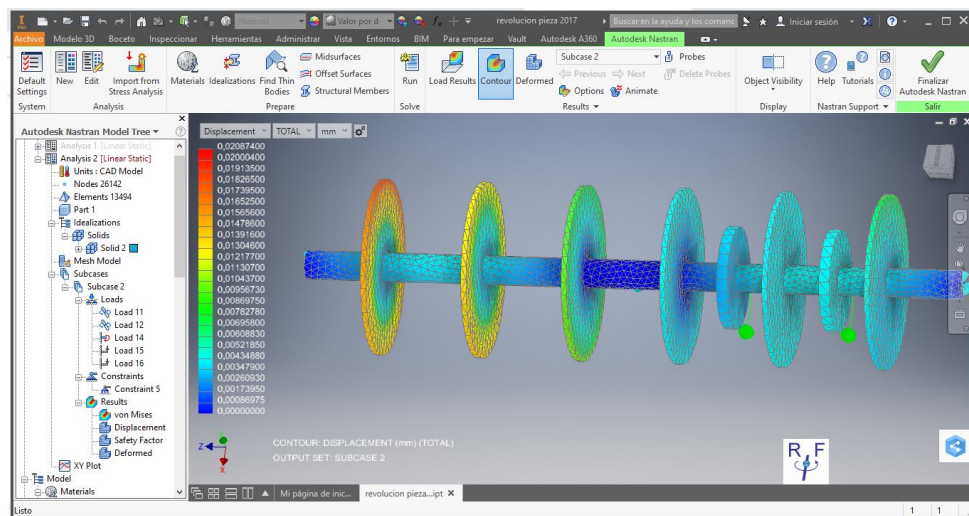
De acuerdo al análisis de estrés, es posible verificar que el máximo estrés es generado en el diámetro interior de los sprockets, ya que estos son fijados mediante chavetas.



Fuente: propia  
 Figura 3-10 Estrés en los sprockets

El mayor estrés se produce en los sprockets más lejanos a los sprockets donde se aplica el torque proveniente de la transmisión por cadenas del motorreductor.

#### 7- Análisis de desplazamiento en el eje motriz.



Fuente: propia  
 Figura 3-11. Deformación en el eje

En este análisis se logra apreciar el lugar donde se produce la mayor deformación del eje, esto es debido a que el ángulo de giro del eje es directamente proporcional al torque aplicado y a la longitud de éste mismo.

El sistema motriz, cuenta con tensores sin embargo la deformación se produce de igual manera por los esfuerzos que se generan en el eje.

#### Observaciones:

- a) Al tener una deformación de 0.5 cm y 0.3 cm en los sprockets más lejanos al lugar donde se transmite la potencia estos se ven reflejados en el desplazamiento

de la cadena, ya que, en el extremo izquierdo del eje, el torque es mayor, generando la deformación.

- b) Conociendo que los modos de falla de una transmisión por cadenas son:
- Fatiga de las placas de eslabón, debido a la aplicación repetida de la tensión.
  - Impacto de los rodillos al engranar en los dientes de los sprockets.
  - La abrasión entre los pernos de cada eslabón y sus bujes.

Es posible afirmar que debido a la aplicación de una tensión ascendente en los últimos 3 sprockets, la deformación es mayor, generando un desalineamiento en la transmisión.

### 3.5 Selección de las cadenas de arrastre

Para la selección de las cadenas de arrastre se debe tener en consideración el paso y el tipo de cadena que utiliza en su funcionamiento el calibrador Polyfrut, para este caso, se buscará la elección de una cadena que cumpla con los requisitos propuestos por el fabricante del calibrador.

Cabe destacar que no se busca una cadena con otras condiciones de operación, simplemente se busca dar con una cadena que tenga mejor rendimiento en cuanto a vida útil y que no presente fallas como un estiramiento excesivo a lo largo de su vida útil.

Ya que la empresa Cefrupal S.A no cuenta con las especificaciones técnicas de las cadenas de arrastre y por temas comerciales, el fabricante FOMESA, no entrega información reservada por política interna. Ver figura 3-12.



Fuente: propia

Figura 3-12. Cadena actual del Calibrador Polyfrut

Requisitos de las cadenas de arrastre:

Características		
Debe contar con un paso doble		
Paso	1 1/4 plg	31.75 mm

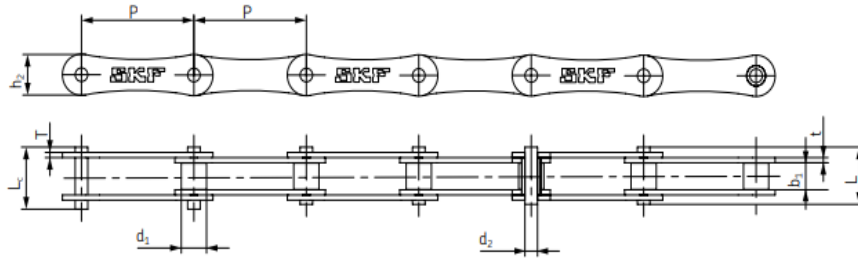
Fuente: Propia

Tabla 3-5. Características cadenas de arrastre

Se utilizara un catalogo SKF de cadenas para la selección de la cadena propuesta para una mejora en el funcionamiento del calibrador Polyfrut, ya que es un proveedor que se encuentra en el mercado nacional y tiene convenio con la empresa Cefrupal S.A.

De acuerdo a los requerimientos, la unica cadena que cumple con los requisitos es:

- Cadenas de rodillo de paso doble



N° Cadena ANSI	N° Cadena BS/ISO	Paso P	Diámetro del rodillo d <sub>1</sub> max	Distancia entre placas interiores b <sub>1</sub> min	Diámetro del pasador d <sub>2</sub> max	Longitud del pasador L max	L <sub>c</sub> max	Altura de la placa interior h <sub>2</sub> max	Espesor de la placa t max	T max	Carga límite de rotura Q min	Carga de rotura promedio Q <sub>0</sub>	Peso por metro q	Designación
-	-	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kN	kN	kg/m	-
2040	208A	25,40	7,95	7,85	3,96	16,6	17,8	12,0	1,50	1,50	14,1	16,7	0,42	PHC 2040...
2050	210A	31,75	10,16	9,40	5,08	20,7	22,2	15,0	2,03	2,03	22,2	28,1	0,73	PHC 2050...
2060	212A	38,10	11,91	12,57	5,94	25,9	27,7	18,0	2,42	2,42	31,8	36,8	1,02	PHC 2060...
2080	216A	50,80	15,88	15,75	7,92	32,7	36,5	24,0	3,25	3,25	56,7	65,7	1,70	PHC 2080...
2100	220A	63,50	19,05	18,90	9,53	40,4	44,7	30,0	4,00	4,00	88,5	102,6	2,55	PHC 2100...
2120	224A	76,20	22,23	25,22	11,10	50,3	54,3	35,7	4,80	4,80	127,0	147,3	4,06	PHC 2120...
-	208B	25,40	8,51	7,75	4,45	16,7	18,2	11,8	1,60	1,60	18,0	19,4	0,45	PHC 208B...
-	210B	31,75	10,16	9,65	5,08	19,5	20,9	14,7	1,70	1,70	22,4	27,5	0,65	PHC 210B...
-	212B	38,10	12,07	11,68	5,72	22,5	25,2	16,0	1,85	1,85	29,0	32,2	0,76	PHC 212B...
-	216B	50,80	15,88	17,02	8,28	36,1	39,1	21,0	4,15	3,10	60,0	72,8	1,75	PHC 216B...
-	220B	63,50	19,05	19,56	10,19	41,3	45,0	26,4	4,50	3,50	95,0	106,7	2,62	PHC 220B...
-	224B	76,20	25,40	25,40	14,63	53,4	57,8	33,2	6,00	4,80	160,0	178,0	4,70	PHC 224B...
-	228B	88,90	27,94	30,99	15,90	65,1	69,5	36,7	7,50	6,00	200,0	222,0	6,23	PHC 228B...
-	232B	101,60	29,21	30,99	17,81	66,0	71,0	42,0	7,00	6,00	250,0	277,5	6,72	PHC 232B...

Fuente: Catálogo cadenas SKF

Tabla 3-6. Selección cadena de arrastre

Las cadenas de rodillos de paso doble, esta cadena es una opción económica para aplicaciones de baja velocidad; carga moderada y aplicaciones de transmisión con ejes dispuestos a gran distancia del centro, para una variedad de sistemas de transportadores y equipos para manipuleo de materiales.

Las cadenas de rodillos niqueladas combinan la fuerza de las cadenas de rodillos estándar con las propiedades de resistencia a la corrosión derivadas del tratamiento superficial con níquel.

El niquelado de todos los componentes antes del montaje asegura una cobertura uniforme para permitir el máximo efecto del proceso de revestimiento.

Las cadenas niqueladas se utilizan comúnmente para aplicaciones de exterior, o en una atmósfera moderadamente corrosiva, y podrían utilizarse en alguna aplicación en que hubiera contacto limitado con agua.

**Nota:** Las cadenas dúplex y de paso doble revestidas están disponibles en todas las medidas.

Al ordenar cadenas revestidas, agregar el sufijo al N° de cadena según el material:  
DR = Dacrotised

NP = Nickelada  
 ZP = Zincada

Al momento de realizar el pedido al proveedor de SKF, la denominación de las cadenas es: **PHC 2050 - NP**

Conociendo la cadena, procedemos a realizar el cálculo para conocer la longitud (en pasos):

$$L = \frac{Z_2 + Z_1}{2} + 2C + \frac{K}{C}$$

Donde:

L = Longitud de la cadena (en pasos).

Z<sub>1</sub> = N° de dientes piñón pequeño.

Z<sub>2</sub> = N° de dientes piñón grande.

C = Distancia entre centros (en pasos).

K = Constante determinada a partir de (Z<sub>2</sub> - Z<sub>1</sub>).

