



**UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA DE TESIS:**

**“ESTUDIO TÉCNICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN  
NUEVO SISTEMA PRODUCTIVO, PARA EL INCREMENTO DE  
LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA FAMOVISAL S.A  
UBICADA EN EL CANTÓN SALINAS, PROVINCIA DE SANTA  
ELENA ”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR:  
JORGE ARTURO POVEA SORIANO**

**TUTOR DE TESIS:  
ING. FRANKLIN REYES SORIANO MSc.**

**AÑO  
2017**

## **DEDICATORIA**

A:

Dios primeramente por darme la vida, la salud, la sabiduría y siempre estar conmigo en cada paso que di para alcanzar esta meta.

A:

Mis padres Jorge Povea y Patzy Soriano por haberme educado y formado, enseñándome los valores y la constancia que hay que tener para poder salir adelante, y sobre todo por su gran amor.

A:

Mi amada esposa Zayra Mero por brindarme su apoyo y confianza, a mis hijos que son el motor de mi vida, a mis hermanos y demás familiares que estuvieron conmigo dándome palabras de superación, a todos ellos les agradezco con el corazón.

Jorge Arturo Povea Soriano

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestro supremo creador, por brindarme salud y fortaleza para alcanzar esta meta, a mis hermanos y familiares que confían y apoyan mis decisiones.

Al Ing. Franklin Reyes Soriano, tutor de mi tesis, por su orientación para lograr presentar un trabajo de investigación con sustento y criterio técnico.

A mis compañeros de estudio y amigos en general que de una u otra manera contribuyeron a través de consejos y mensajes alentadores, culminar mis estudios superiores y alcanzar mi título profesional como un objetivo primordial.

Jorge Arturo Povea Soriano

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación “ESTUDIO TÉCNICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO SISTEMA PRODUCTIVO, PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA FAMOVISAL S.A UBICADA EN EL CANTÓN SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA”, elaborado por el egresado Jorge Arturo Povea Soriano de la Facultad de Ingeniería Industrial, Carrera de Ingeniería Industrial, de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado el proyecto, doy paso para que sea evaluado y aprobado por el Tribunal de Grado, para su posterior titulación.

Atentamente

---

Ing. Franklin Reyes Soriano MSc.

**TUTOR.**

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

Ing. Alamir Álvarez Loor MSc.

**DECANO (E) DE LA FACULTAD**

**INGENIERÍA INDUSTRIAL**

---

Ing. Marco Bermeo García

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

**INGENIERÍA INDUSTRIAL**

---

Ing. Franklin Reyes Soriano MSc.

**TUTOR DE TESIS DE GRADO**

---

Ing. Víctor matías Pillasagua MSc.

**PROFESOR DEL ÁREA**

---

Ab. Brenda Reyes Tomala Mgt.

**SECRETARIA GENERAL**

## **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y PATRIMONIO INTELLECTUAL**

El contenido del presente trabajo de graduación “ESTUDIO TÉCNICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO SISTEMA PRODUCTIVO, PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA FAMOVISAL S.A UBICADA EN EL CANTÓN SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA” es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Jorge Arturo Povea Soriano

**UNIVERSIDAD ESTATAL**  
**PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:** ESTUDIO TÉCNICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO SISTEMA PRODUCTIVO, PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA FAMOVISAL S.A UBICADA EN EL CANTÓN SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA.

**Autor:** Jorge Povea Soriano

**Tutor** Ing. Franklin Reyes Soriano MSc

**RESUMEN**

El presente trabajo se realiza con el propósito de mejorar el proceso de producción de la compañía FAMOVISAL S.A. Salinas, dedicada a la obtención de sal de mesa e industrial, su ubicación está en el Cantón Salinas de la Provincia de Santa Elena donde se encuentran sus instalaciones como: Los reservorios de agua salada bombeada del mar, los evaporadores y cristalizadores, los edificios donde funcionan las oficinas, bodegas, los sistemas de bombeos, maquinarias, equipos y el recurso humano. Ha sido necesario identificar los problemas que presenta la producción en el normal desenvolvimiento de sus actividades industriales permitiéndonos establecer un criterio de investigación para dar soluciones técnicas, previo a un análisis y evaluación de la situación actual con la que está operando. Mediante las informaciones levantadas primarias y secundarias, registros, datos estadísticos, archivos, procesos productivos y la aplicación de las técnicas de Ingeniería Industrial, se ha determinado la disminución en la producción total anual de los últimos años debido al aumento al desgaste y bajo rendimiento de las maquinarias y equipos de la planta; el presente estudio propone la implementación de: Un Nuevo Sistema de Producción con el equipamiento de nuevas maquinarias con un costo total de inversión de \$ 424.901,53 USD.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	I
AGRADECIMIENTO .....	II
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	III
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN.....	IV
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y PATRIMONIO INTELECTUAL .....	V
RESUMEN .....	VI
ÍNDICE GENERAL .....	VII
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	X
ÍNDICE DE TABLAS .....	XI
ÍNDICE DE IMÁGENES .....	XIII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XV
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I : GENERALIDADES.....	2
1.1 ANTECEDENTES.....	2
1.2. EL PROBLEMA. ....	3
1.3. OBJETIVOS. ....	5
1.3.1 OBJETIVO GENERAL. ....	5
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	5
1.4 JUSTIFICACIÓN. ....	5
1.5 METODOLOGÍA .....	6
CAPÍTULO II : ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA. ....	8
2.1. INFORMACIÓN GENERAL. ....	8
2.2. UBICACIÓN. ....	9
2.3 PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO.....	10
2.4. IDENTIFICACIÓN SEGÚN CÓDIGO INTERNACIONAL INDUSTRIAL UNIFORME (CIIU).....	12
2.5. FILOSOFÍA ESTRATÉGICA DE LA EMPRESA.....	12
2.5.1. MISIÓN .....	12
2.5.2. VISIÓN.....	13
2.5.3. POLÍTICA DE CALIDAD .....	13
2.5.4. OBJETIVOS DE LA EMPRESA.....	13



2.5.4.1. OBJETIVO GENERAL .....	13
2.5.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
2.6. PRODUCTOS QUE OFERTA LA EMPRESA .....	14
2.7. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL .....	16
2.8. RECURSO HUMANO. ....	18
CAPÍTULO III : ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN EMPLEADO EN LA EMPRESA .....	
3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN .....	20
3.1.1 PRODUCTOS OBTENIDOS DEPENDIENDO DE SU GRANULOMETRÍA .....	30
3.2. ELEMENTOS QUE INTERVIENE EN LA PRODUCCIÓN .....	31
3.2.1. INSTALACIONES DE LA EMPRESA.....	31
3.2.2.1 CONDICIONES ACTUALES DE LOS EQUIPOS .....	33
3.2.3. MANO DE OBRA .....	39
3.2.4. MATERIA PRIMA.....	41
3.2.5 SERVICIOS BÁSICOS .....	41
3.3 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN.....	43
3.4. DIAGRAMAS DE FLUJO DE PROCESOS ACTUAL .....	45
3.5. DIAGRAMA DE OPERACIONES ACTUAL .....	48
3.6. ANÁLISIS DE LAS PROBLEMÁTICAS EN LA LÍNEA DE PROCESOS.....	49
3.6.1 DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO .....	50
3.6.2 DIAGRAMA DE PARETO .....	51
3.7 ANÁLISIS DE LOS INCREMENTOS DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO .....	53
3.8 APLICACIÓN DE ENCUESTAS A EMPLEADOS DE FAMOVISAL S.A .....	56
3.8.1 OBJETIVO .....	57
3.9 DIAGNÓSTICO DE LA PROBLEMÁTICA. ....	67
CAPÍTULO IV : IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO SISTEMA PRODUCTIVO.....	
4.1 PLANTEAMIENTO DEL NUEVO SISTEMA PRODUCTIVO.....	69
4.1.1 SISTEMA PRODUCTIVO QUE SE DESEA IMPLEMENTAR .....	72
4.1.2 DIAGRAMAS DE PROCESOS .....	72
4.2 MAQUINARIAS Y EQUIPOS.....	73
4.2.1 CALDERA DE FLUIDO TÉRMICO .....	73
4.2.2 CENTRIFUGA .....	75

4.2.3 MOLINO HÚMEDO .....	77
4.2.4 HIDROSEPARADOR .....	78
4.2.6 TRANSPORTADORES DE BANDAS .....	82
4.2.7 VIBRADORES O TAMICES .....	84
4.2.8 CICLÓN.....	86
4.2.9 CANGILÓN.....	88
4.2.10 PANEL DE CONTROL.....	89
4.3 ANÁLISIS DE LAS MEJORAS PARA LA PRODUCCIÓN.....	91
4.4 DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA PROPUESTO .....	97
4.5 CAPACITACIÓN DEL PERSONAL .....	98
4.6 PROGRAMA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO.....	98
CAPÍTULO V.....	101
ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DE LA PROPUESTA.....	101
5.1 COSTOS E INVERSIONES DE LA PROPUESTA .....	101
5.1.1 COSTO DE OPERACIÓN.....	102
5.1.2 INVERSIÓN TOTAL .....	102
5.2 FINANCIAMIENTO .....	103
5.2.1 AMORTIZACIÓN DE LA INVERSIÓN DEL PRÉSTAMO BANCARIO .....	103
5.3 EVALUACIÓN FINANCIERA.....	105
5.3.1 VALOR ACTUAL NETO (VAN) .....	105
5.3.2 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) .....	108
5.3.3 PERÍODO DE RECUPERACIÓN.....	109
5.4 ANÁLISIS BENEFICIO / COSTO.....	110
CONCLUSIONES .....	112
RECOMENDACIONES .....	113
BIBLIOGRAFÍA .....	114
ANEXOS... ..	116

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Págs.
<b>Gráfico N° 1.</b> Participación en el Mercado	11
<b>Gráfico N° 2.</b> Organigrama Estructural	17
<b>Gráfico N° 3.</b> Esquema de procesos	20
<b>Gráfico N° 4.</b> Composición de la Sal	41
<b>Gráfico N° 5.</b> Consumo de Agua Potable	42
<b>Gráfico N° 6.</b> Consumo de Energía Eléctrica	42
<b>Gráfico N° 7.</b> Producción Anual de Sal	44
<b>Gráfico N° 8.</b> Diagrama de Flujo de Procesos – Salmuera	45
<b>Gráfico N° 9.</b> Diagrama de Flujo de Procesos – Cosecha de Sal	46
<b>Gráfico N° 10.</b> Diagrama de Flujo de Procesos – Elaboración de Sal de Mesa	47
<b>Gráfico N° 11.</b> Diagrama de Causa y Efecto – Problema General	50
<b>Gráfico N° 12.</b> Diagrama de Pareto en base a los problemas encontrados en la empresa	52
<b>Gráfico N° 13.</b> Análisis económico de los costos mantenimiento en los equipos	56
<b>Gráfico N° 14.</b> Porcentaje de respuesta de la Pregunta No.1	58
<b>Gráfico N° 15.</b> Porcentaje de respuesta de la Pregunta No. 2	59
<b>Gráfico N° 16.</b> Porcentaje de respuesta de la Pregunta No. 3	60
<b>Gráfico N° 17.</b> Porcentaje de respuesta de la Pregunta No. 4	61
<b>Gráfico N° 18.</b> Porcentaje de respuesta de la Pregunta No. 5	62
<b>Gráfico N° 19.</b> Porcentaje de respuesta de la Pregunta No. 6	63
<b>Gráfico N° 20.</b> Porcentaje de respuesta de la Pregunta No. 7	64
<b>Gráfico N° 21.</b> Porcentaje de respuesta de la Pregunta No. 8	65
<b>Gráfico N° 22.</b> Porcentaje de respuesta de la encuesta	67
<b>Gráfico N° 23.</b> Funcionamiento de la Centrifuga Pusher	76