'K' Factors													
Z <sub>1</sub> -Z <sub>2</sub>	K	Z <sub>1</sub> -Z <sub>2</sub>	K	Z <sub>1</sub> -Z <sub>2</sub>	K	Z <sub>1</sub> -Z <sub>2</sub>	K	Z <sub>1</sub> -Z <sub>2</sub>	K	Z <sub>1</sub> -Z <sub>2</sub>	K	Z <sub>1</sub> -Z <sub>2</sub>	K
1	0,0	11,00	3,06	21,00	11,17	31,00	24,34	41,00	42,58	51,00	65,88	61	94,25
2	0,1	12,00	3,65	22,00	12,26	32,00	25,94	42,00	44,68	52,00	68,49	62	97,37
3	0,2	13,00	4,28	23,00	13,40	33,00	27,58	43,00	46,84	53,00	71,15	63	100,54
4	0,4	14,00	4,96	24,00	14,59	34,00	29,28	44,00	49,04	54,00	73,86	64	103,75
5	0,6	15,00	5,70	25,00	15,83	35,00	31,03	45,00	51,29	55,00	76,62	65	107,02
6	0,9	16,00	6,48	26,00	17,12	36,00	32,83	46,00	53,60	56,00	79,44	66	110,34
7	1,2	17,00	7,32	27,00	18,47	37,00	34,68	47,00	55,95	57,00	82,30	67	113,71
8	1,6	18,00	8,21	28,00	19,86	38,00	36,58	48,00	58,36	58,00	85,21	68	117,13
9	2,1	19,00	9,14	29,00	21,30	39,00	38,53	49,00	60,82	59,00	88,17	69	120,6
10	2,5	20,00	10,13	30,00	22,80	40,00	40,53	50,00	63,33	60,00	91,19	70	124,12
71	127,7	81,00	166,19	91,00	209,76	101,00	258,39	111,00	312,09	121,00	370,86	131	434,69
72	131,3	82,00	170,32	92,00	214,40	102,00	263,54	112,00	317,74	122,00	377,02	132	441,36
73	135,0	83,00	174,50	93,00	219,08	103,00	268,73	113,00	323,44	123,00	383,22	133	448,07
74	138,7	84,00	178,73	94,00	223,82	104,00	273,97	114,00	329,19	124,00	389,48	134	454,83
75	142,5	85,00	183,01	95,00	228,61	105,00	279,27	115,00	334,99	125,00	395,79	135	461,64
76	146,3	86,00	187,34	96,00	233,44	106,00	284,67	116,00	340,84	126,00	402,14	136	468,51
77	150,2	87,00	191,73	97,00	238,33	107,00	290,01	117,00	346,75	127,00	408,55	137	475,42
78	154,1	88,00	196,16	98,00	243,27	108,00	295,45	118,00	352,70	128,00	415,01	138	482,39
79	158,1	89,00	200,64	99,00	248,26	109,00	300,95	119,00	358,70	129,00	421,52	139	489,41
80	162,1	90,00	205,18	100,00	253,30	110,00	306,50	120,00	364,76	130,00	428,08	140	496,47

Fuente: Catálogo cadenas SKF  
 Tabla 3-7. Factor K (Z<sub>2</sub> - Z<sub>1</sub>).

De acuerdo a los datos entregados anteriormente tenemos que:

$$L = \frac{99 + 54}{2} + 2(1387,64) + \frac{51,29}{1387,64}$$

$$L = 2797,81$$

$$L = 2798 \text{ (pasos)}$$

Como propuesta de mejora se recomienda utilizar una cadena PHC 2050 NP para el Calibrador Polyfrut, debido a que por sus características técnicas esta cadena cumple con los requisitos para la transmisión de potencia del equipo.

Actualmente las cadenas utilizadas cuentan con un rango de vida útil de 3 a 4 años, con horas de servicios de aproximadamente 11.500 hrs.

Actualmente SKF cuenta con cadenas que, en un funcionamiento óptimo y una lubricación correspondiente, tienen una vida útil de servicio de 15.000 hrs. Para lo cual serian aproximadamente 5 años y 2 meses.

**CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE PROPUESTA DE MEJORA**

## 4.1 ANÁLISIS Y ESTUDIO DE MERCADO.

Se realizará una evaluación económica del proyecto considerando el comportamiento del mercado, pre factibilidad, factibilidad, además de un estudio técnico.

En la actualidad se conoce mediante la fuente Banco central de Chile, que la exportación del rubro frutícola en los últimos 3 años se encuentra en alzas, por lo que es favorable la posibilidad de invertir en el rubro.

Para ello es fundamental conocer algunos indicadores económicos tales como el VAN, TIR, PAYBACK, para la toma de decisiones.

### 4.1.1 Crecimiento de mercado

#### Fruit Logística 2019: Chile destaca crecimiento de las exportaciones chilenas de frutas frescas en Europa

07 de Febrero de 2019

El país participó nuevamente en esta feria que se realiza en Berlín, mostrando todo su potencial de principal productor y exportador del hemisferio sur.

Europa es el segundo mercado de destino de las frutas chilenas, luego de Norteamérica (Estados Unidos y Canadá), y durante la temporada 2017-2018, además se convirtió en el segundo mercado que mayor incremento registró en la recepción de envíos de frutas frescas desde Chile. Un incremento que la industria buscó potenciar y visibilizar, durante su participación en una nueva versión de Fruit Logística en Berlín, Alemania.

\*Pese a que Europa es un mercado maduro, aún existen oportunidades para que nuestras exportaciones de frutas sigan creciendo. La temporada pasada enviamos más de 658 mil toneladas de frutas, lo cual mostró un incremento de 10% respecto al período anterior, donde países como Alemania, que es actualmente nuestro tercer destino dentro del mercado europeo, creció un 38,71%. Pero además, también observamos un incremento en otros mercados como es el caso de Polonia y Finlandia, donde nuestros envíos aumentaron un 30 y 35 por ciento, respectivamente. Ello da muestras de la importancia de Europa y de la participación en esta Feria, donde se reúnen actores relevantes en el sector de la fruta del mundo, y especialmente de Europa, permitiendo a las empresas participantes y los representantes de la industria visualizar nuevas oportunidades, tendencias, tecnologías, variedades, entre otros aspectos", destacó Ronald Bown, Presidente de la Asociación de Exportadores de Frutas de Chile AG (ASOEX).



Fuente: [www.prochile.gob.cl](http://www.prochile.gob.cl)

Figura 4-1. Crecimiento en exportaciones.

Actualmente Chile sigue liderando la exportación de frutícola del hemisferio sur con cerca de 8.000 productores que distribuyen en más de cien países, información entregada por la Asociación de Exportadores de Fruta (Asoex) y la Federación de Productores de Frutas de Chile (Fedefruta).

En tanto la empresa Exportadora Santa Cruz tiene como principal objetivo posicionarse dentro de los 3 primeros exportadores de frutícola a nivel nacional, actualmente se encuentra dentro de los 10 productores de mayor exportación del país. Para alcanzar un índice de producción mayor, se está buscando la manera de generar más producción, ampliando físicamente e implementando maquinaria moderna en sus plantas, tanto Las Mercedes como Cefrupal S.A.

#### 4.1.2 Estudio técnico

Un punto fundamental es la ubicación del packing, ya que este se encuentra ubicado en una zona de alta producción agrícola, el valle Aconcagua, donde gran parte de la población vive de la plantación de Paltos, Cítricos, entre otros.

Por lo que es una estrategia económica fuerte, ya que normalmente la fruta producida en el sector supera en gran cantidad la producción de los packing ubicados en la zona, ya que pocos cuentan con las certificaciones señaladas al principio de este documento para poder exportar fruta.

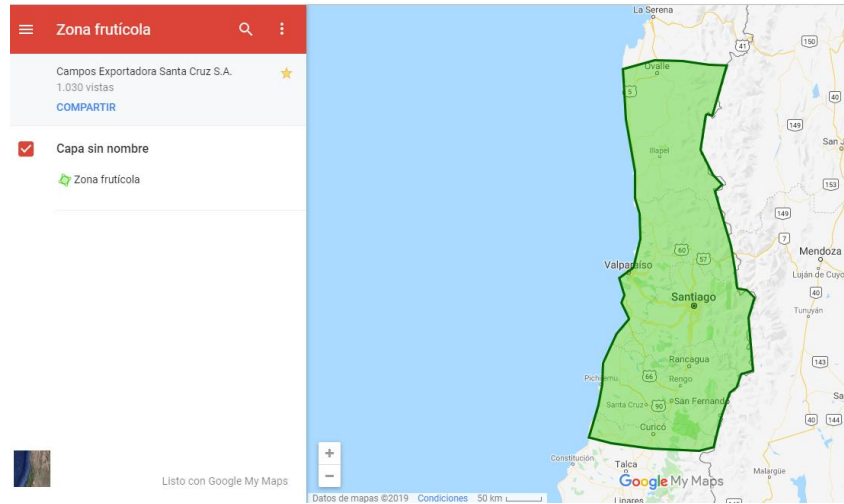
Otro punto favorable respecto a la ubicación, es la distancia de 56.1 km a la cual se encuentra del puerto de Valparaíso, segundo puerto de mayor movimiento tanto en importaciones como exportaciones, luego del puerto de San Antonio.

#### 4.2 Plan de expansión Exportadora Santa Cruz:

La Exportadora Santa Cruz busca ampliar su producción mediante la decisión de ser ellos mismos sus proveedores, para ello se ha incrementado la inversión en terrenos productivos.

*Un campo de 300 hectáreas de paltos y cítricos están plantando actualmente en la ciudad de Santa Cruz, instancia que forma parte de su plan de expansión, y a lo que se suman las plantaciones en Petorca y La Ligua. Y es que según consigna Guillermo Correa (presidente ejecutivo de la Exportadora Santa Cruz), se le debe dar una proyección al negocio ya que en este rubro se debe contar con un tamaño que te convierta en un abastecedor importante para los grandes compradores. Así es que deben contar con el volumen que requieren, para lo que deben crecer de manera rápida. Y es que el desarrollo económico de este último siglo ha ido más rápido que los anteriores y se ha incorporado mucha gente al consumo; por lo tanto, los volúmenes que aumentan año a año en el consumo son muy grandes. Así, Correa establece dos maneras de abastecerlo: con mayor tecnología e incorporando nuevos terrenos a la agricultura.*

Fuente: MundoAgro. (16 de Marzo 2019). *Proyectando el negocio*. MundoAgro.




Fuente: [www.santacruzsa.cl](http://www.santacruzsa.cl)

Figura 4-2. Campos Exportadora Santa Cruz.

#### 4.2.1 Producción

A continuación, tenemos la producción en un periodo de 12 meses, cabe señalar que el Calibrador Polyfruit, solo procesa kiwis y cítricos, ya que la línea de alimentación no está adaptada para procesar otro tipo de fruta.

		PRODUCCIÓN MENSUAL (TON) LINEA POLYFRUT			
		2018			
		Kiwis	Clementina	Limón	Naranjas
Exportación	Enero	--	--	--	--
	Febrero	--	--	--	--
	Marzo	2560	--	--	--
	Abril	2540	--	--	--
	Mayo	--	--	--	--
	Junio	--	--	1890	--
	Julio	--	--	1910	--
	Agosto	--	1920	--	--
	Septiembre	--	1900	--	--
	Octubre	--	--	--	1800
	Noviembre	--	--	--	--
	Diciembre	--	--	--	--
Mercado Nacional	Enero	--	--	--	--
	Febrero	--	--	--	--
	Marzo	378	--	--	--
	Abril	312	--	--	--
	Mayo	--	--	--	--
	Junio	--	--	274	--
	Julio	--	--	252	--
	Agosto	--	264	--	--
	Septiembre	--	198	--	--
	Octubre	--	--	--	200
	Noviembre	--	--	--	--
	Diciembre	--	--	--	--

Fuente: Gerencia Cefrupal S.A

Tabla 4-1. Producción año 2018.

Una vez conocida la producción, es necesario conocer los precios del mercado tanto internacional como nacional, estos son recopilados por finanzas del packing Cefrupal S.A y de fuentes internacionales, gran parte de la producción de la Exportadora Santa Cruz, va dirigida al mercado estadounidense, por lo que le daremos un enfoque a tal mercado, mientras que el mercado nacional, normalmente está dirigido a las cadenas de Walmart, Tottus y Tesco.

4.3 Precios de mercado internacional (Exportación):

- Precios mercado Internacional (Exportación):

Dichos precios son entregados por la fuente USDA (United States Department of Agriculture).

a) Kiwis

**USDA** United States Department of Agriculture  
**Agricultural Marketing Service**

Close Window

**Report Results**

Commodity: KIWIFRUIT Report Type: Terminal Market  
 Aggregate by: Daily Date(s): 10/08/2019

Download as: Excel Text XML PDF (adobe reader required) Printable View (adobe reader required)

Report Type: TERMINAL MARKET  
 SHIPPING POINT  
 MOVEMENT  
 RETAIL

**Refine results**

Location: All Environment: All  
 Variety: All Type: All Hide Empty Columns:   
 Date: 10/08/2019 Go  
 Date Format: mm/dd/yyyy

\* No results found for that date range. Displaying report for most recent date.

ATLANTA : KIWIFRUIT Market : STEADY.								
Location : ATLANTA Commodity : KIWIFRUIT Package: flats 1 layer Variety: HAYWARD								
Date	Low-High Price	Mostly Low-High Price	Origin	Origin District	Item Size	Environment	Color	Uni
10/08/2019	16.75 - 16.75		CHILE		36s			
10/08/2019	17.50 - 17.50		CHILE		36s			
10/08/2019	14.50 - 16.75		ITALY		33s			
10/08/2019	14.00 - 16.75		ITALY		36s			
10/08/2019	11.75 - 14.00	12.00 - 12.50	ITALY		39s			

BALTIMORE : KIWIFRUIT Market : STEADY.								
Location : BALTIMORE Commodity : KIWIFRUIT Package: 9 kg (19.8 lb) containers loose Variety: HAYWARD								
Date	Low-High Price	Mostly Low-High Price	Origin	Origin District	Item Size	Environment	Color	Uni
10/08/2019	30.00 - 32.00		CHILE		30 sz			
10/08/2019	33.00 - 33.00		ITALY		33 sz			

Fuente: www.marketnews.usda.gov

Figura 4-3. Precio exportación Kiwis.

Las exportaciones a EE. UU se realizan en cajas de 9 kg (19.8 lb), estas tienen un valor que oscila entre los 30 y 32 USD, por lo que es posible saber el precio por Kg en pesos chilenos.

1 Kg de Kiwis = **2.575** pesos chilenos.

Con un valor del dólar a la fecha (10 de octubre de 2019) = 724.27 CLP  
(información obtenida por el Banco Central de Chile).

b) Cítricos (naranjas):

The screenshot shows the USDA Agricultural Marketing Service 'SPECIALTY CROPS MARKET NEWS' interface. The 'Report Results' section is active, displaying the following details:

- Commodity: ORANGES
- Report Type: Terminal Market
- Aggregate by: Daily
- Date(s): 10/08/2019
- Download as: Excel, Text, XML, PDF (adobe reader required), Printable View (adobe reader required)
- Report Type: TERMINAL MARKET (selected), SHIPPING POINT, MOVEMENT, RETAIL
- Refine results: Location: All, Variety: All, Environment: All, Type: All, Date: 10/08/2019

A message states: "No results found for that date range. Displaying report for most recent date." The main report header is "ATLANTA : ORANGES Market : ABOUT STEADY." Below this, the specific report details are: "Location : ATLANTA Commodity : ORANGES Package: 15 kg cartons Variety: NAVEL".

Date	Low-High Price	Mostly Low-High Price	Origin	Origin District	Item Size
10/08/2019	29.00 - 29.00		CHILE		56s
10/08/2019	29.00 - 29.00		CHILE		72s

Fuente: [www.marketnews.usda.gov](http://www.marketnews.usda.gov)

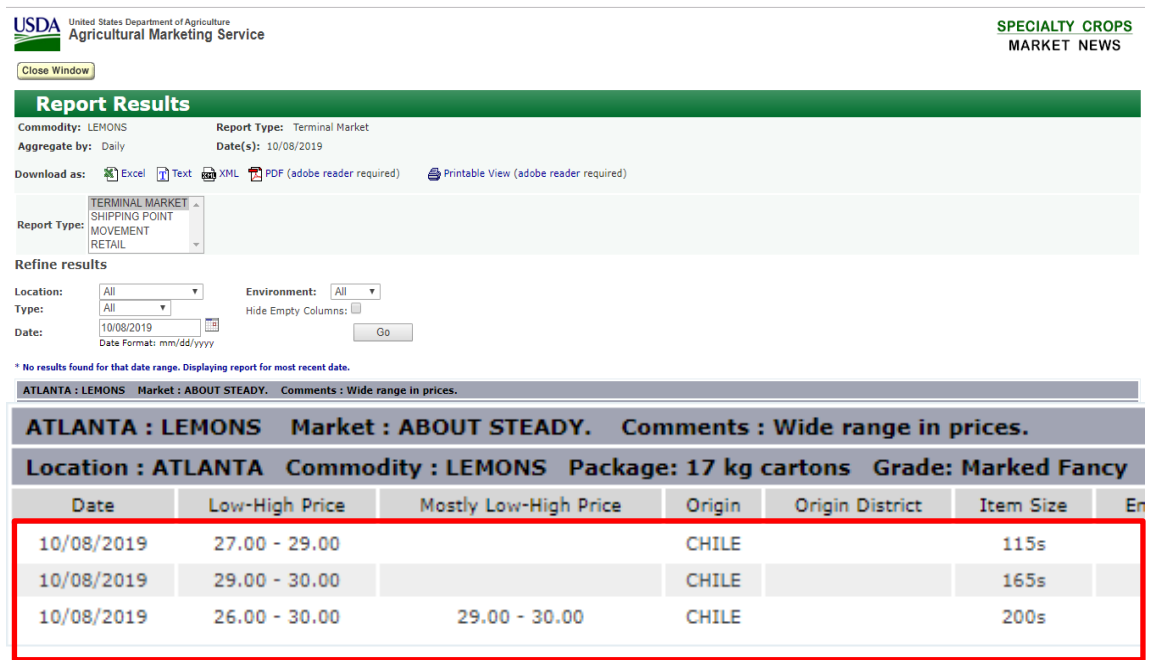
Figura 4-4. Precio exportación Naranjas.

Las exportaciones a EE. UU se realizan en cajas de 15 kg, estas tienen un valor de 29 USD, por lo que es posible saber el precio por Kg en pesos chilenos.

1 Kg de Naranjas = **1.400** pesos chilenos.

Con un valor del dólar a la fecha (10 de octubre de 2019) = 724.27 CLP  
(información obtenida por el Banco Central de Chile).

c) Cítricos (limón):



Fuente: www.marketnews.usda.gov

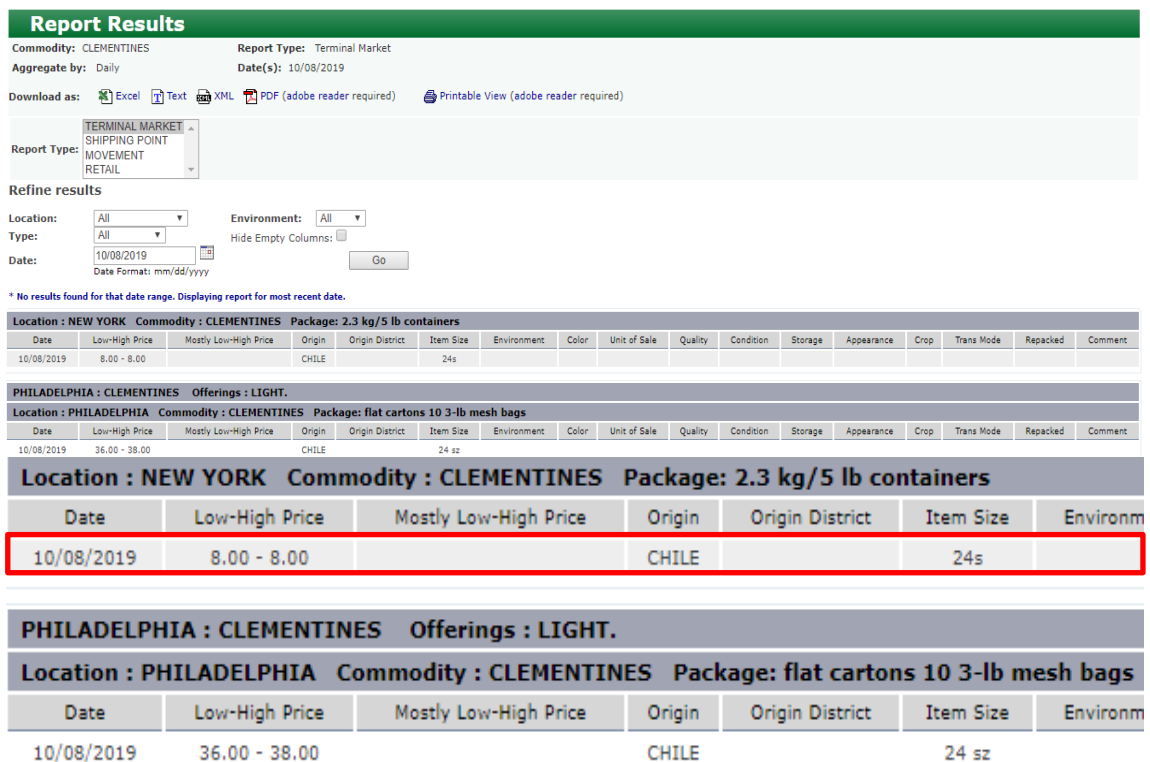
Figura 4-5. Precio exportación Limones.

Las exportaciones a EE. UU se realizan en cajas de 17 kg, estas tienen un valor que oscila entre los 26 y 30 USD, por lo que es posible saber el precio por Kg en pesos chilenos.

1 Kg de Limones = **1.278** pesos chilenos.

Con un valor del dólar a la fecha (10 de octubre de 2019) = 724.27 CLP (información obtenida por el Banco Central de Chile).

d) Cítricos (Clementinas):



Fuente: www.marketnews.usda.gov

Figura 4-6. Precio exportación Clementinas.

Las exportaciones a EE. UU se realizan en cajas de 2.3 kg, estas tienen un valor de 8 USD, por lo que es posible saber el precio por Kg en pesos chilenos.

1 Kg de Clementinas = **2,519** pesos chilenos.

Con un valor del dólar a la fecha (10 de octubre de 2019) = 724.27 CLP  
(información obtenida por el Banco Central de Chile).

#### 4.4 Precios de mercado nacional:

Los precios del mercado nacional, fueron entregados por el gerente de la planta Cefrupal.S.A. indicando que el precio es variable dependiendo del destino a lo largo del mercado nacional donde se envía la fruta.

Para ello se consideraron precios de la zona Norte, Centro y Sur a lo largo de todo Chile, para obtener un precio promedio por Kg de las frutas señaladas en la figura 4-2.

Empresas	Kiwis	Clementinas	Limón	Naranjas
Wallmart	\$ 530	\$ 490	\$ 600	\$ 600
Tottus	\$ 570	\$ 490	\$ 590	\$ 590
Tesco	\$ 550	\$ 520	\$ 490	\$ 550

Fuente: Propia

Tabla 4-2. Precios Mercado Nacional.

#### 4.5 INGRESOS Y EGRESOS

La producción del último año del calibrador Polyfrut, se detalla en la tabla 4-1, siendo la cantidad total en frutos tales como: Kiwis, Clementinas, Limón y Naranjas, en la tabla 4-2.