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Págs.</b>
<b>Tabla N° 1.</b> Información General de FAMOVISAL S.A.	8
<b>Tabla N° 2.</b> Participación en el Mercado	11
<b>Tabla N° 3.</b> Información Nutricional por 1 gr	14
<b>Tabla N° 4.</b> Total de Nómina del Personal por Departamentos	18
<b>Tabla N° 5.</b> Asignación de Tareas del Personal	19
<b>Tabla N° 6.</b> Presentaciones de la Sal de mesa	30
<b>Tabla N° 7.</b> Especificaciones técnicas para la producción de sal refinada	31
<b>Tabla N° 8.</b> Descripción de las Áreas	31
<b>Tabla N° 9.</b> Descripción de Maquinarias y Equipos	32
<b>Tabla N° 10.</b> Nómina de Producción	40
<b>Tabla N° 11.</b> Producción Anual de Sal	44
<b>Tabla N° 12.</b> Diagrama de Operaciones Actual	48
<b>Tabla N° 13.</b> Frecuencias encontradas de acuerdo al tipo de problema	52
<b>Tabla N° 14.</b> Datos económicos de los costos mantenimientos en los equipos	55
<b>Tabla N° 15.</b> Resultados de la Pregunta No. 1	58
<b>Tabla N° 16.</b> Resultados de la Pregunta No. 2	59
<b>Tabla N° 17.</b> Resultados de la Pregunta No. 3	60
<b>Tabla N° 18.</b> Resultados de la Pregunta No. 4	61
<b>Tabla N° 19.</b> Resultados de la Pregunta No. 5	62
<b>Tabla N° 20.</b> Resultados de la Pregunta No. 6	63
<b>Tabla N° 21.</b> Resultados de la Pregunta No. 7	64
<b>Tabla N° 22.</b> Resultados de la Pregunta No. 8	65
<b>Tabla N° 23.</b> Resultados generales de la encuesta	66
<b>Tabla N° 24.</b> Principales problemas y alternativas de solución	69
<b>Tabla N° 25.</b> Plan de Inversión y Financiamiento	101
<b>Tabla N° 26.</b> Costo de Operación	102
<b>Tabla N° 27.</b> Inversión Total	102
<b>Tabla N° 28.</b> Financiamiento	103
<b>Tabla N° 29.</b> Amortización	104
	XI

<b>Tabla N° 30.:</b> Intereses Anuales del Crédito	105
<b>Tabla N° 31.</b> Flujo de Ingresos	106
<b>Tabla N° 32.</b> Flujo de Egresos	106
<b>Tabla N° 33.</b> Flujo Efectivo Neto	107
<b>Tabla N° 34.</b> VAN	108
<b>Tabla N° 35.</b> TIR	109
<b>Tabla N° 36.</b> Recuperación de la Inversión	109
<b>Tabla N° 37.</b> Período de Recuperación	110

## ÍNDICE DE IMÁGENES

	<b>Págs.</b>
<b>Imagen N° 1.</b> Planta Procesadora	9
<b>Imagen N° 2.</b> Localización de los Pozos de Cristalización	9
<b>Imagen N° 3.</b> Localización de la Planta	10
<b>Imagen N° 4.</b> Productos de Venta para el Consumo Humano	15
<b>Imagen N° 5.</b> Sal Industrial	16
<b>Imagen N° 6.</b> Proceso de Evaporación	21
<b>Imagen N° 7.</b> Evaporación de la Salmueras	22
<b>Imagen N° 8.</b> Extracción de la materia prima	23
<b>Imagen N° 9.</b> Almacenamiento de la materia prima	24
<b>Imagen N° 10.</b> Recibimiento de la materia prima	25
<b>Imagen N° 11.</b> Enfriamiento de la sal	26
<b>Imagen N° 12.</b> Sal seca	27
<b>Imagen N° 13.</b> Molino de Sal	28
<b>Imagen N° 14.</b> Tamizado de la Sal	29
<b>Imagen N° 15.</b> Empaquetado y Envasado	30
<b>Imagen N° 16.</b> Quemador	33
<b>Imagen N° 17.</b> Secador Rotatorio	34
<b>Imagen N° 18.</b> Enfriador	34
<b>Imagen N° 19.</b> Banda transportadora	35
<b>Imagen N° 20.</b> Tornillo sin fin	35
<b>Imagen N° 21.</b> Ciclón	36
<b>Imagen N° 22.</b> Motor de molino	36
<b>Imagen N° 23.</b> Criba vibratoria	37
<b>Imagen N° 24.</b> Cangilón	37
<b>Imagen N° 25.</b> Envasadora	38
<b>Imagen N° 26.</b> Equipo Yodizador	38
<b>Imagen N° 27.</b> Motorreductores	39
<b>Imagen N° 28.</b> Caldera de Fluido Térmico	75
<b>Imagen N° 29.</b> Bombas centrifugas	75

<b>Imagen N° 30.</b> Molino Húmedo	78
<b>Imagen N° 31.</b> Hidroseparator	80
<b>Imagen N° 32.</b> Secador de Lecho fluidizado	82
<b>Imagen N° 33.</b> Bandas Transportadoras	84
<b>Imagen N° 34.</b> Vibradores o Tamices	85
<b>Imagen N° 35.</b> Ciclón Propuesto	87
<b>Imagen N° 36.</b> Elevador de Cangilones Industrial	89
<b>Imagen N° 37.</b> Panel de Control	91

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Págs.</b>
<b>Anexo N° 1.</b> Formato de Encuestas	117
<b>Anexo N° 2.</b> Distribución de Planta o Esquema de Procesos	120
<b>Anexo N° 3.</b> Distribución de Tubería	121
<b>Anexo N° 4.</b> Esquema del Secador y Ciclón	122
<b>Anexo N° 5.</b> Dimensiones del Secador	123



## INTRODUCCIÓN

A través del presente estudio técnico se quiere mejorar el actual sistema de producción de la compañía FAMOVISAL S.A., ya que la mayoría de las maquinarias y equipos demuestran anomalías debido a fallas mecánicas ocasionadas por el factor tiempo de las mismas, se pretende que para el procesamiento de la refinación de sal se utilice un sistema productivo de iguales características que la actual, tomando en cuenta que solo se cambiaría el secador rotativo en contracorriente por el de lecho fluido; otro ámbito a tomar en consideración son las capacitaciones sobre mantenimiento de los mismos, aplicables a los procesos que se desarrollarían en las instalaciones, específicamente en la planta de producción de sal de mesa que se encuentra ubicada en el Cantón Salinas Provincia de Santa Elena.

Con lo expuesto anteriormente, estructuramos este documento partiendo de la directriz detallada en el Capítulo I, en el que se describe los antecedentes del problema, planteamiento, delimitación, estableciendo los justificativos y objetivos del mismo, y siguiendo una metodología para alcanzar los resultados esperados. Siguiendo en el Capítulo II se expone un diagnóstico sobre el sistema de producción actual que opera en la planta, la mano de obra y sus equipos que conforman el proceso de producción de la misma. Una vez concluido el análisis de la empresa, en el Capítulo III se detalla las causas de las problemáticas en cada uno de los equipos que están afectando con la disminución de producción de sal en la empresa utilizando métodos de gestión. La propuesta consiste en la implementación de un nuevo sistema de producción de las mismas características que la actual, pero la mano de obra existente deberá ser capacitada sobre tanto el rendimiento y el mantenimiento de los equipos, todo esto compone el Capítulo IV. Por último, en el Capítulo V se describe el análisis económico financiero, desde su presupuesto general, VAN, TIR, tiempo de recuperación de la inversión y el coeficiente costo/beneficio de la propuesta.

## **CAPÍTULO I**

### **GENERALIDADES**

#### **1.1 ANTECEDENTES.**

La producción salinera a nivel mundial ha sufrido cambios debido a la constante demanda de este producto por ejemplo entre el año 2006 al 2014 experimentó un incremento del 45% esto es correlacionado con el crecimiento de la población, ya que es utilizado en la mayoría de industrias como la alimenticia, química, textil, ganadera, entre otros. Siendo China y Estados Unidos los principales productores con cerca del 35% del mercado global, América Latina representa casi el 15%.

Esto ha conllevado a que las empresas busquen fortalecer y mejorar sus instalaciones de producción en áreas cada vez más modernas con la ayuda de la tecnología e ingeniería. Permitiendo que el crecimiento de Integración sea más rápido al Área Libre del Comercio de las Américas (ALCA), marcando cambios sustanciales en las economías de los países, obligándolos a ser más competitivos y eficientes en todas las instituciones públicas y privadas en la industria de refinación de sal. Este proceso de integración en los países en vía de desarrollado, ha permitido que tengan productos a bajo costo y se generen más oportunidades de trabajos, experiencia con tecnologías avanzadas e inversión.

Ecuador, a través de su Gobierno Nacional desea direccionar el progreso del Estado en base a mejoramientos de procesos invitando tanto al sector privado como público a que busquen mejorar sus sistemas productivos, dando créditos mediante el CFN (Corporación Financiera Nacional) para que las empresas puedan modernizar sus instalaciones y así ofrecer un producto de mejor calidad a precio bajo.

En el país las empresas que tienen mayor concentración del mercado nacional son Ecuasal (75%) y Famovisal (10%) ambas con un sistema de secado rotativo en contracorriente. Famovisal ha venido disminuyendo su producción a consecuencia del desgaste de los equipos que se encuentran en las instalaciones entre el año 2013 al 2016 se redujo en 22.5% la misma a consecuencia de paradas inesperadas y mantenimiento que son cada vez más notables.

Esta situación que se presenta hoy en día en la planta de refinamiento no ha permitido que se dé la oportunidad de ir expandiendo la visión de ganar más mercado a nivel nacional, si no que han disminuido las ventas por la baja oferta a los clientes, es por ello que se da como alternativa a este problema la necesidad de invertir en maquinarias y equipos con la finalidad de modernizar esta actividad económica y así poder crear un moderno sistema de refinamiento de sal por medio del secado de lecho fluido.

## **1.2. EL PROBLEMA.**

La empresa FAMOVISAL S.A. cuya primordial actividad económica es el refinamiento y procesamiento de sal para uso doméstico e industrial, pretende implantar un sistema de producción para la refinación de sal que estará ubicada frente de la vía Punta Carnero-Mar Bravo (a unos 2 km), específicamente en los pozos de cosecha.

Con el fin de seguir ganando mercado y consolidándose aún más, es que se ve en la necesidad de efectuar este sistema productivo, en beneficio de la colectividad que conforma la empresa y así cada vez ir evolucionando y mejorando el proceso productivo.

La planta procesadora que está ubicada en la Parroquia José Luis Tamayo presenta problemas en el deterioro de equipos y maquinarias que ya cumplieron su vida útil, estos son factores claves que merman la producción de la planta y su rendimiento productivo.

La planta tiene un sistema de línea de producción de secado rotativo en contracorriente, se abastece de cerca de 15000 quintales mensuales de materia prima total anual de cerca de 180000 quintales (8164.7 Toneladas Métricas), pero la producción ha ido disminuyendo debido a las consecuencias del deterioro de las maquinarias y equipos que son utilizados para el proceso productivo, que estas son representadas por paradas inesperadas por fallas mecánicas en los mismos.

De acuerdo a la descripción general del problema tomamos como referencia las averías que presentan los equipos que constituyen el sistema de producción actual de la empresa, nuestro mayor problema es la baja producción de sal con referente a los sacos manufacturados al mes, pero el problema también es la baja calidad del producto e igualmente algunas paralizaciones presentadas por las fallas cotidianas del rendimiento de las maquinarias, con lo cual debemos llevar a efecto una renovación del sistema de producción cambiando los anteriores equipos por nuevos, realizando también lineamientos como medidas complementarias para que la producción esperada beneficie a la empresa y obtener un producto final con las especificaciones que el mercado requiere.

### **1.3. OBJETIVOS.**

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL.**

Implementar un nuevo sistema productivo, para el incremento de la producción en la empresa FAMOVISAL S.A.

#### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Analizar las características generales de la empresa.
- Analizar y diagnosticar la situación actual de la línea de procesos
- Implementar el nuevo sistema productivo
- Analizar el Costo-Beneficio de la nueva línea de producción

### **1.4 JUSTIFICACIÓN.**

La industria alimenticia cada día va evolucionando y cada vez es más competitivo el mercado, en un mundo tan globalizado es fácil ir perdiendo mercado por diferentes anomalías que se pueden dar dentro del proceso de producción, como son los casos de baja producción por maquinarias y equipos obsoletos que además pueden afectar a la calidad del producto final que es destinado para los consumidores.

Este sistema de procesamiento que se desea efectuar es de vital *importancia* para los objetivos de la empresa, con esto se lograría poder *aumentar* la producción que se estaba viendo afectada, además de poder lograr confiabilidad del producto ya que el método que se va a utilizar para el procesamiento de sal es de tecnología de primera y en perfecto estado. Así también en lograr la reducción de personal operativo, ya que para la operación de las maquinarias y equipos se contaría con pocos operarios que estén dentro de la línea de producción realizando inspecciones y controles en el mismo,

esta meta se logrará gracias a la automatización de las maquinarias y equipos, dando como resultado menor interacción entre materia prima y mano de obra.

La compañía para toda su organización debe cumplir con normas, reglamento, políticas y disposiciones tanto en la producción, seguridad e higiene industrial, medio ambiente, entre otros para un calificado desenvolvimiento en sus sistemas de gestión que **contribuirán** a minimizar los costos de producción y optimizar los recursos, todo esto para estar preparados y competir con un mañana muy exigente.

Para este estudio el apoyo que podemos otorgar como profesionales de ingeniería industrial será de mucha ayuda, ya que podemos solucionar los problemas de la compañía mediante técnicas y herramientas aplicadas e implementando un programa para mejorar la productividad de la producción y obtener un buen funcionamiento del sistema productivo, que este al margen de los beneficios de la empresa.

## **1.5 METODOLOGÍA**

Para la realización de este trabajo utilizaremos técnicas de ingeniería industrial que nos permitirán determinar la situación actual y el análisis de los problemas, para luego proponer una propuesta de solución.

**Análisis Sintético:** Nos permite lograr la descomposición de los factores del proceso productivo, ya que por medio del razonamiento se logrará asimilar la estructura que se desea dar a la propuesta de solución para este proceso.

**Método de la Observación:** Se determinaran todos los procesos con el fin de determinar las causas de los problemas que inciden en la producción y los recursos que se utilizan.

**Método de la Encuesta:** Se realizaran encuestas al recurso humano involucrado en la producción con la finalidad de obtener información y determinar las posibles causas de los problemas detectados.

**Método Dialectico:** Se recopila toda la información directa, investigación de campo, se analiza y se evaluaran las causas, se tabulará o calculará dicha información para compararla y determinar el problema obteniendo la realidad de la empresa para luego cambiarlas con las soluciones propuestas.

**Herramientas a utilizar:** Para la tabulación de la información se utilizaran herramientas como Diagrama de Flujo de Procesos, Diagrama de operaciones, Diagrama de Recorrido, Diagrama de Causa – Efecto, Diagrama de Pareto, Matriz FODA, entre otras.

## CAPÍTULO II

### ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.

#### 2.1. INFORMACIÓN GENERAL.

La empresa fue fundada el 24 de Octubre de 1990, con personería jurídica de sociedad anónima, fue inscrita legalmente en la superintendencia de compañías el 26 de Septiembre de 1991 con el nombre comercial de FAMOSAL S.A. recientemente en el año 2015 opto por cambiársele el nombre comercial por el de FAMOVISAL S.A., acuerdo al que llego la junta de accionistas. La empresa cuenta con una trayectoria de más de 25 años en el mercado ecuatoriano, ofertando una gama amplia de productos como son de consumo humano e industrial, se encuentra entre las empresas de mayor demanda en el mercado de este producto. Esta se rige a los estándares y normas técnicas para la elaboración del producto, contando con la aprobación de las normas NTE e INEN del Ecuador, en el siguiente cuadro se detalla la información general de la empresa.

**Tabla N° 1.** Información General de FAMOVISAL S.A.

<b>Razón social</b>	FAMOVISAL S.A.
<b>Lema</b>	La Sal De La Vida
<b>Dirección</b>	José Luis Tamayo
<b>Marcas comerciales</b>	MAR Y SAL - FAMOVISAL
<b>Ruc</b>	0991164693001
<b>Correo electrónico</b>	<a href="mailto:famosal-sa@hotmail.com">famosal-sa@hotmail.com</a>
<b>Teléfono (Salinas)</b>	04-2775414
<b>Celular (Guayaquil)</b>	0988824636
<b>Reg. Sanitario</b>	7943INHGAN0612
<b>Fax (Salinas)</b>	04-2778029
<b>Normas vigentes</b>	INEN - NTE057
<b>Producción mensual promedio</b>	15000 Ton. Métricas

Fuente: FAMOVISAL S.A.

Elaborado por: Jorge Povea



## Imagen N° 1. Planta Procesadora



Fuente: FAMOVISAL S.A.

## 2.2. UBICACIÓN.

Los pozos de cosecha que son los que se utilizan para la cristalización del mineral de la sal están situados a las afueras de José Luis Tamayo, enfrente de la Vía Punta Carnero-Mar Bravo, está delimitada en su periferia por los predios de Ecuasal y por los de Sal Pacífico, se encuentran a una distancia de 3.5 Km de la planta procesadora, cuenta con cerca de 15 pozos y tiene un área de influencia aproximada de 650272.053 m<sup>2</sup> (65.027 Hectáreas).

## Imagen N° 2. Localización de los Pozos de Cristalización



Fuente: Google Earth.

Elaborado por: Jorge Povea

La planta procesadora encargada de la trituración, purificación y refinado de la sal para uso doméstico e industrial se encuentra ubicada en el Cantón Salinas, Parroquia José Luis Tamayo (Muey), en el Barrio Paraíso, tiene un área de influencia aproximada de 5270.840 m<sup>2</sup>.

**Imagen N° 3. Localización de la Planta**



Fuente: Google Earth

Elaborado por: Jorge Povea

### **2.3 PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO**

En el sistema globalizado en el que nos desarrollamos día a día, la competitividad está ligada a la optimización de los recursos que posee una organización siempre y cuando a través de una planificación estratégica se logren los objetivos propuestos.

Para tener una mejor referencia existen en el mercado 6 empresas que yodizan y fluorizan la sal refinada como son: CRIS-SAL, MAR Y SAL, FAMOSAL o FAMOVISAL, PROQUIPIL, SAL BLANC y RICA SAL y 1 una empresa que no hace como SAL PACÍFICO, a continuación veremos su participación en porcentajes en el mercado nacional como se muestra en la tabla y gráfico:

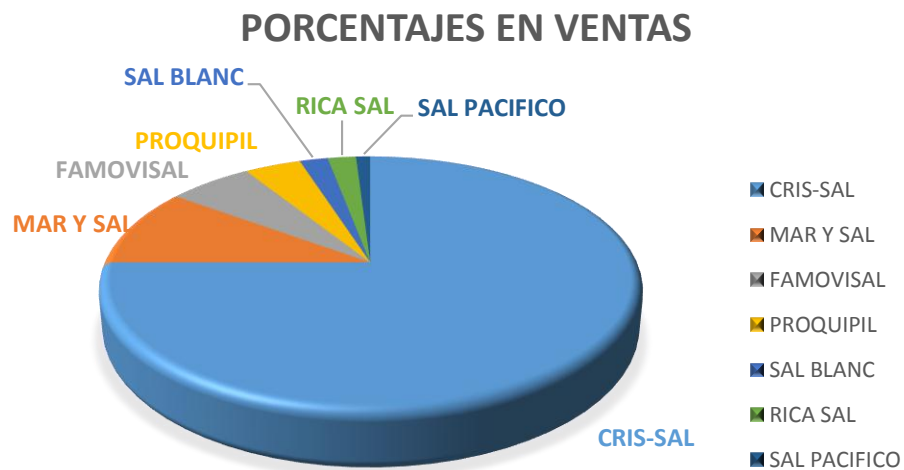
**Tabla N° 2.** Participación en el Mercado

EMPRESAS	PORCENTAJES %
CRIS-SAL	75%
MAR Y SAL	10%
FAMOVISAL	6%
PROQUIPIL	4%
SAL BLANC	2%
RICA SAL	2%
SAL PACÍFICO	1%

Fuente: Investigación Directa

Elaborado por: Jorge Povea

**Gráfico N° 1.** Participación en el Mercado



Fuente: Investigación Directa

Elaborado por: Jorge Povea

Como dato adjunto la empresa Ecuasal con su producto CRIS-SAL tiene un proceso con un sistema único en el país para la obtención de la materia prima de circulación de

agua de mar, mediante piscinas de evaporación a diferencia de FAMOVISAL que solo utilizan pozos artesanales de la zona de Mar Bravo.

#### **2.4. IDENTIFICACIÓN SEGÚN CÓDIGO INTERNACIONAL INDUSTRIAL UNIFORME (CIU)**

De acuerdo a la Codificación Internacional Industrial Uniforme (CIU), en la descripción de las actividades que se realizan en la obtención de la salmuera en grano como materia prima por proveedores en el Sector de Mar Bravo, está considerada dentro de la clasificación de “Extracción de la Sal en Salinas y de Roca” e identificada con el CIU-14220.

Paralelamente a sus propietarios para obtener un producto de alta calidad y que garantice la salud del consumidor final, se tiene un marcado énfasis en la producción, instalaciones, recurso humano y sobre todos los efectos al medio ambiente.

#### **2.5. FILOSOFÍA ESTRATÉGICA DE LA EMPRESA**

Nuestra filosofía estratégica en la cual estamos enmarcados es de enfocarnos y especializarnos nuestro recurso de que sabemos hacer y en que somos buenos como es la producción desde la obtención de la materia prima y su posterior industrialización de donde se desprende.

##### **2.5.1. MISIÓN.**

Ser una empresa dedicada a la extracción, producción y comercialización de la sal con el fin de satisfacer la demanda del mercado, rigiéndose a las normas y técnicas de estandarización para así poder ofertar un producto de alta calidad acorde a las

necesidades de los consumidores a través de procesos productivos eficientes y preservando siempre el medio ambiente

### **2.5.2. VISIÓN.**

Ser una empresa en constante crecimiento e innovación para así consolidarnos aún más en el mercado, y dirigiéndonos siempre hacia la perfección y calidad del producto con la finalidad de satisfacer a nuestra clientela.

### **2.5.3. POLÍTICA DE CALIDAD**

FAMOVISAL S.A es una compañía, comprometida con la salud del consumidor, enfocada en la satisfacción de los requerimientos del cliente y mantener y mejorar continuamente la calidad mediante la aplicación eficiente y eficaz de los procesos de su sistema integral de gestión, basada en el cumplimiento de las normas y leyes nacionales e internacionales con el compromiso de la Dirección y sus colaboradores.

### **2.5.4. OBJETIVOS DE LA EMPRESA**

#### **2.5.4.1. OBJETIVO GENERAL**

Seguir siendo pionero, líder en la producción de sal, por su refinación y comercialización tanto en el mercado provincial y su incursión en el mercado nacional con los mejores estándares de calidad, para brindar un producto de calidad y sano para las personas.

#### **2.5.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Incrementar el costo de la empresa en un corto, mediano y largo plazo.

- Expandir nuestro producto a todo el mercado nacional.
- Cambios en todos los niveles administrativos y productivos.

## 2.6. PRODUCTOS QUE OFERTA LA EMPRESA

FAMOVISAL oferta sal para consumo humano e industrial, a continuación se detalla las características de cada producto al que son destinados.

### Consumo Humano

Los productos que FAMOVISAL oferte a su distinguida clientela y mercado en general, vienen en presentaciones de fundas de polietileno de 500 gr, 1 kg, 2 kg, para la correcta elaboración del producto se cuenta con un laboratorio de calidad el cual toma muestra cada hora, para así preservar la calidad del producto y la dosis adecuada del yodo y flúor, componentes que necesita nuestro cuerpo para prevenir la enfermedad del bocio. La marca con que se comercializa el producto en el mercado es **MAR Y SAL**, en el siguiente cuadro se detalla la información nutricional por porción de 1 gr (1/4 de cucharadita),

**Tabla N° 3.** Información Nutricional por 1 gr

Tamaño por Porción:	1/4 cucharadita (1 gr)	
Cantidad por Porción		
Energía (Calorías):	0 kJ (0 kcal)	0%
	% Valor Diario	
Grasa total	0 g	0%
Ácidos grasos, saturados	0 g	0%
Ácidos grasos trans	0 g	0%
Colesterol	0 mg	0%
Sodio	390 mg	16%
Carbohidratos totales	0 g	0%
Proteína	0 g	0%

\*Los porcentajes de valor diario están basados sobre dietas de 2000 calorías. Sus valores diarios pueden ser más bajos dependiendo sobre sus necesidades calóricas

	Calorías	<u>2000</u>	<u>2500</u>
Grasa Total	Menos que	65 g	80 g
Grasa Sat.	Menos que	20 g	25 g
Colesterol	Menos que	300 mg	300 mg
Sodio	Menos que	2400 mg	2400 mg
Carbohidratos Totales		300 g	375 g
Calorías por gramo:			
Grasa: 9	-	Carbohidratos: 4	- Proteínas: 4
YODO		20 – 40 mg/kg	
FLÚOR		200 – 250 mg/kg	

Fuente: FAMOVISAL S.A.