Turnos de producción:

- Marzo – Abril (Kiwis) doble turno (día y noche), por lo que se obtiene un total de 16 horas de proceso, con flujo de volteado de bins cada 3 min a la línea de producción.
- Junio – Julio (Limón) turno simple, 8 horas de producción, con un flujo de volteado de bins cada 2 min a la línea de producción.
- Agosto – Septiembre (Clementina) turno simple, 8 horas de producción, con un flujo de volteado de bins cada 2 min a la línea de producción.
- Octubre (Naranjas) turno simple, 8 horas de producción, con un flujo de volteado de bins cada 2 o 3 min a la línea de producción.

Con dichos datos de producción se conoce el total de la fruta procesada en cada temporada, además de la información entregada por el Packing Cefrupal, es posible conocer el ingreso y los egresos que este tiene, de acuerdo a precios en el mercado entregados anteriormente. Durante los meses de Enero, Febrero, Noviembre y Diciembre, se procesa palta en el packing, con un ingreso mensual entregado por el área de Tarjado.

Enero: \$14.020.000.000

Febrero: \$894.000.000

Noviembre: \$13.542.000.000

Diciembre: \$13.573.000.000

Precios año 2018	Kiwis	Clementinas	Limones	Naranjas
Mercado Nacional (CLP)	\$ 550	\$ 500	\$ 560	\$ 580
Mercado Internacional (CLP)	\$ 2.575	\$ 2.519	\$ 1.278	\$ 1.400

Producción anual	Kiwis	Clementinas	Limones	Naranjas
Mercado Nacional (ton)	690	462	526	200
Mercado Internacional (ton)	5100	3820	3800	1800

TOTAL (\$/kg)	Kiwis	Clementinas	Limones	Naranjas
Mercado Nacional	\$ 379.500.000	\$ 231.000.000	\$ 294.560.000	\$ 116.000.000
Mercado Internacional	\$13.132.500.000	\$ 9.622.580.000	\$4.856.400.000	\$2.520.000.000

Fuente: Propia

Tabla 4-3. Ingresos de Producción año 2018.

Los costos mensuales son entregados por la empresa Cefrupal S.A, estos son variables ya que la cantidad de personal es variable de acuerdo a la temporada de fruta y la cantidad de fruta que se procesa durante el mes. Afectando esto a los costos de transportes, al ser un volumen variable, el precio en transporte también es variable.

#### **Observación:**

El packing Cefrupal S.A no tuvo pérdidas considerables durante el periodo 2018, ya que no se produjeron fallas catastróficas, si fallas mínimas como: cambio de cintas transportadoras, cambio de rodamientos y cambio de polines.

Normalmente el packing tiene metas diarias que consisten en procesar cantidades de frutas, las cuales son planificadas con anterioridad.

Una falla mínima en el packing, no tiene una repercusión en pérdidas por no producción dentro del packing, ya que la cantidad de fruta destinada a procesar durante un turno de 8 o 16 horas, es procesada de igual manera, teniendo que disminuir el tiempo de vaciado de bins a la línea o simplemente realizando horas extras por parte del personal.

Por lo que las pérdidas monetarias por tiempo de reparación se ven reflejadas en los costos de operación, ya que al haber fallas mínimas, simplemente aumentan los costos para mantener la producción operativa durante el turno de trabajo.

Egresos Cefrupal S.A	
Sueldos	\$ 86.500.000
Energía eléctrica	\$ 38.000.000
Agua potable	\$ 400.000
Transporte fruta (cítricos y kiwis)	\$455.000.000
Transporte fruta (paltas)	\$670.000.000
Transporte personal	\$ 2.300.000
Internet y teléfono	\$ 100.000
Mantenimiento	\$ 7.500.000
Capacitación personal extranjero	\$ 950.000
Otros	\$ 35.000.000

Fuente: Gerencia Cefrupal S.A

Tabla 4-4. Egresos año 2018 Cefrupal S.A.

Con la información entregada por la gerencia de la planta Cefrupal S.A, es posible realizar un flujo de cajas, para calcular la rentabilidad del proyecto "Cambio de cadenas de arrastre Calibrador Polyfrut", en la empresa Cefrupal S.A, para saber si es viable de acuerdo al estado financiero de la empresa.

#### 4.6 FLUJO DE CAJA

A continuación, tenemos la información entregada por el personal a cargo de finanzas del packing Cefrupal S.A, donde se detalla los ingresos y egresos, además de los costos fijos y variables de manera más detallada.

##### **Observación:**

Cabe destacar que durante el año 2018 se realizaron mantenimientos a las líneas de producción en 2 instancias, la primera durante el mes de mayo y la segunda durante los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero.

Estos mantenimientos son programados, ya que en el mes de mayo no hay temporada de fruta, por lo que el personal se dedica a la limpieza del packing y a la fumigación del mismo.

En la segunda instancia debido a que el calibrador polyfrut no procesa palta, el equipo de mantenimiento realiza un mantenimiento de overhaul a la línea polyfrut completa, sin embargo, la línea universal se encuentra en temporada de paltas.

Es por esto que, durante estos meses señalados, el packing tiene un aumento considerable en sus egresos.

- Costos fijos mensuales:

- \$86.500.000 sueldos excepto mes de mayo y de noviembre hasta febrero que se trabaja con un 40% del personal, sin embargo, incrementa en un 9% debido a horas extras del personal de mantención.
- \$ 2.300.000 transporte personal de la planta, excepto mes de mayo y noviembre hasta febrero, que disminuye en un 50%.
- \$38.500.000 energía eléctrica, agua potable, internet y teléfono.

Se estima que estos costos crecieron en un 3% mensual a lo largo del año 2018, de acuerdo al aumento del precio en combustibles y en el aumento del personal de trabajo, excepto mes de mayo y de noviembre hasta febrero ya que se trabaja solo con el 40% del personal de la planta.

- \$7.500.000 Costos de mantención (excepto mes de mayo y de noviembre hasta febrero) estos se ven incrementados en un 2% mensual debido a fallas imprevistas.
- \$34.280.000 Costos de mantención mes de mayo.
- \$75.353.000 Costos de mantención de noviembre a febrero.

- Costos variables:

- \$ 950.000 Capacitación de personal extranjero durante los meses de producción (excepto mayo y de noviembre a febrero) disminuyen en un 12% mensual.
- \$455.000.000 Transporte de la fruta (Exportación y Mercado Nacional) durante los meses de producción de kiwis, limón, clementinas y naranjas, estos costos aumentan un 2,7% mensual.
- \$670.000.000 Transporte fruta temporada de paltas, este costo aumenta un 2% mensual (Noviembre hasta Enero) en el mes de febrero disminuye a la mitad, debido a que solo se procesa en un periodo de 15 a 20 días aproximadamente.
- Otros \$35.000.000 Casino, mantención áreas verdes, compra de químicos y fumigación, estos costos aumentan en un 0,7%. Excepto mes de mayo y de noviembre hasta febrero, disminuyen en un 60%.

Se evaluará el proyecto en distintas condiciones de proveedores:

- Producción propia de la empresa Exportadora Santa Cruz (ver tabla 4-5), cabe señalar que no se involucran los gastos en producción del fruto, mantención del terreno y mano de obra cosecha.
- Producción proveniente de proveedores externos con un poder de negociación de un 70% (ver tabla 4-6).
- Producción proveniente de proveedores externos con un poder de negociación de un 50% (ver tabla 4-7).
- Producción proveniente de proveedores externos con un poder de negociación de un 40% (ver tabla 4-8).
- Producción proveniente de proveedores externos con un poder de negociación de un 35% (ver tabla 4-9).

FLUJO DE CAJA													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		\$ 14.020.000,000	\$ 894.000,000	\$ 6.739.900,000	\$ 6.712.100,000	\$ -	\$ 2.568.860,000	\$ 2.582.100,000	\$ 4.968.480,000	\$ 4.885.100,000	\$ 2.636.000,000	\$ 13.542.000,000	\$ 13.573.000,000
+	Ingresos por ventas	439548,3755	31854,22594	242268,0883	239159,6755	0	91531,37231	32003,12841	177032,533	174061,6098	93923,64606	482516,6976	483621,2625
-	Costos directos	25357	13187	17493	17935	502	18390	18858	19398	19831	20398	24393	24870
=	<b>Utilidad bruta</b>	474190,9014	18667,03723	224794,9874	221224,1786	-502,3276033	73141,11208	73145,47668	157694,5848	154230,1686	73585,20891	458123,6868	458750,7946
-	Costos operación	4507	4507	4803	4850	3044	4897	4947	4997	5049	5103	4507	4507
=	<b>Utilidad operacional</b>	469683,4571	14159,533	219991,9117	216374,6043	-3546,29463	68243,69766	68198,84143	152697,3077	149180,7871	68482,2178	453616,2426	454243,3504
-	Intereses LP												
-	Intereses CP												
-	Depreciaciones												
-	Dif por venta de activos a VL												
-	Pérdidas ejercicio anterior												
=	<b>Utilidad antes de impuesto</b>	469683,4571	14159,533	219991,9117	216374,6043	-3546,29463	68243,69766	68198,84143	152697,3077	149180,7871	68482,2178	453616,2426	454243,3504
-	Impuesto (25%)	-117420,8643	-3539,89825	-54997,97793	-54093,65107	0	-17060,32441	-17049,71036	-38174,32634	-37295,19677	-1720,55445	-113404,0606	-113560,8376
=	<b>Utilidad despues de impuesto</b>	352262,5928	10619,69475	164993,9338	162280,9532	-3546,29463	51182,77324	51149,13107	114522,9808	118885,5903	51361,66335	340212,1819	340682,5128
+	Pérdidas ejercicio anterior												
+	Depreciaciones												
-	Amortización LP												
-	Amortización CP												
-	Inversiones												
+	Venta activos a VL												
=	<b>Total Anual</b>	-763,2187021	10619,69475	164993,9338	162280,9532	-3546,29463	51182,77324	51149,13107	114522,9808	118885,5903	51361,66335	340212,1819	340682,5128
+	Préstamo LP												
+	Préstamo CP												
=	<b>Flujo Neto de Caja</b>	-763,2187021	10619,69475	164993,9338	162280,9532	-3546,29463	51182,77324	51149,13107	114522,9808	118885,5903	51361,66335	340212,1819	340682,5128
	Flujo de caja corregido	330514,2962	9348,877683	136282,2023	125765,7653	-2578,656085	34919,34955	32741,93289	68783,20672	63050,3723	27156,65654	168776,0435	158574,9216
	Flujo de caja acumulado	329751,0775	339099,9552	475382,1575	601147,9228	598569,2667	633488,6162	666230,5491	735013,7559	798064,1281	825220,7847	993996,8282	1152571,75

<b>VAN</b>	1152572
<b>TIR</b>	46058%
<b>IVAN</b>	0,000662188

<b>Valor UF</b>	\$	28.065
15-10-2019		

Fuente: Propia  
 Tabla 4-5 Flujo de caja Producción Propia

FLUJO DE CAJA													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		\$ 9.814.000,000	\$ 625.800,000	\$ 4.759.930,000	\$ 4.698.470,000	\$ -	\$ 1.798.202,000	\$ 1.807.470,000	\$ 3.477.936,000	\$ 3.419.570,000	\$ 1.845.200,000	\$ 9.479.400,000	\$ 9.501.100,000
+	Ingresos por ventas	349683,8828	22237,95816	163601,6618	167411,7729	0	64071,96062	64402,18989	123322,7731	121843,1288	65746,55224	337761,6883	338534,8838
-	Costos directos	25357	13187	17493	17935	502	18330	18858	19338	19831	20338	24393	24870
=	Utilidad bruta	324326,3887	910,768453	152108,5809	149476,2759	-502,3278033	45881,70039	45544,53815	104584,8249	102011,8866	45408,1151	313388,6775	313684,4159
-	Costos operación	4507	4507	4803	4850	3044	4887	4947	4987	5049	5103	4507	4507
=	Utilidad operacional	319818,9445	4603,25222	147305,4852	144626,7016	-3546,29463	40784,28596	40597,30291	99587,54785	98962,30416	40305,12399	308861,2333	309156,9716
-	Intereses LP												
-	Intereses CP												
-	Depreciaciones												
-	Dif por venta de activos a VL												
-	Pérdidas ejercicio anterior												
=	Utilidad antes de Impuesto	319818,9445	4603,25222	147305,4852	144626,7016	-3546,29463	40784,28596	40597,30291	99587,54785	96962,30416	40305,12399	308861,2333	309156,9716
-	Impuesto (25%)	-79954,73612	-1150,831305	-36826,37131	-36156,6754	0	-10196,07149	-10149,47573	-24896,86696	-24240,57604	-10076,281	-77215,30832	-77289,2429
=	Utilidad despues de Impuesto	239864,2084	3452,493915	110479,1139	108470,0262	-3546,29463	30588,21447	30448,42718	74690,68089	72721,72812	30228,84299	231645,925	231667,7287
+	Pérdidas ejercicio anterior												
+	Depreciaciones												
-	Amortización LP												
-	Amortización CP												
-	Inversiones												
+	Venta activos a VL												
=	Total Anual	-763,2187021	239864,2084	3452,493915	110479,1139	-3546,29463	30588,21447	30448,42718	74690,68089	72721,72812	30228,84299	231645,925	231667,7287
+	Préstamo LP												
+	Préstamo CP												
=	Flujo Neto de Caja	-763,2187021	239864,2084	3452,493915	110479,1139	-3546,29463	30588,21447	30448,42718	74690,68089	72721,72812	30228,84299	231645,925	231667,7287
	Flujo de caja corregido	-763,2187021	225055,2617	3039,347558	84062,95125	-2578,656085	20868,75106	19490,65622	44859,67036	40980,5411	15983,01638	114917,351	107925,7242
	Flujo de caja acumulado	-763,2187021	224292,043	318585,2725	402648,2237	400069,5676	420938,3187	440429,1749	485288,8453	526269,3863	542252,4027	657169,7537	765095,4779

VAN	765095	Valor UF	28.065
TIR	31330%	\$	
IWAN	0,000397547		

Fuente: Propia

Tabla 4-6 Flujo de caja con poder de negociación 70%

FLUJO DE CAJA													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		\$ 7.010.000,000	\$ 447.000,000	\$ 3.339.950,000	\$ 3.356.050,000	\$ -	\$ 1.284.430,000	\$ 1.291.050,000	\$ 2.484.240,000	#####	\$ 1.318.000,000	\$ 6.771.000,000	\$ 6.786.500,000
+ Ingresos por ventas		249774,1877	15327,1237	12144,0442	119579,8378	0	45785,68616	46001,56421	88516,2865	87030,80489	48361,82303	241258,3488	241810,6313
- Costos directos		25357	13187	17493	17935	502	18390	18858	19338	19831	20338	24393	24870
= <b>Utilidad bruta</b>		224416,7136	2739,924264	103850,9432	101644,3408	-502,3276033	27375,42593	27143,91247	69178,31833	67199,36386	26623,38588	218865,338	216340,1633
- Costos operación		4507	4507	4803	4850	3044	4897	4947	4997	5049	5103	4507	4507
= <b>Utilidad operacional</b>		219909,2634	-1787,519368	98847,86757	96794,7665	-3546,29463	22478,0115	22197,27722	64181,04125	62149,98221	21520,39477	212357,8938	212432,7191
- Intereses LP													
- Intereses CP													
- Depreciaciones													
- Dif por venta de activos a VL													
- Pérdidas ejercicio anterior													
= <b>Utilidad antes de Impuesto</b>		219909,2634	-1787,519368	98847,86757	96794,7665	-3546,29463	22478,0115	22197,27722	64181,04125	62149,98221	21520,39477	212357,8938	212432,7191
- Impuesto (25%)		-54377,31735	441,8799921	-24711,96689	-24198,89163	0	-5619,502875	-5549,319306	-16045,28031	-15537,49555	-5380,098693	-53089,47344	-53108,17978
= <b>Utilidad despues de Impuesto</b>		164931,952	-1325,639976	74135,90067	72596,07488	-3546,29463	16858,50862	16647,95792	48135,78094	46612,48665	16140,29608	159288,4203	159324,5393
+ Pérdidas ejercicio anterior													
+ Depreciaciones													
- Amortización LP													
- Amortización CP													
- Inversiones		-763,2187021											
+ Venta activos a VL													
= <b>Total Anual</b>		164931,952	-1325,639976	74135,90067	72596,07488	-3546,29463	16858,50862	16647,95792	48135,78094	46612,48665	16140,29608	159288,4203	159324,5393
+ Préstamo LP													
+ Préstamo CP													
= <b>Flujo Neto de Caja</b>		164931,952	-1325,639976	74135,90067	72596,07488	-3546,29463	16858,50862	16647,95792	48135,78094	46612,48665	16140,29608	159288,4203	159324,5393
Flujo de caja corregido		154749,2387	-1167,005858	61235,00168	56261,07521	-2578,656085	11501,6854	10656,8051	28910,84612	26287,32029	8533,92294	79011,55594	74159,59256
Flujo de caja acumulado		153986,02	152819,0141	214054,0158	270315,091	267736,4349	279238,1203	289894,9254	318805,5715	345072,8918	353606,8148	432618,3707	506777,9632

<b>IVAN</b>	506778	<b>Valor UF</b>	28,065
<b>TIR</b>	21509%		
<b>IVAN</b>	0,001506022		

Fuente: Propia

Tabla 4-7 Flujo de caja con poder de negociación 50%

FLUJO DE CAJA													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		\$ 5.608.000,000	\$ 357.600,000	\$ 2.719.960,000	\$ 2.684.840,000	\$ -	\$ 1.027.544,000	\$ 1.032.840,000	\$ 1.987.392,000	\$ 1.954.040,000	\$ 1.054.400,000	\$ 5.416.800,000	\$ 5.429.200,000
+ Ingresos por ventas	193819,3502	12741,63038	96915,23533	96915,23533	95663,87022	0	36612,54893	36801,25137	70813,0132	69624,64391	37569,45842	193006,6791	193448,505
- Costos directos	25357	13187	17493	17493	17935	502	18390	18658	19338	19831	20338	24393	24870
= Utilidad bruta	174461,8761	-445,4983296	79422,13441	79422,13441	77728,37324	-502,3276033	18222,28869	17943,59963	51475,06503	49799,20269	17231,02128	168613,6682	168578,0371
- Costos operación	4507	4507	4803	4803	4850	3044	4837	4947	4997	5049	5103	4507	4507
= Utilidad operacional	169954,4318	-4952,942562	74619,05873	74619,05873	72878,79895	-3546,29463	13324,87427	12996,96438	46477,78795	44743,82123	12128,03017	164106,224	164070,5929
- Intereses LP													
- Intereses CP													
- Depreciaciones													
Dif por venta de activos a VL													
- Pérdidas ejercicio anterior													
= Utilidad antes de Impuesto	169954,4318	-4952,942562	74619,05873	74619,05873	72878,79895	-3546,29463	13324,87427	12996,96438	46477,78795	44743,82123	12128,03017	164106,224	164070,5929
- Impuesto (25%)	-42488,60796	1238,235641	-18654,76468	-18219,69974	0	-3331,218567	-3249,241096	-3249,241096	-11619,44699	-1185,95531	-3032,007542	-41026,556	-41017,64822
= Utilidad despues de Impuesto	127465,8239	-3714,706922	55964,29405	55964,29405	54659,09921	-3546,29463	9993,6557	9747,723287	34858,34096	33557,86592	9096,022626	123079,668	123052,9446
+ Pérdidas ejercicio anterior													
+ Depreciaciones													
- Amortización LP													
- Amortización CP													
- Inversiones	-763,2187021												
+ Venta activos a VL													
= Total Anual	-763,2187021	127465,8239	-3714,706922	55964,29405	54659,09921	-3546,29463	9993,6557	9747,723287	34858,34096	33557,86592	9096,022626	123079,668	123052,9446
+ Préstamo LP													
+ Préstamo CP													
= Flujo Neto de Caja	-763,2187021	127465,8239	-3714,706922	55964,29405	54659,09921	-3546,29463	9993,6557	9747,723287	34858,34096	33557,86592	9096,022626	123079,668	123052,9446
Flujo de caja corregido	-763,2187021	119596,2271	-3270,182567	46225,56155	42360,1372	-2578,656085	6818,152565	6239,779543	20936,134	18910,70989	4809,376219	61058,65841	57276,52674
Flujo de caja acumulado	-763,2187021	118833,0084	115562,8259	161788,3874	204149,5246	201569,8685	208388,0211	214627,8006	235563,9346	254474,8445	259284,0208	320342,6792	377619,2059

VAN	377619	Valor UF	\$	28,065
TIR	16536%			
IVAN	0,002021133			

Fuente: Propia

Tabla 4-8 Flujo de caja con poder de negociación 40%

FLUJO DE CAJA													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		\$ 4.907.000,000	\$ 312.900,000	\$ 2.379.965,000	\$ 2.349.235,000	\$ -	\$ 899.101,000	\$ 903.735,000	\$ 1.738.968,000	\$ 1.709.785,000	\$ 922.600,000	\$ 4.739.700,000	\$ 4.750.550,000
+	Ingresos por ventas	174841,9314	1148,97908	84800,83092	83705,88644	0	32035,98031	32201,09494	61961,38655	60921,56342	32873,27612	168880,8442	169267,4419
-	Costos directos	25357	13187	17493	17935	502	18390	18858	19338	19831	20338	24393	24870
=	<b>Utilidad bruta</b>	149484,4573	-2038,209827	67307,2599	65770,38947	-502,3278053	13645,72008	13343,44321	42623,43838	41090,1222	12534,83897	144487,8333	144336,974
-	Costos operación	4507	4507	4803	4850	3044	4897	4947	4997	5049	5103	4507	4507
=	<b>Utilidad operacional</b>	144977,0131	-6545,653859	62504,65432	60920,81517	-3546,29463	8748,305651	8396,807962	37626,1613	36040,74074	7431,847864	139980,3891	139889,5297
-	Intereses LP												
-	Intereses CP												
-	Depreciaciones												
-	Dif por venta de activos a VL												
-	Pérdidas ejercicio anterior												
=	<b>Utilidad antes de Impuesto</b>	144977,0131	-6545,653859	62504,65432	60920,81517	-3546,29463	8748,305651	8396,807962	37626,1613	36040,74074	7431,847864	139980,3891	139889,5297
-	Impuesto (25%)	-36244,25326	1636,413485	-15626,16358	-15230,20379	0	-2187,076413	-2099,20199	-9406,540325	-9010,185185	-1857,961966	-34995,03728	-34972,38243
=	<b>Utilidad despues de Impuesto</b>	108732,7598	-4909,240395	46878,49074	45690,61138	-3546,29463	6561,229238	6297,605971	28219,62098	27030,55555	5573,886898	104985,2918	104917,1473
+	Pérdidas ejercicio anterior												
+	Depreciaciones												
-	Amortización LP												
-	Amortización CP												
-	Inversiones	-763,2187021											
+	Venta activos a VL												
=	<b>Total Anual</b>	108732,7598	-4909,240395	46878,49074	45690,61138	-3546,29463	6561,229238	6297,605971	28219,62098	27030,55555	5573,886898	104985,2918	104917,1473
+	Préstamo LP												
+	Préstamo CP												
=	<b>Flujo Neto de Caja</b>	108732,7598	-4909,240395	46878,49074	45690,61138	-3546,29463	6561,229238	6297,605971	28219,62098	27030,55555	5573,886898	104985,2918	104917,1473
	Flujo de caja corregido	102019,7214	-4321,770921	38720,84149	35409,66819	-2578,656085	4476,38615	4031,266764	16348,87794	15232,40469	2947,102859	52082,20965	48834,99384
	Flujo de caja acumulado	10256,5027	96934,73177	135655,5733	171065,2414	168486,5854	172962,9715	176994,2383	193943,1162	209175,5209	212122,6238	264204,8334	313039,8273