#### Imagen N° 4. Productos de Venta para el Consumo Humano



Fuente: FAMOVISAL S.A.

#### Consumo Industrial

Para el consumo industrial se oferta la sal industrial números 1, 3, 5, 7, que son de vital importancia en las industrias químicas, curtiembres, ganaderías, textil, entre otros, esta

se la comercializa en el mercado como FAMOSAL que viene en presentaciones de sacos de 50 kg.

**Imagen N° 5. Sal Industrial**



Fuente: FAMOVISAL S.A.

### **Mercado Principal**

El producto se comercializa a nivel nacional, siendo las primordiales regiones consumidoras la costa y sierra. Los principales clientes que se encuentran en la cartera de venta son Supermaxi, Hipermarket, Mi Comisariato, Tía, también se oferta a distribuidores al por mayor y tiendas de víveres en general.

### **2.7. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.**

Según Chiavenato es un esquema para constituir el diseño jerárquico de una empresa, con el fin de alcanzar los objetivos propuestos de la empresa y su correcto funcionamiento. Se debe tener en cuenta que no todas las empresas son iguales por ende se debe escoger el mejor modelo organizacional, para que este refleje con claridad cuáles son sus prioridades y necesidades.

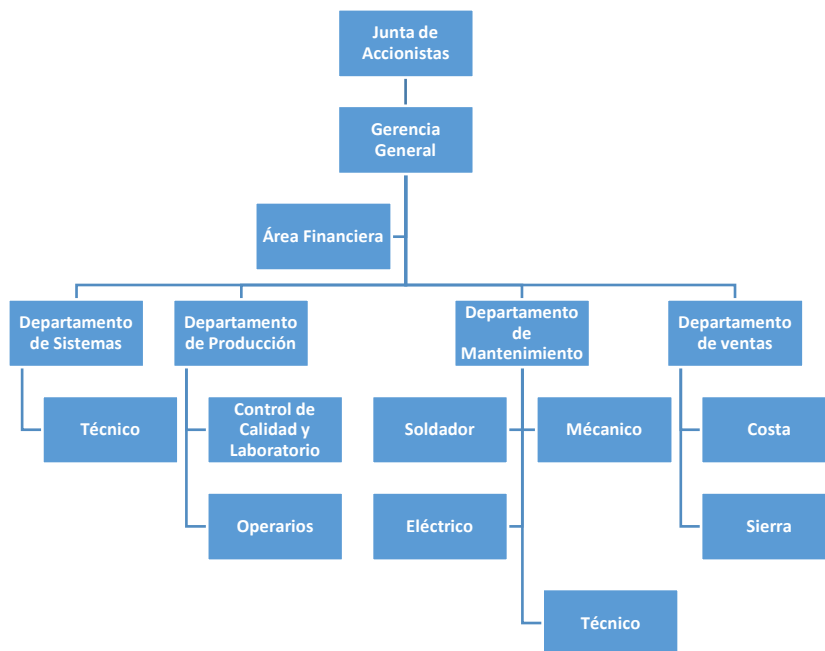


En toda organización interviene varias personas encaminadas hacia un objetivo determinado, considerando las actividades que deben ejecutarse, personal que deban ejecutarlas, factores ambientales, físicos y relaciones entre las personas. Según el tipo de organización prevalece la autoridad en línea. Desde el directorio hasta los guardianes.

FAMOVISAL cuenta con un tipo de estructura Lineo-Funcional en donde se describe el rol de cada departamento y su orden jerárquico o dependencia inmediata, en el siguiente gráfico se encuentra el bosquejo organizacional de la empresa.

El presente organigrama se encuentra estructurado mostrando el orden de dependencia de los diferentes departamentos de la empresa en sus diversas funciones, como se observa en el siguiente gráfico:

**Gráfico N° 2. Organigrama Estructural**



Fuente: FAMOVISAL.

Elaborado por: Jorge Povea

## 2.8. RECURSO HUMANO.

Para la Junta de Accionistas el rol que desempeñan los colaboradores es de vital importancia hacia el logro de los objetivos de la empresa, es por ello que se los capacita en sus funciones a desempeñar. Es política de la empresa que ellos deberán recibir todos los beneficios que se estipulan en la ley del trabajador, así también permitiéndoles escalar en los diferentes puestos según sus aptitudes y conocimientos que van adquiriendo.

A continuación se detallan la nómina de los trabajadores y sus funciones por departamentos.

**Tabla N° 4.** Total de Nomina del Personal por Departamentos

<b>Plantilla de Trabajadores de FAMOVISAL S.A</b>			
<b>Área</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>	<b>Total</b>
Administrativo	5	3	8
Producción	31	2	33
Mantenimiento	10	0	10
Ventas	5	0	5
<b>TOTAL</b>	<b>51</b>	<b>5</b>	<b>56</b>

Fuente: FAMOVISAL.

Elaborado por: Jorge Povea

**Tabla N° 5.** Asignación de Tareas del Personal

<b>PROCESO</b>	<b>SUBPROCESO</b>	<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	
<b>Producción</b>	Recepción	Operador	
	Secado	Supervisor	
	Enfriado	Ayudante	
	Molienda-Cribado	Operarios	
	Yodizado	Control de Calidad	
	Fluorado	Laboratorio	
	Envasado	Técnico	
	Empacado	Almacenado	Montacargas
			Bodeguero
			Ayudante de bodega
Despacho		Ayudante de línea	
		Coordinador	
<b>Administrativo</b>	Gerencia	Gerencia General	
		Gerencia Administrativa	
		Financiero	
		Sistemas	
		Contador	
		Asistente de Contabilidad	
		Secretarias	
<b>Actividades Complementarias</b>	Mantenimiento	Jefe de Mantenimiento	
		Coordinador de Mantenimiento	
		Técnico	
		Mecánico	
		Soldador	
		Eléctrico	
		Limpieza	
		Guardia	

Fuente: FAMOVISAL.

Elaborado por: Jorge Povea

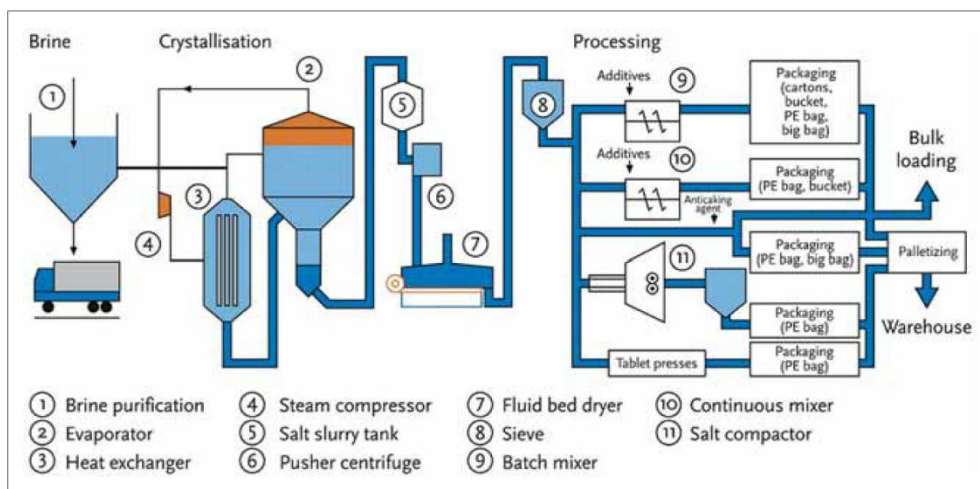
## CAPÍTULO III

### ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

#### 3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

El proceso de producción comienza en las piscinas de cosecha o salmuera de la sal que están en la zona de Mar Bravo de Salinas, estas cosechadas previamente son preparadas para el nuevo ciclo de procesamiento, la planta se dedica en la fabricación de sal de mesa, por lo que el proceso de obtención de sal es necesario conocer su origen.

Gráfico N° 3. Esquema de procesos



Fuente: FAMOVISALS.A

Elaborado por: Jorge Povea Soriano

#### a) Evaporación de la Sal

Para llevar a cabo este proceso, se cuenta con los pozos de cristalización que tienen una dimensión aproximada de 150 m de largo por unos 50 m de ancho (área superficial de 7500 m<sup>2</sup>) y unos 2 m de profundidad.

En las plantas salineras se bombea agua de mar a las piscinas de evaporación en donde con el transcurso del tiempo y por acción de viento y sol su densidad aumenta hasta llegar a un punto de cristalización, para este proceso se utilizan piscinas superficiales para la cosecha de sal, pero antes de su ingreso a las piscinas pasara por un decantador del cual alimentará a las piscinas cristalizadoras de menor tamaño, en esta se controla la densidad constantemente para poder eliminar la impureza química que cae posterior a la cristalización de la sal, esta impureza (Ca, Mg, SO<sub>4</sub>) se elimina en mayor parte con las aguas denominadas amargos.

### **Imagen N° 6.** Proceso de Evaporación



Fuente: FAMOVISAL S.A

El llenado de las piscinas se las realiza a través del bombeo de agua de mar que es extraída de zanjas (hechas por retroexcavadoras) que se encuentran cerca de las piscinas estas tienen una profundidad de 8 a 10 m, este proceso es controlado por los operarios encargados de la supervisión del bombeo y control de temperatura y además de la densidad del agua que se deposita en las piscinas.

La acción de la evaporación del agua de mar se da de forma natural interviniendo como agentes principales el sol y el viento, la temperatura requerida óptima es de 28 grados para que esta se valla evaporando quedando como remanentes salmueras concentradas

que finalmente cristalizan el cloruro de sodio, cuando el agua de mar sobrepasa la temperatura indicada esta es desechada mediante bombeo y se procede a realizar nuevamente el llenado de la piscina. La evaporación de la sal se da en un tiempo de 4 a 6 meses en condiciones óptimas (fuerte emisión solar).

**Imagen N° 7. Evaporación de las Salmueras**



Fuente: FAMOVISAL S.A

#### **b) Extracción, Pre-Lavado y Almacenamiento de la materia prima**

Una vez ya inspeccionada las piscinas de cristalización y observado el cloruro de sodio ya formado en su totalidad se procede a realizar la cosecha, esta es realizada mediante personal y transporte pesado (retroexcavadora, gallineta, motoniveladora y volquetas), el espesor de la capa de sal formada es de unos 15 cm esta es perforada por la fuerza de las retroexcavadoras y amontonadas en pilas para que las gallinetas llenen las volquetas con la materia prima.

### **Imagen N° 8. Extracción de la Materia Prima**



Fuente: FAMOVISAL S.A

Una vez llenas las volquetas con la materia prima estas se dirigen hacia el centro de acopio de la sal que se encuentra delimitada en sus alrededores por las piscinas, son depositadas en aquel lugar formando un montículo grande de unos 20 m de ancho por unos 50 m de largo y 12 m de altura, de ahí la materia prima es llevada por una gallineta hasta una tolva hecha de hormigón y recubierta en su interior de planchas de acero inoxidable, esta es rociada con agua a presión por una bomba de 10 hp para ser lavada de allí pasa a través de un ducto que por acción de la gravedad pasa a un sinfín el cual va descomponiendo en granos la sal, para poder obtener la sal en grano industrial la cual es utilizada para diversas actividades industriales y el posterior proceso que se le da para el consumo humano.