<b>VAN</b>	313040
<b>TIR</b>	14142%
<b>IWAN</b>	0,002438088

<b>Valor UF</b>	\$	28.065
15-10-2019		

Fuente: Propia

Tabla 4-9 Flujo de caja con poder de negociación 35%

#### **4.7 ANÁLISIS FINAL DE EVALUACIÓN**

De acuerdo a los flujos de caja vistos anteriormente, los indicadores TIR, VAN y IVAN son favorables, por lo que es factible realizar el cambio de cadenas cada vez que sea necesario, sin embargo, se debe evaluar de forma más detallada la inversión de una nueva maquinaria, que cuente con mayor eficiencia y capacidad productiva ya que de acuerdo a pronósticos por parte de la gerencia de la planta Cefrupal S.A se incrementa la producción para el año 2020.

Otro factor a tener en consideración son las negociaciones que realiza el packing, ya que actualmente la materia prima esta aumenta su valor en el mercado, debido a la escasez de agua en el Valle Aconcagua.

#### **4.8 RECOMENDACIONES**

Se recomienda evaluar la posibilidad de incorporar un software más actualizado en la CPU del calibrador Polyfrut, además de la instalación de encoders con el fin de dejar cada línea de forma independiente.

Además, se recomienda realizar planes de mantenimiento y rutas de inspección para verificar de manera continua el desalineamiento de las vías.

#### 4.9 CONCLUSIONES

De acuerdo a información recaudada y estudios realizados, el calibrador polyfrut, es uno de los equipos más críticos dentro de la planta Cefrupal S.A, siendo uno de los equipos con costos de mantención más elevados, para disminuir estos, se recomienda realizar planes de mantenimiento al sistema motriz con un monitoreo continuo del desalineamiento de las cadenas, a pesar que la inversión del repuesto de cadenas se recupera en un corto plazo, la pérdida de tiempo en volver a mantener el equipo activo, tiene una repercusión enorme en la producción.

El flujo de caja es positivo en todas las instancias en que se evaluó el proyecto, el VAN y TIR son favorables para la inversión del proyecto cambio de cadenas de arrastre, dicha inversión es recuperada al primer mes, sin embargo, se debe evaluar más a fondo los costos de producción propia, ya que no se incluyeron los gastos que conlleva producir el fruto y los costos de cosecha.

En primera instancia no se explicaba bien por qué se producía el desalineamiento, se buscaron causas que no dieron con el resultado correcto, sin embargo, fue posible saber por qué se produce la falla del desalineamiento en el equipo Calibrador Polyfrut mediante una herramienta potente como es el software Nastran in Cad, el cual arroja análisis muy cercanos a resultados obtenidos en condiciones de operación real.

Con el nuevo repuesto de cadenas, se busca obtener mayor durabilidad, ya que estas son fabricadas con mejores estándares de calidad, sin embargo, el problema de desalineamiento es inevitable, debido a que todos los materiales de fabricación tienden a desforzarse con el transcurso del tiempo.

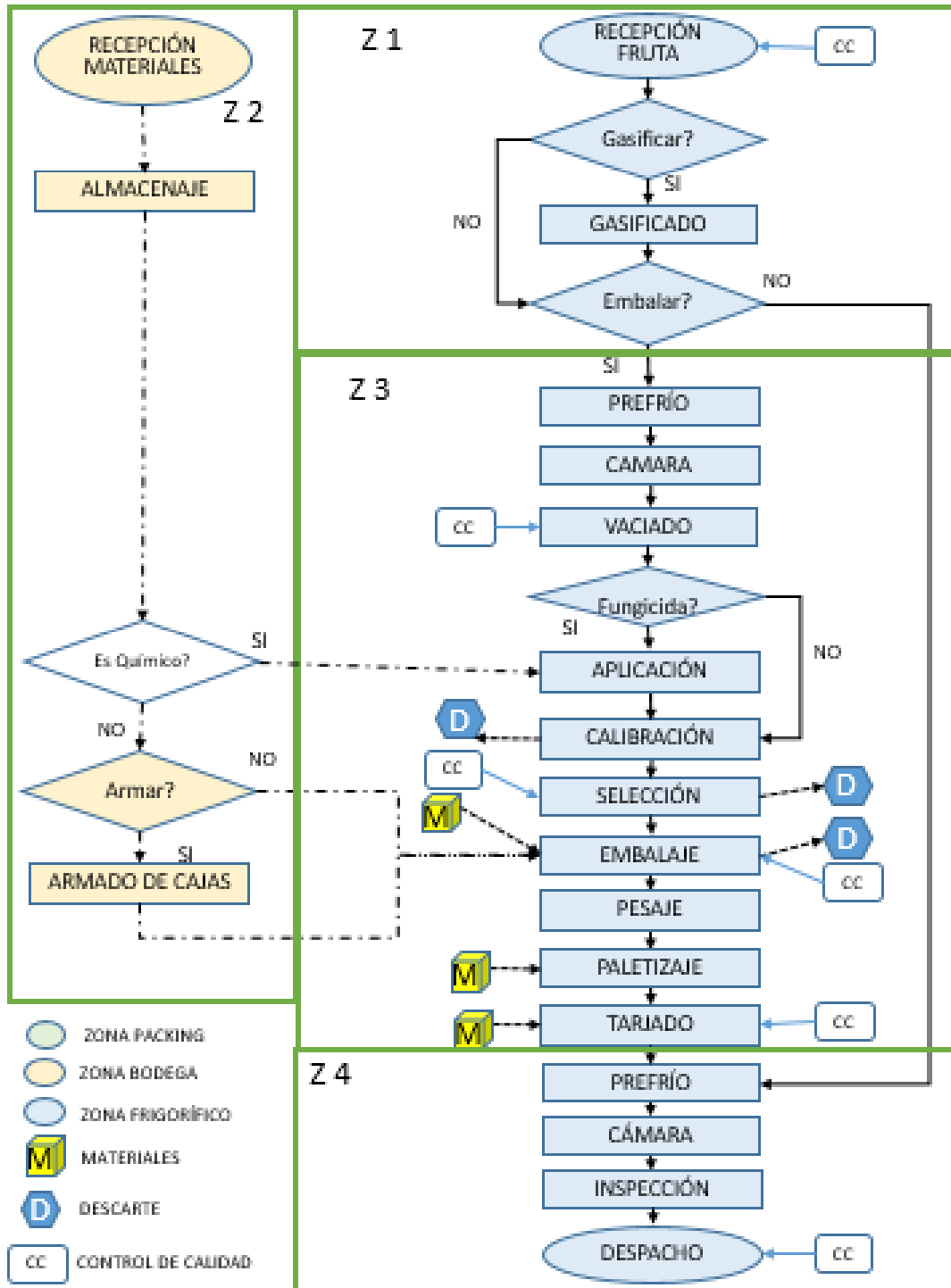
De acuerdo a estos resultados se debe evaluar si en un futuro es posible seguir utilizando el equipo o si es más factible la adquisición de un equipo con encoders independientes.

Se recomienda realizar el cambio de cadenas entre las 9.500 y 9.700 horas de trabajo, ya que, pasadas estas horas, la pérdida por reproceso es mayor, que la adquisición de unas nuevas cadenas de arrastre.