### **Imagen N° 9.** Almacenamiento de la Materia Prima



Fuente: FAMOVISAL S.A

#### **c) Recibimiento de Materia Prima y Secado**

La materia prima es transportada desde las piscinas de evaporación hasta la planta procesadora por medio de volquetas que en su vagón de carga están recubiertas de planchas de acero inoxidable para preservar la idoneidad del producto, y es descargada a una tolva principal, al producto se le inyecta agua a presión que por efecto gravitatorio desciende hasta un sinfín que va lavando y desintegrando el cristal de sal en granos más pequeños.

Estos son depositados a una banda transportadora que alimenta a un cilindro rotatorio de 12 m de largo por 4 m de diámetro que es el secador, está por acción mecánica de transferencia de potencia mediante un motor reductor gira a 12 revoluciones por minuto, que va acercando el producto a una cámara para el efecto del secado, generado por un quemador que se alimenta de combustible mediante el bombeo de diésel, donde produce una combustión en una cámara revestida de ladrillos refractarios formando



una energía térmica y con el encendido de dos ventiladores provoca la salida de aire caliente en un flujo en contracorriente permitiendo así el secado del producto.

**Imagen N° 10.** Recibimiento de la Materia Prima y Secado



Fuente: FAMOVISAL S.A

#### **d) Enfriamiento**

Ya habiendo obtenido el producto seco a 100 grados centígrados esta es transportada por un sinfín hasta un cilindro rotatorio de 11 m de largo por 4 m de diámetro que se encarga de enfriar la sal, para llevar a cabo el efecto del enfriamiento al cilindro rotatorio se le inyecta ráfagas de aire que son formadas por ventiladores que se abastecen del aire del ambiente, con este proceso se logrará reducir la temperatura del producto hasta unos 60 grados centígrados.

### **Imagen N° 11. Enfriamiento de la Sal**



Fuente: FAMOVISAL S.A

#### **e) Secado**

En esta etapa, se alimenta de sal húmeda a los cilindros giratorios que en su interior tienen peines que revuelven la sal para que el calor existente dentro del cilindro pueda distribuirse homogéneamente de tal manera que la sal alcance una temperatura de 125°C, calor suficiente para eliminar al 100% la humedad del producto. La generación de calor se la realiza mediante un quemador de diésel cubierto por paredes de ladrillos refractarios que mantienen el calor dentro de la recámara y aire, generando una llama de alto contenido calórico, que calienta la sal dentro del cilindro contiguo con calor por convección, debido a que el otro extremo del cilindro existe un sistema de extracción de gases, mejorando además el flujo de aire avivando la llama. Posteriormente, ingresa a otro cilindro enfriador de similares características, pero sin llama, esto permite bajar por lo menos en 40°C la sal, teniendo una sal seca de 85°C.

**Imagen N° 12. Sal seca**



Fuente: FAMOVISAL S.A

#### **f) Molienda**

Una vez salido el producto del enfriamiento, esta es descargada por gravedad a un transportador de bandas con una inclinación ascendente y una longitud de 6 m, transportará la sal un molino de paletas que, por impacto a 100 rpm triturará la sal en grano hasta lograr la granulometría apropiada utilizando la malla de 2.5 milímetros que aplica para la elaboración de la sal.

Después que la sal es lavada y secada, se procede a moler, se lo realiza en tres etapas, primero se realiza una pre-molienda con la ayuda de un molino de paletas, el cual golpea el grano de la sal rompiendo su estructura, lo que permite reducir el tamaño del grano, luego pasa por los molinos de rodillo, calibrados a diferentes aberturas o tamaños del grano de la sal, su finalidad es reducir gradualmente el grano y evitar que el equipo no realiza mucha fuerza en el proceso de molienda, y así obtener el tamaño ideal de la materia prima. Es importante acotar que en esta etapa se genera una gran cantidad de polvo de sal, que es eliminada mediante un sistema de extracción de polvos que posteriormente se la destina como subproducto, denominada Sal industrial #5.

**Imagen N° 13. Molino de Sal**



Fuente: FAMOVISAL S.A

### **g) Tamizado**

Luego de haber culminado el proceso de molienda el producto pasa a un sinfín el cual alimenta a un cangilón de 8 m de altura en el cual se encuentran 40 bandejas, con capacidad de 2 kg por bandeja, esta es descargada a un equipo que se denomina criba, que cuenta con 3 mallas horizontales en su interior, mediante acción mecánica por agitación esta va separando la sal hasta requerir la granulometría deseada, aquí obtenemos la sal de utilización industrial por tener una granulometría específica, para la atenuación de partículas generadas en este proceso se utilizan unos equipos denominados extractor de polvos y ciclón que estos conducen las partículas de sal a una cámara de polvos.

Toda vez que el grano de sal seca es reducido se procede a clasificarla mediante un conjunto de zarandas de diferentes calibres, en la planta se tiene una zaranda con tres niveles de mallas cada una, arriba está colocada la malla 20, el retenido de esta malla es sal gruesa que retorna a moler nuevamente, seguidamente va la malla 30, la sal

retenida es de igual manera gruesa y también retorna a moler y por último la malla 100, el retenido en esta malla es la sal para paquetes que pasa para adicionar yodo y/o flúor según el producto, que también es almacenada para llenar la Sal Industrial #5.

**Imagen N° 14.** Tamizado de la Sal



Fuente: FAMOVISAL S.A

#### **h) Mezclado y Envasado**

A la salida de los tamices la sal se descarga a un sinfín al cual mediante 4 distribuidores de yodo se le adiciona por goteo la cantidad necesaria de yoduro de potasio que estipula el programa alimentario del Ministerio de Salud Pública con la finalidad de cumplir con los parámetros y lineamientos de control exigidos. De ahí la sal pasa a un mezclador donde se le inyecta el flúor (ya previamente tratado por el laboratorio), una vez culminado el mezclado la sal es descargada a una tolva que distribuye a tres máquinas automáticas las cuales se encargan del envasado y sellado, para así obtener el producto final en sus tres presentaciones que son distribuidas al mercado, además en

el proceso se obtienen la sal industrial números 1, 3, 5, 7, que se utilizan en las diferentes actividades industriales.

**Imagen N° 15. Empaquetado y Envasado**



Fuente: FAMOVISAL S.A

### **3.1.1 PRODUCTOS OBTENIDOS DEPENDIENDO DE SU GRANULOMETRÍA**

La sal refinada para consumo humano producido por FAMOVISAL S.A, dentro de su abanico de productos de acuerdo a la granulometría, viene en las siguientes presentaciones:

**Tabla N° 6. Presentaciones de la Sal de mesa**

<b>Cantidad</b>	<b>Material del empaque</b>	<b>Presentación (empacada)</b>
50 kg	Polipropileno laminado	Saco
2 kg	Polipropileno	Saco x 25
1 kg	Polipropileno	Saco x 50
500 g	Polipropileno	Saco x 50
700 g	Polipropileno	Caja x 20
150 g	Salero de polipropileno	Caja x 24

Fuente: FAMOVISALS.A

Elaborado por: Jorge Povea Soriano

La sal refinada por FAMOVISAL S.A cumple con las normas ecuatorianas establecidas para productos destinados a consumo humano y, específicamente, con la Norma NTE INEN 57:99, Primera revisión. Así mismo, se ha cumplido y se cumple con todo lo establecido en los Decretos Ejecutivos que reglamentan las concentraciones de yodo y flúor en las sales para consumo humano, incluyendo el reciente Decreto Ejecutivo No. 007 emitido por el Ministerio de Salud Pública el 2 de julio del año 2002.

**Tabla N° 7.** Especificaciones técnicas para la producción de sal refinada

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Unidades</b>	<b>Composición</b>
Cloruro de sodio	% en peso base seca	99.5% mínimo
Yodo (yodato)	Ppm de I	30 – 50
Flúor (fluoruro)	Ppm de F	200 – 250
Sulfatos	Ppm de SO4	2800 máximo
Magnesio	Ppm de Mg <sup>++</sup>	800 máximo
Calcio	Ppm de Ca <sup>++</sup>	1000 máximo
Humedad	% de peso de H2O	0,1 máximo
Otros insolubles en agua	Ppm	300 máximo

Fuente: Norma NTE INEN 57:99

## **3.2. ELEMENTOS QUE INTERVIENE EN LA PRODUCCIÓN**

### **3.2.1. INSTALACIONES DE LA EMPRESA**

En la siguiente tabla se detallaran las áreas que se encuentran las instalaciones:

**Tabla N° 8.** Descripción de las Áreas

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>
2	Área de Bombas
2	Área de Reservorios
8	Área de Evaporadores
7	Área de Cristalizadores
1	Área de Almacenaje
1	Área de oficinas
1	Área de vivienda
1	Área de Taller
1	Área de Bodega
1	Área de Cuarto de Transformador

Fuente: FAMOVISAL S.A

Elaborado por: Jorge Povea Soriano

### 3.2.2. MAQUINARIAS Y EQUIPOS

En el área de producción de la planta se cuenta con maquinarias y equipos que tienen aproximadamente 25 años funcionando de forma continua, cabe recalcar que cada cierto período de tiempo se les aplica los mantenimientos respectivos pero debido al constante trabajo, la clase del producto y el clima salino al que son expuestos han ido mermando la vida útil de los mismos.

A continuación se detalla la lista de maquinarias y equipos utilizados para la refinación de la sal.

**Tabla N° 9.** Descripción de Maquinarias y Equipos

Ítem	Maquinarias y equipos	Cantidad
1	Quemador	1
2	Secador	1
3	Enfriador	1
4	Banda Transportadora	2
5	Sin Fin	4
6	Ventiladores	4
7	Ciclón	2
8	Molino de paletas	1
9	Criba	2
10	Cangilón	1
11	Envasadora	1
12	Equipo Yodizador	1
13	Motoreductores	10

Fuente: FAMOVISAL S.A

Elaborado por: Jorge Povea Soriano



### 3.2.2.1 CONDICIONES ACTUALES DE LOS EQUIPOS

#### **Quemador:**

Un quemador es un dispositivo para quemar combustible líquido, gaseoso o ambos (excepcionalmente también sólido) y producir calor generalmente mediante una llama. El quemador de combustible líquido se encuentra en condiciones regulares ya que con el paso de los años se ha desgastado su vida útil y ha bajado considerablemente su rendimiento en la producción.

**Imagen N° 16. Quemador**



Fuente: FAMOVISAL S.A

#### **Secador Rotatorio**

El secador rotatorio funciona a través de flujo de aire que puede ser tanto en paralelo o a contracorriente, el material húmedo está en continuo movimiento gracias a la rotación del secador, dejándolo caer a través de una corriente de aire caliente que circula a lo largo del tambor del secador. Actualmente, el secador por los sin número de mantenimientos realizados y las reparaciones que se han realizado en los últimos años se ha retirado del sistema de producción porque ya no presta con las funciones requeridas para la elaboración de la sal.

**Imagen N° 17. Secador Rotatorio**



Fuente: FAMOVISAL S.A

## **Enfriador**

El estado del enfriador como de los ventiladores están desgastados de su vida útil por el transcurso de los años y por la presencia de la salinidad donde está ubicada la planta, por lo tanto, su estructura física esta oxidada, como se ve en la siguiente imagen:

**Imagen N° 18. Enfriador**



Fuente: FAMOVISAL S.A

## **Banda Transportadora**

La banda transportadora actualmente se encuentra desgastada la cubierta de polímeros de alimentos, por lo que se hace dos cambios respectivos, pero se mantiene con regular funcionamiento, solo se desgasta la cubierta por motivos de la sal, que corroe la cubierta por eso se realiza los mantenimientos frecuentes.

**Imagen N° 19.** Banda Transportadora



Fuente: FAMOVISAL S.A

## **Tornillo sin fin**

Actualmente, el tornillo sin fin de la planta se encuentra en un estado estable con desgaste pero no están considerable para cambiarlo de tal manera por completo el sistema de transporte del sistema de producción de la sal, su condición es estable a pesar de los mantenimientos realizados hasta la fecha:

**Imagen N° 20.** Tornillo sin fin



Fuente: FAMOVISAL S.A

## **Ciclón**

El ciclón por las frecuentes limpiezas por la acumulación de residuos generados por los quemadores y los ventiladores que trabajan en la expulsión de la combustión del combustible, su estado es regular pero ya ha sido retirado por las averías que tiene en la acumulación de ceniza en sus paredes, como se observa en la imagen:

**Imagen N° 21. Ciclón**



Fuente: FAMOVISAL S.A

## **Molino**

Este equipo viene operando desde los inicios de la planta, por ende ha tenido problemas en su funcionamiento por motivo del desgaste y su frecuente uso durante todo este tiempo, su estado actual es regular se utiliza pero presenta inconvenientes en la molienda de los granos de sal.

**Imagen N° 22. Motor del molino**



Fuente: FAMOVISAL S.A

## **Criba**

Este equipo se utiliza para cernir y separar el producto de acuerdo a la granulometría obtenida en el proceso de producción de la sal, su estado es estable a pesar de su desgaste que es notable por su frecuente operación en la planta, pero si es necesario la renovación de la unidad de cribado para obtener un mejor rendimiento del sistema de producción.

**Imagen N° 23.** Criba vibratoria



Fuente: FAMOVISAL S.A

## **Cangilón**

El cangilón es usado para el transporte de agua como un complemento de un ingenio motriz, en la actualidad este equipo por el contacto de la sal cada uno de sus componentes se ha oxidado en toda su estructura, por lo que su estado es crítico para seguir prestando su servicio al sistema de producción.

**Imagen N° 24.** Cangilón



Fuente: FAMOVISAL S.A

## **Envasadora**

La envasadora se mantiene en buen estado físico, pero con un poco de desgaste a pesar que su estructura es de acero inoxidable por la presencia de salinidad de la zona, aquí se muestra la envasadora actual:

**Imagen N° 25. Envasadora**



Fuente: FAMOVISAL S.A

## **Equipo Yodizador**

Este equipo se constituye de la bomba dosificadora, las paletas de mezclado y motor reductor, dado que todo este sistema sirve para la adición de yodo y flúor en la sal de mesa, puesto que la sal industrial necesita pequeñas cantidades de esta solución, su estado es estable no es necesario una renovación:

**Imagen N° 26. Equipo Yodizador**



Fuente: FAMOVISAL S.A



## **Motorreductores**

Como ya sabemos los motorreductores mecánicos de velocidad es capaz de cambiar y combinar las velocidades de giro, de acuerdo a las funciones que se necesite la frecuencia de giro de un trabajo es específico, en este caso estos equipos se utilizan en los cangilones, el tornillo sin fin y las bandas trasportadoras con la finalidad de transportar la materia prima y el producto final, los motorreductores se mantienen estable con presencia de óxido un con poco de desgaste.

**Imagen N° 27. Motorreductores**



Fuente: FAMOVISAL S.A

### **3.2.3. MANO DE OBRA**

El personal con que se cuenta para todo el sistema productivo es previamente calificado para el desempeño de sus labores, se les brinda capacitaciones semestralmente y se los dota de sus equipos de protección personal, el área de producción es el único que tiene turnos rotativos con el fin de cumplir con la demanda requerida por el consumidor y así mantener productos en stock. En el siguiente cuadro se detalla la distribución y requerimiento de operarios y supervisores.

El personal de la planta labora cada jornada de 8 horas diarias, las actividades se desempeñan de acuerdo con el sistema de procesamiento del refinamiento de la sal, mediante la utilización del esquema de procesos mostrado anteriormente, así de igual manera como la operatividad de las maquinarias estará a cargo del personal designado por el Supervisor de Producción de la empresa. Por lo que con la implementación de la propuesta se incrementará el margen de producción, así que se necesitará aumentar la materia prima que se recepte, de igual manera capacitar al personal para el manejo de las nuevas unidades de maquinarias y equipos que se propone que mejore el procesamiento del refinamiento de la sal.

**Tabla N° 10. Nómina de Producción**

<b>DISTRIBUCIÓN DE TRABAJADORES EN PRODUCCIÓN</b>			
<b>ÁREA</b>	<b>HOMBRES</b>	<b>MUJERES</b>	<b>TOTAL</b>
Jefe de producción	1	0	1
Ingeniero de planta	2	0	2
Recepción	1	0	1
Secado	2	0	2
Enfriado	0	0	0
Molienda-cribado	2	0	2
Yodado	0	0	0
Fluorado	2	0	2
Envasado	3	3	6
Empacado	4	4	8
Almacenado	2	2	4
Despacho	1	1	1
			<b>29</b>

Fuente: FAMOVISAL S.A

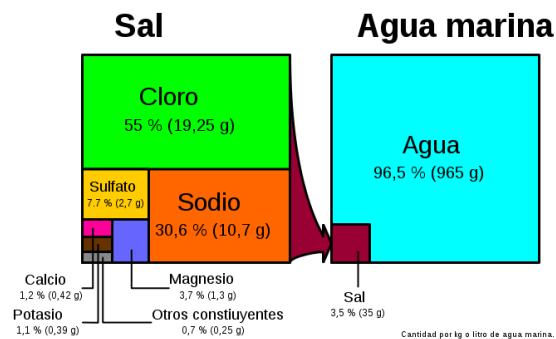
Elaborado por: Jorge Povea Soriano



### 3.2.4. MATERIA PRIMA

La materia prima utilizada es el cristal del cloruro de sodio (NaCl) que se extrae de los pozos de evaporación, para este proceso se cuenta con personal con experiencia y bombas que llenan las piscinas para su posterior evaporación, se le da seguimiento y control a la temperatura del agua con el fin de que esta no se torne amarga y no sirva para el proceso.

Gráfico N° 4. Composición de la Sal

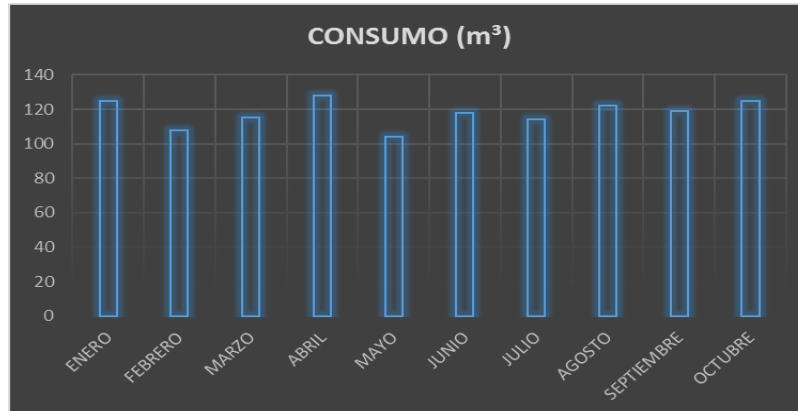


Fuente: Google

### 3.2.5 SERVICIOS BÁSICOS

**Servicio de Agua Potable.** La empresa es abastecida del suministro de agua a través de la red pública de AGUAPEN S.A., el promedio mensual de consumo de agua es de 117.8 m<sup>3</sup>, de los cuales se distribuyen para el área de producción, baños, comedor, áreas verdes, entre otros. En el siguiente gráfico se detalla el consumo de los 10 primeros meses del año.

**Gráfico N° 5. Consumo de Agua Potable**

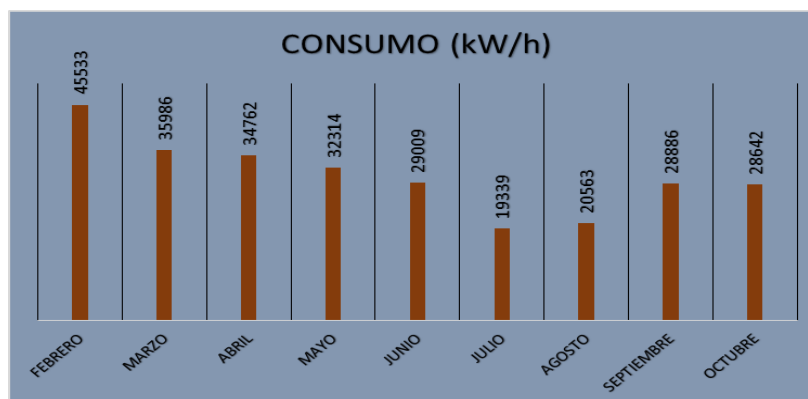


Fuente: FAMOVISAL S.A

Elaborado por: Jorge Povea Soriano

**Servicio Eléctrico.** La planta se provee de energía eléctrica por medio de la red pública de CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO SANTA ELENA, que es la encargada de la distribución del servicio eléctrico en nuestra provincia, la energía ingresa a un banco de transformadores con los que cuenta la planta para el correcto funcionamiento de los equipos inmersos en el sistema productivo, alumbrado y oficinas. En el siguiente gráfico se detalla el consumo mensual de energía de la planta, obteniendo como promedio una utilización de 30559.33 kW/h

**Gráfico N° 6. Consumo de Energía Eléctrica**



Fuente: FAMOVISAL S.A

Elaborado por: Jorge Povea Soriano

**Servicio telefónico y de Internet.** El proveedor de estos servicios es la entidad privada de TELCONET S.A. con sede en Salinas.

### 3.3 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN.

La capacidad de la producción de la empresa FAMOVISAL S.A cuyo proceso depende de la obtención de factores climáticos, dará como resultado en tiempo de recolección de la producción de cada pozo y en general de todos en conjunto de cristalizadores, utilizando el 100% de las instalaciones.

La forma que se mide la producción por ejemplo es que cada pozo produzca 1.100 TM sacando un espesor de 15 cm de salmuera de precipitación con una densidad de 24-26° Baumet, por el número de 8 Cristalizadores nos da un total de 8.800 TM como producción de sal anual con un valor bruto de \$1.5 el saco de 100 libras en el mercado.

<b>Pozo</b>	<b># Pozos</b>	<b>Total de Ha Cristalizadores</b>
1 Pozo de 2.5778 Ha	8	20.6224 Ha
<b>Semanas de Producción</b>	<b>Precipitación Semanal</b>	<b>Total Precipitación en Producción</b>
30	0.5 cm	15 cm
<b># Pozos</b>	<b>Producción por Pozos</b>	<b>Total de Producción</b>
8	1.100 TM	8.800 TM

Realizando la conversión:

$$8800 \text{ TM} \cdot \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ TM}} \cdot \frac{2.54 \text{ lb}}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{1 \text{ saco}}{100 \text{ lb}} = 223.520 \text{ sacos}$$

**#SACOS  
PRODUCIDOS**  
223.520 SACOS

**\$ COSTO X  
SACO**  
\$ 1.50 USD

**TOTAL DE INGRESOS X  
PRODUCCIÓN**  
\$ 335.280 USD

El total de ingresos netos por la producción anual del año 2016 es de \$ 335.280.