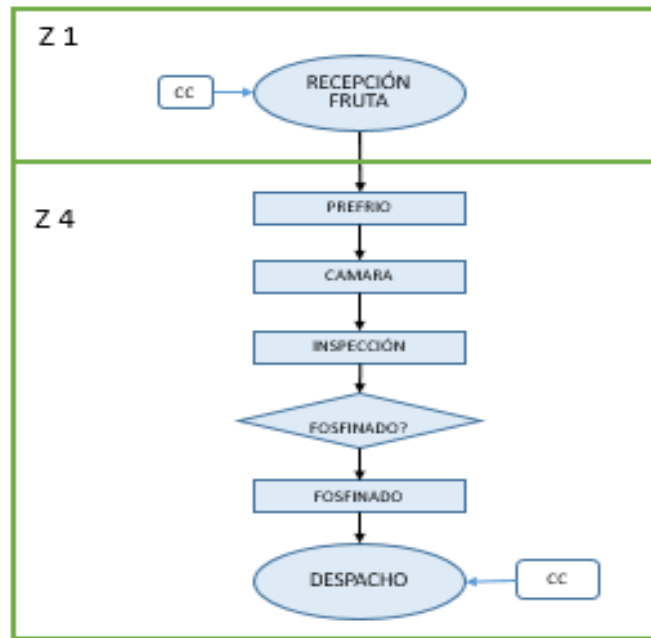
**ANEXOS**

Diagramas de flujos

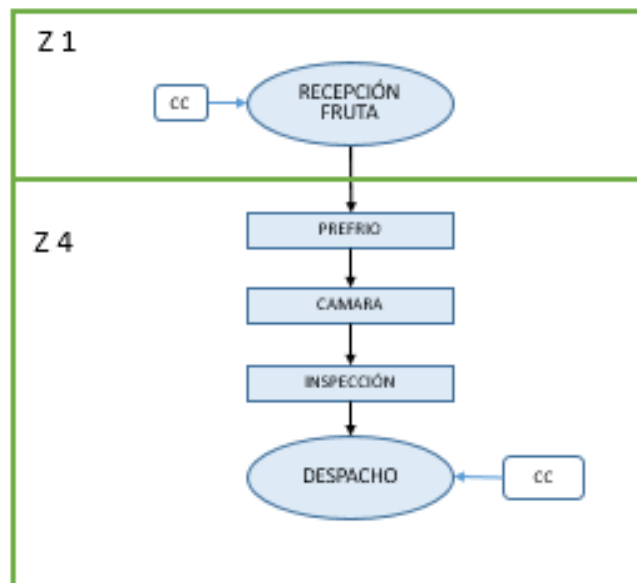
**ARÁNDANOS (CONVENCIONALES)**



## DIAGRAMA DE FLUJO UVAS



## DIAGRAMA DE FLUJO GRANADAS



PALTAS

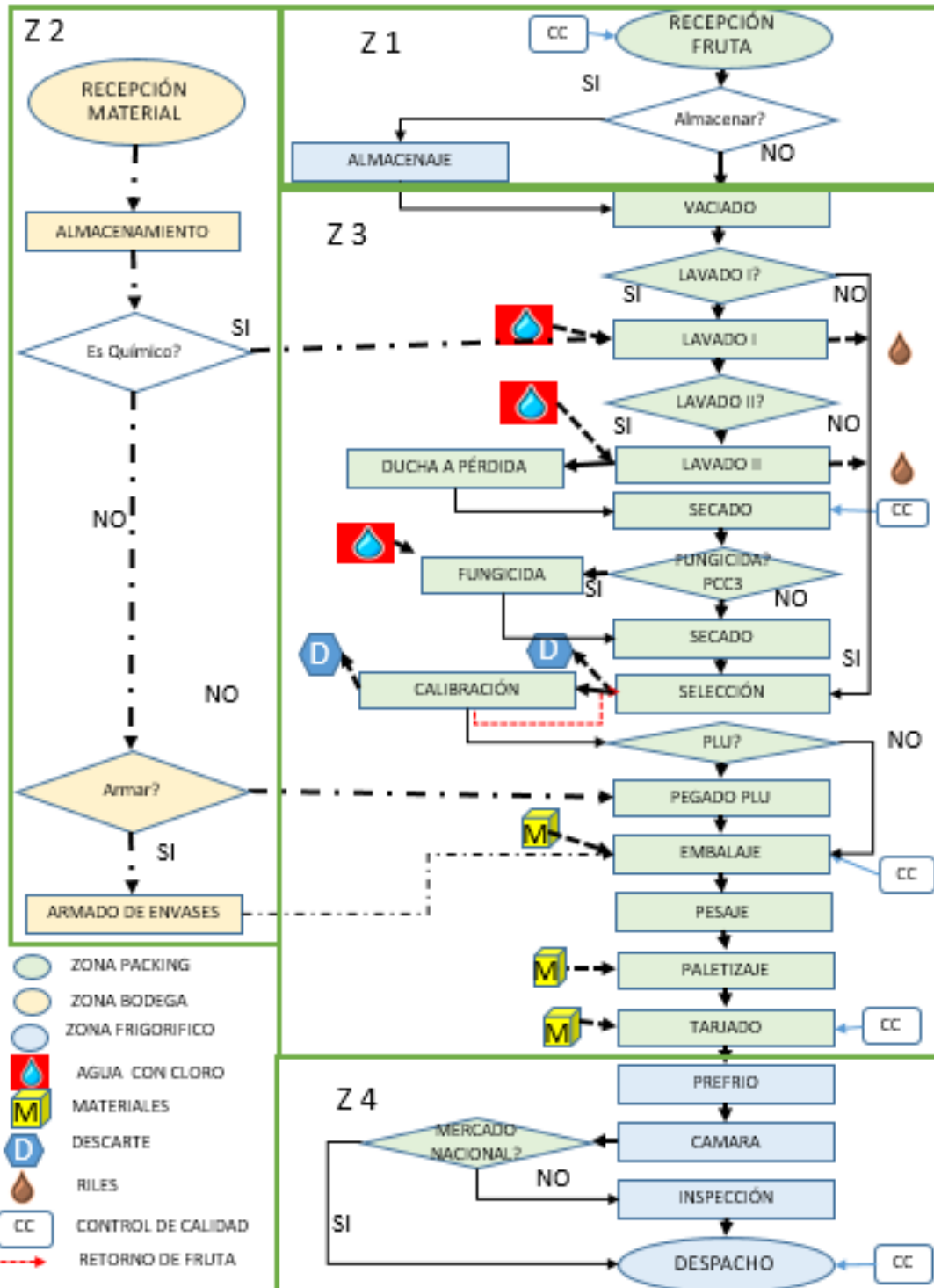
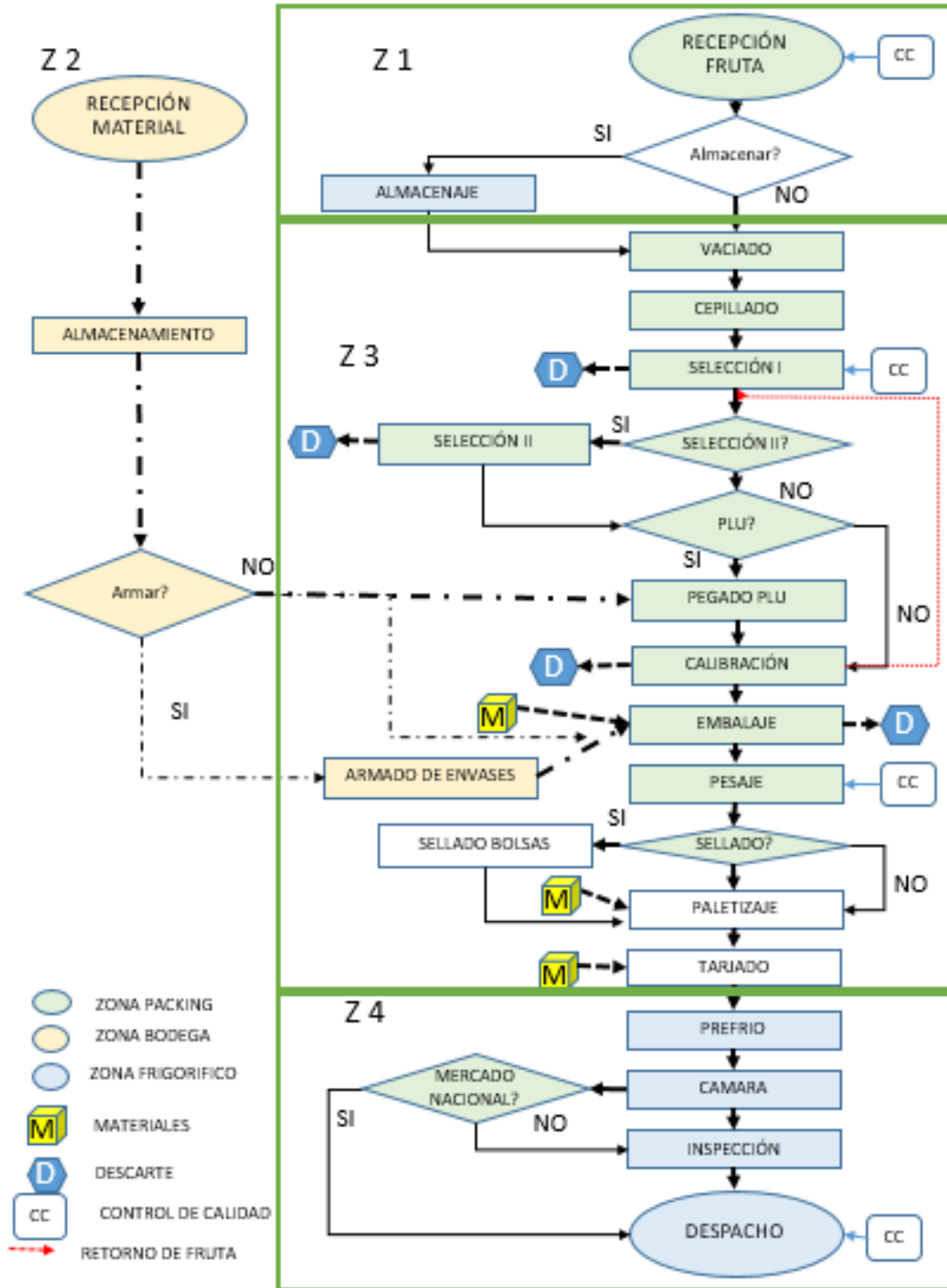
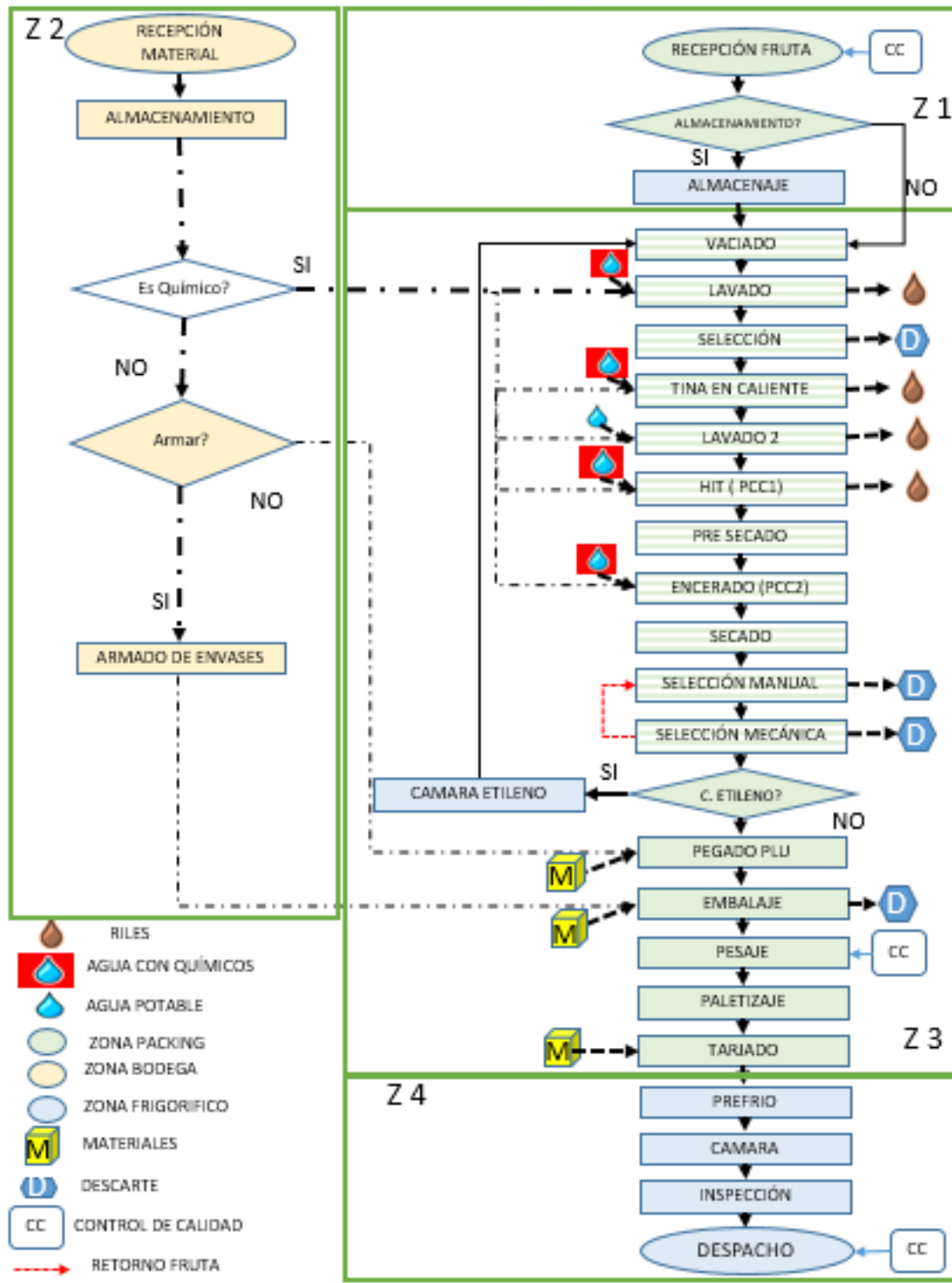


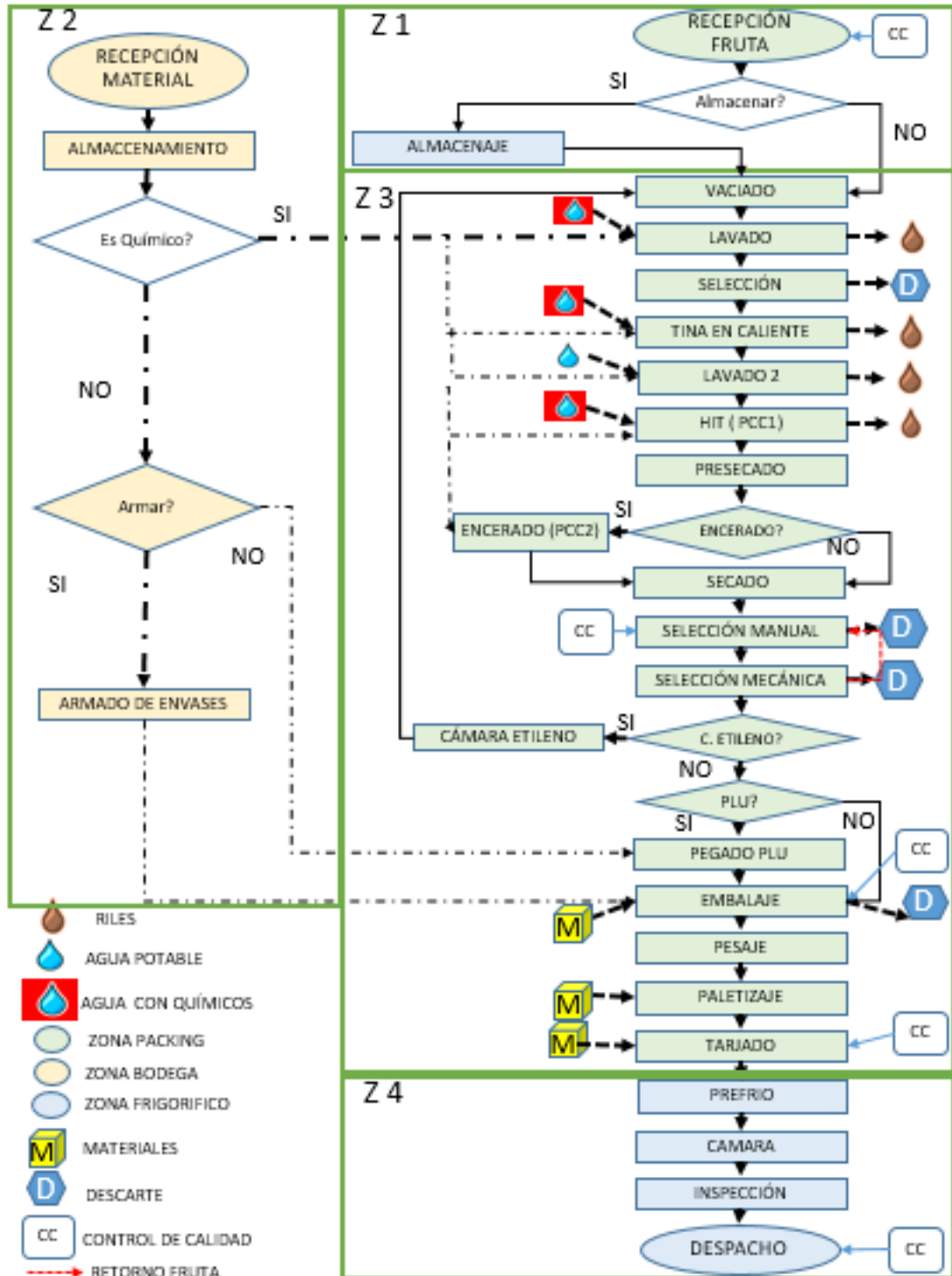
DIAGRAMA DE FLUJO KIWIS



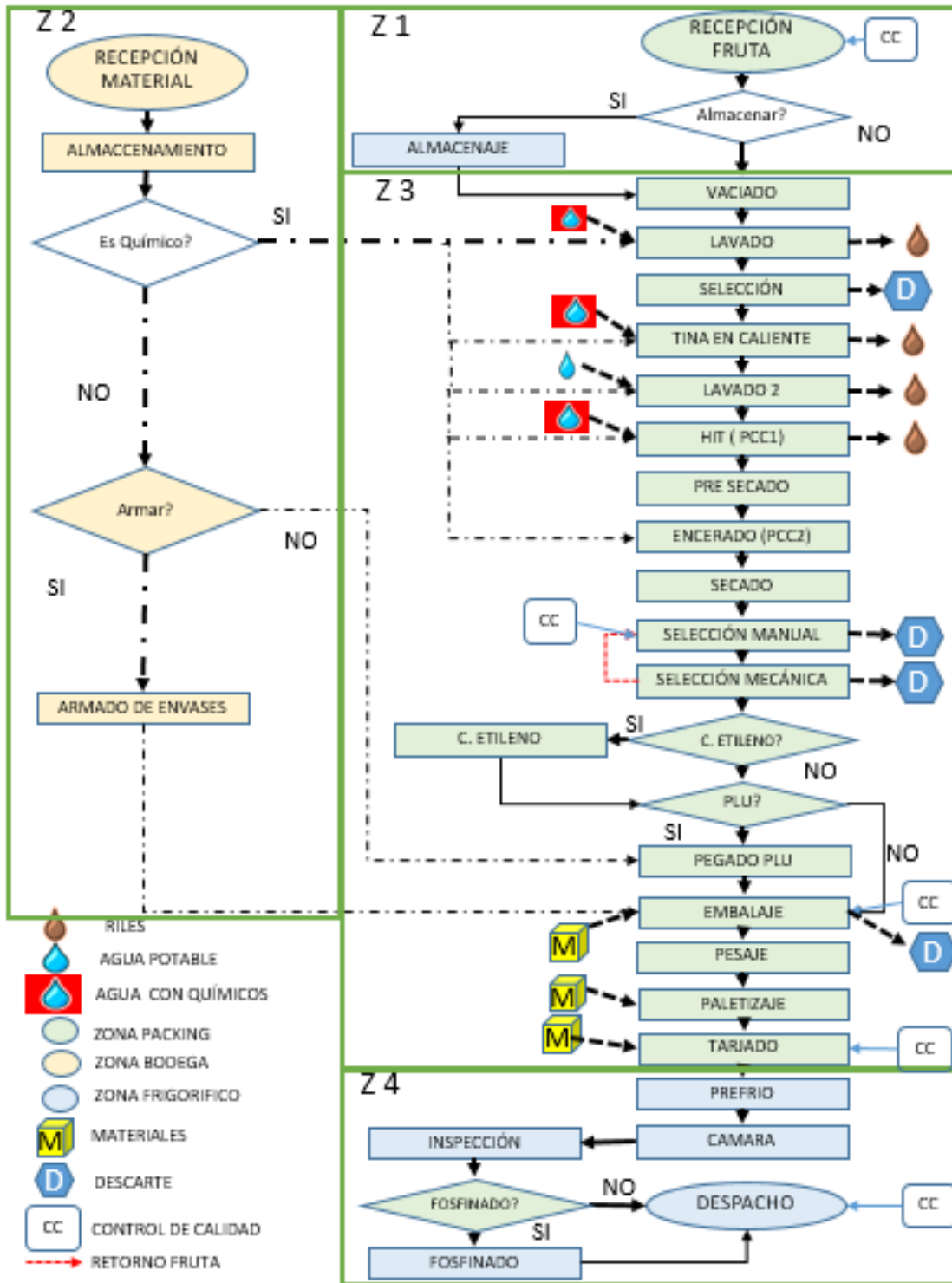
LIMONES



### CLEMENTINAS



### NARANJAS





## RODACENTER LTDA.

R.U.T. N° 78.421.810-4  
 CASA MATRIZ :  
 Av. Americo Vespucio 1391 - Local 11 - Quilicura - Santiago - Chile  
 Fono : (+56) 22627 2727 - Fax : (+56) 22627 0302  
 E-Mail : rodacenter@rodacenter.cl

SUCURSALES :  
 Avenida Independencia 1990 - Valparaiso - Chile  
 Fono/Fax : (+56) 32 259 5804 - 32 259 8296 - 32 223 7996

### Cotización N° 000098399

Fecha Emisión : 02-10-2019

R.U.T. N°	96662780-8
Nombre	CENTRAL FRUTICOLA LA PALMA S.A.
Dirección	CAMINO LA PALMA S/N
Comuna	QUILLOTA
Ciudad	VALPARAISO
Fono	33-315523
Fax	33-313941
E-Mail	intercambio@dte.nubox.com
Contacto	
Condición de Pago	CREDITO 30 DÍAS
Validez	1 Día

Descripción	Cant.	Unid.	Precio Neto	Sub-Total	Entrega	Marca
C2050 PRE.NIQUELADA	1,200	UN	15,000	18,000,000	175 Días	SKF

Total Neto	18,000,000
I.V.A.	3,420,000
<b>TOTAL</b>	<b>21,420,000</b>

		ene. 30, 2019 Cotización #POS1572 (Pendiente) Ubicación de Inventario - Términos de Pago Ninguno	
Empresa	CLA SIENZ S.A.	Cliente	Planta Cefrupal S.A.
Dirección	Manzana E Predio 2A Zona Franca	Dirección de la Cuenta	Camino La Palma S/N, Quilota, Chile RUT 96.662.780-8
Ciudad	Colonia (Colonia del Sacramnto)	Teléfono	+56 2 2869 1200
Código Postal	70000	Teléfono 2	+56 2 2869 1227
País	URUGUAY		
Teléfono	+598 4522 9802		

#	SKU	Descripción del Producto	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Descuento	Impuesto	Total de Renglones (USD)	Comentarios
1	TNC-C2050NP-G-TSU	CADENA PASO 2050G	1.219,2	21,79	0,00	0,00	26.566,37	

Cantidad (Total)	1.219,2
SubTotal	26.566,368
Descuento	0,00
Impuesto	0,00
<b>Total (USD)</b>	<b>26.566,37</b>

**BIBLIOGRAFIA**

PORTAL FRUTICOLA. Precios en EE.UU (USDA). [en línea]

<<https://www.portalfruticola.com/precios-frutas/precios-usda>> [Consulta: 14 Octubre 2019].

USDA National Nutrient Database. KIWI. [en línea]. Revista Electrónica y Ficha

Técnica, 2018.<<http://www.mercadocentral.gob.ar/sites/default/files/docs/FichaTecnica-Kiwi.pdf>>. [Consulta: 09 Octubre 2019]

EXPORTADORA SANTA CRUZ. Cefrupal S.A. [en línea]

<<http://www.santacruzsa.cl/es/company/cefrupal-quillota/>> [Consulta: 12 Abril 2019].

SISTEMAS OEE. Definición del OEE [en línea]

<<https://www.sistemasoe.com/definicion-oe>> [Consulta: 04 Mayo 2019].

SKF. Catálogo SKF transmission chains. Suecia, 100 (25), 2018.

FOMESA. Calibrador Electrónico Polyfrut Manual de Instrucciones Rev.1. España, 32, 2010.