En la siguiente tabla y gráfico se muestra la producción por año en toneladas métricas:

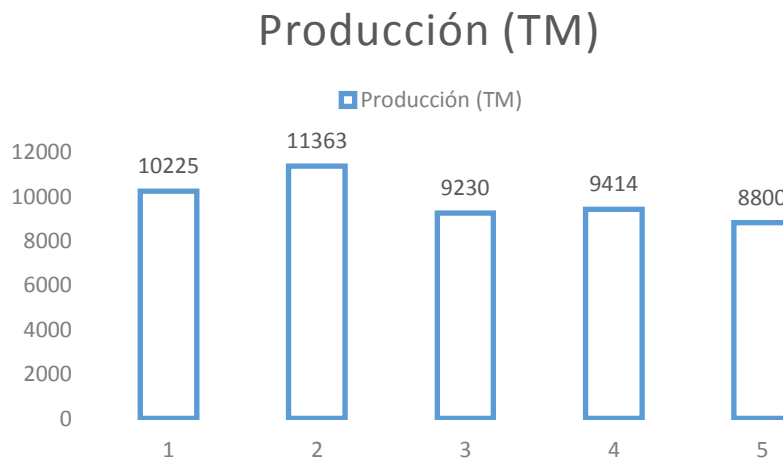
**Tabla N° 11. Producción Anual de Sal**

<b>Años</b>	<b>Producción (TM)</b>
2012	10.255 TM
2013	11.363 TM
2014	9.230 TM
2015	9.414 TM
2016	8.800 TM
2017	8.600 TM

Fuente: FAMOVISAL S.A

Elaborado por: Jorge Povea Soriano

**Gráfico N° 7. Producción Anual de Sal**



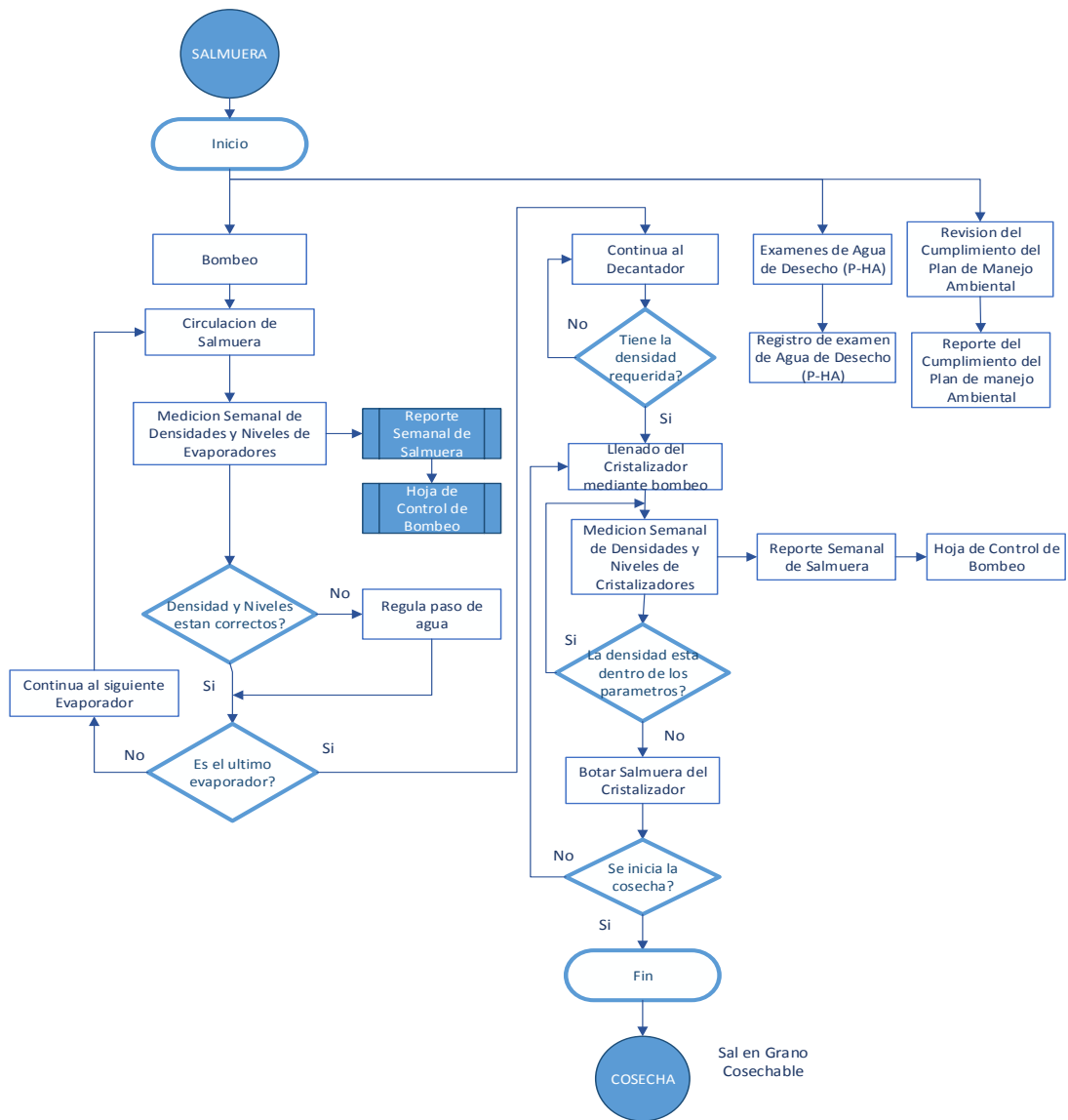
Fuente: FAMOVISAL S.A

Elaborado por: Jorge Povea Soriano

### 3.4. DIAGRAMAS DE FLUJO DE PROCESOS ACTUAL

El diagrama de flujo de procesos nos muestra de una forma rápida las actividades principales del proceso de producción de la sal. Véase la siguiente Tabla:

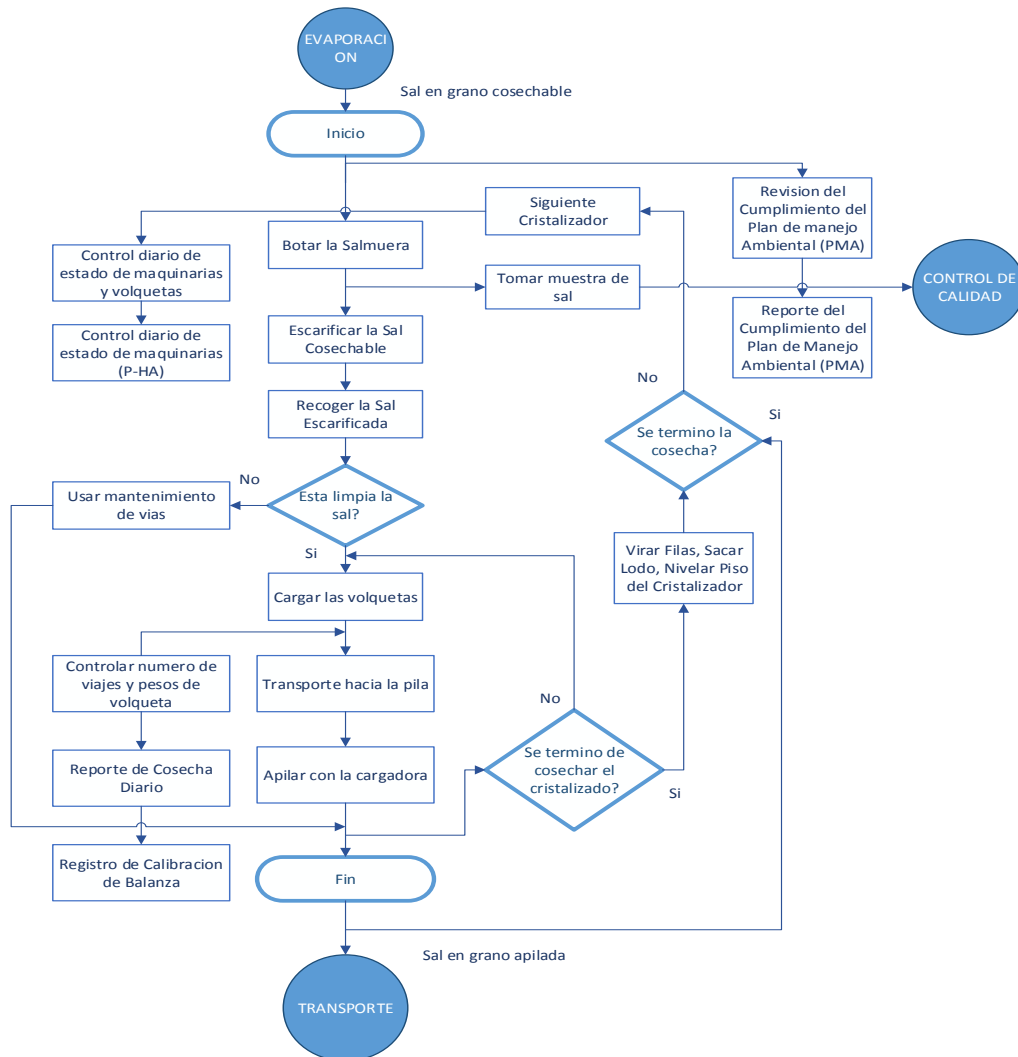
**Gráfico N° 8.** Diagrama de Flujo de Procesos - Salmuera



Fuente: FAMOVISAL S.A

En el gráfico # 6 se muestra el proceso para la preparación de las salmueras, antes de la colocación de agua para proceder a la cosecha de sal en grano.

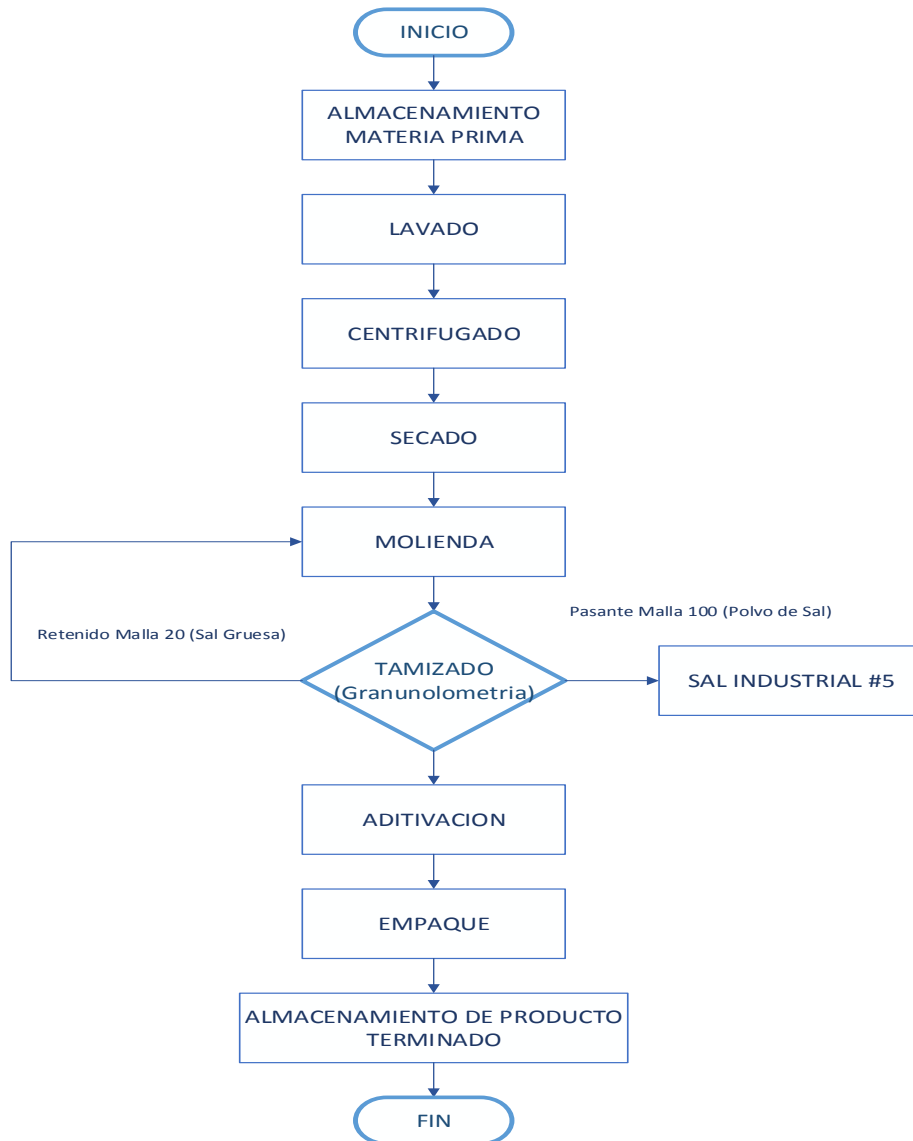
**Gráfico N° 9.** Diagrama de Flujo de Procesos – Cosecha de Sal



Fuente: FAMOVISAL S.A

En el gráfico # 7 se describe el proceso para el cumplimiento de la cosecha de la sal una vez realizada la evaporación correspondiente del agua de mar dentro de cada una de las salmueras, dado esto se procede a retirar la materia prima.

**Gráfico N° 10.** Diagrama de Flujo de Procesos – Elaboración de Sal de Mesa



Fuente: FAMOVISAL S.A

El diagrama de flujo de procesos se representa en el gráfico # 8, donde se efectúa todos los procesos que realiza la planta FAMOVISAL S.A para la obtención de la sal de mesa.

### 3.5. DIAGRAMA DE OPERACIONES ACTUAL

Este diagrama da la pauta de cada una de las operaciones, inspecciones, almacenaje desde el comienzo de la producción hasta el producto terminado.

**Tabla N° 12.** Diagrama de Operaciones Actual

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES DEL PROCESO											
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL		HOJA DE RESUMEN									
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL		ACTIVIDAD				TIEMPO					
FECHA: 15/05/2017		○	Operación (OP)			455,01 Has					
TIEMPO EN TODAS LAS AREAS: 8 MESES		□	Inspección (IN)								
PROVEEDOR: CRIS-SAL		⇒	Transporte (TP)								
No. DE PERSONAS QUE INTERVIENEN: 32		D	Demora (DM)								
ELABORADO POR: JORGE POVEA SORIANO		▽	Almacenamiento (AL)								
		Tiempo en Proceso				8 Meses					
No	ACTIVIDADES	○	□	⇒	D	▽	Has	T	R. Humanos	Observación	
1	BOMBEO DE AGUA DEL MAR									1 persona	PRODUCCIÓN DE 8 MESES EN TOTAL
2	TRANSPORTE DE A RESERVIOS									1 persona	
3	ALMACENAMIENTO DE AGUA DE MAR									1 persona	
4	TRANSPORTE DE AGUA A LOS EVAPORADORES									1 persona	
5	RECORRIDO POR LOS 8 EVAPORADORES									1 persona	
6	VERIFICACIÓN DE LA DENSIDAD									1 persona	
7	DEMORAS EN ALCANZAR LA DENSIDAD DE 24° BAUMET									1 persona	
8	BOMBEO DE LOS EVAPORADORES A LOS CRISTALIZADORES									1 persona	
9	TRANSPORTE A LOS CRISTALIZADORES									1 persona	
10	RECORRIDO POR LOS 8 CRISTALIZADORES									1 persona	
11	VERIFICACIÓN DE DENSIDAD									1 persona	
12	DEMORAS EN ALCANZAR LA DENSIDAD DE 24° BAUMET									1 persona	
13	PRECIPITACIÓN DE LA SAL EN GRANO									1 persona	
14	CONTROLES DE CALIDAD									1 persona	
15	BOMBEO DE AGUA NUEVA									1 persona	
16	TRANSPORTE									1 persona	
17	VERIFICACIÓN DE CANTIDAD DE CM DE SAL DE COSECHA									1 persona	
18	PREPARAR MAQUINARIAS									12 personas	
19	PREPARAR CRISTALIZADORES PARA COSECHA									1 persona	
20	COSECHA DE CADA CRISTALIZADOR									12 personas	
21	TRANSPORTE DE SAL EN GRANO COSECHADA									1 persona	
22	VERIFICACIÓN EN TONELADAS MÉTRICAS									1 persona	
23	ALMACENAJE DE TOTAL COSECHADO									1 persona	
TOTALES		10	4	5	2	2	455	8			

Fuente: FAMOVISALS.A

Elaborado por: Jorge Povea Soriano



### **Análisis:**

De acuerdo al diagrama de operaciones determinamos la cantidad de tiempo empleado para la obtención de la salmuera o la sal en grano, se obtiene la materia prima durante un período de 8 meses en el año, en un espacio físico de 455 hectáreas, consiguiendo una producción promedio de 8.800 TM (Toneladas Métricas).

### **3.6. ANÁLISIS DE LAS PROBLEMÁTICAS EN LA LÍNEA DE PROCESOS**

Al analizar el sistema de producción se nos presentaron un sin número de problemas, los cuales mediante observación han sido comprobadas y tomadas en consideración por las anomalías presentadas, todo está inmerso en la actividad productiva del personal y el equipo que se utiliza para el desarrollo de los procesos de producción.

#### **Problema: BAJA PRODUCCIÓN DE SACOS DE SAL**

Grandes tamaños de la sal procesada, mal dosificación de yodo y flúor, retención de líquidos en la sal.

#### **CAUSA:**

- Daños en el sistema de triturado
- Desgaste de los dientes de la trituradora
- Deficiente nivel de calor del secador.
- Se dificulta el secado de la sal en las paredes desgastadas del secador.
- Deficiente nivel de dosificación por parte de las bombas dosificadoras.
- Desgaste de los equipos utilizados para la aditivación de las soluciones.

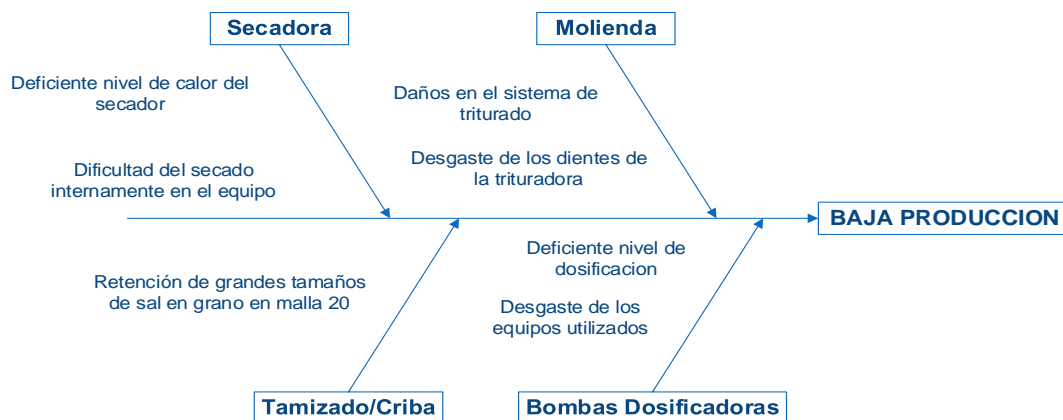
## **EFECTO:**

Pérdidas económicas y baja producción de la sal.

### **3.6.1 DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO**

El Diagrama de Causa-Efecto es una forma de organizar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de los diversos problemas presentados en la empresa. Con la aplicación del Diagrama Causa - Efecto nos permite identificar mediante una representación gráfica, las causas originadas en los elementos que interviene en un proceso como son; maquinarias, materiales, mano de obra, que originan un problema. De acuerdo a lo antes mencionado se ha elaborado un diagrama causa efecto sobre la baja producción de sacos de sal, por lo tanto se expone cada uno de los problemas que originarios principalmente por el estado actual de las maquinarias, y estas han perjudicado con demoras en producción, baja de calidad del producto, perdidas económicas para la empresa. En el siguiente gráfico se hace referencia al problema principal de la propuesta:

**Gráfico N° 11.** Diagrama de Causa y Efecto – Problema General



Fuente: FAMOVISALS.A

Elaborado por: Jorge Povea Soriano

### **3.6.2 DIAGRAMA DE PARETO**

Mediante el Diagrama de Pareto se pueden detectar los problemas que tiene más relevancia como los (pocos vitales, muchos vitales) que se exponen que hay problemas sin importancia frente a unos graves, ya que por lo general, el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos.

El Diagrama de Pareto es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas después de reunir los datos para calificar las causas, de modo que se pueda asignar un orden de prioridades.

De acuerdo con el diagrama de Pareto, esto nos permite concentrar nuestros esfuerzos en aquellos problemas que representan ese 80%. Utilizamos el gráfico de Pareto para:

- La mejora continua.
- El estudio de implementación o cambios necesarios.
- Análisis y priorización de problemas que aquejan a la empresa.

#### **Aplicación del Principio de Pareto**

Entrando en materia para su aplicación, el diagrama de Pareto consiste en un gráfico de barras que clasifica de izquierda a derecha en orden descendente las causas o factores detectados en torno a uno o los problemas encontrados. En el caso de la empresa FAMOVISAL S.A se pudo constatar cinco problemas puntuales en diferentes aspectos en el sistema de producción, acerca de Maquinarias, Mano de Obra y los Materiales que se utilizan actualmente han creado quejas, retrasos de tiempos de producción hasta pérdidas económicas.

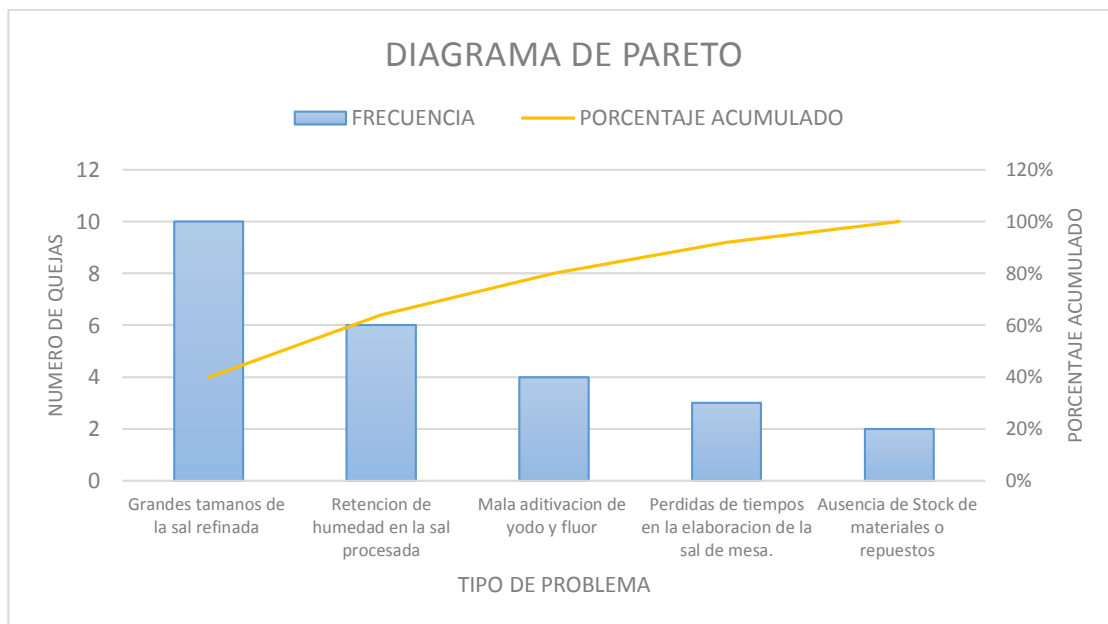
**Tabla N° 13.** Frecuencias encontradas de acuerdo al tipo de problema

PROBLEMA	TIPO DE PROBLEMA	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
A	Grandes tamaños de la sal refinada	10	10	40%	40%
B	Retención de humedad en la sal procesada	6	16	24%	64%
C	Mala Aditivación de yodo y flúor	4	20	16%	80%
D	Perdidas de tiempos en la elaboración de la sal de mesa.	3	23	12%	92%
E	Ausencia de Stock de materiales o repuestos	2	25	8%	100%
<b>TOTAL</b>		<b>25</b>			

Fuente: FAMOVISALS.A

Elaborado por: Jorge Povea Soriano

**Gráfico N° 12.** Diagrama de Pareto en base a los problemas encontrados en la empresa



Fuente: FAMOVISALS.A

Elaborado por: Jorge Povea Soriano

### **Análisis:**

El 80% está concentrado en los tres primeros problemas, esta distribución es suficiente para dirigir nuestra atención y esfuerzos en dar solución a estos inconvenientes que aquejan a la empresa. Dado que estos problemas son las que más inciden en el sistema de producción, puesto que radica principalmente en la utilización de las maquinarias que operan en la actualidad, por eso es motivo de que el problema radica por el desgaste de estos equipos, ya que hasta la fecha se ha realizado los ajustes necesarios, mantenimientos realizados pero su desgaste de la vida útil es notorio en el nivel de procesamiento de estas maquinarias, por ello se plantea una renovación de los equipos mencionados.

### **3.7 ANÁLISIS DE LOS INCREMENTOS DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO**

Los costos de mantenimiento es el precio pagado por concepto de las acciones realizadas para conservar o restaurar una maquinaria o equipo para que el producto o el sistema de producción puedan tener la misma capacidad de producción.

Los rubros por concepto de mantenimiento están compuestos principalmente por la mano de obra externa o interna, así como los materiales necesarios para realizar el tipo de mantenimiento que puede ser preventivo, predictivo o también la reparación que se le vaya a efectuar a las máquinas en cuestión. Desde el punto de vista del mantenimiento, estos costos son gastos que aseguran el mantenimiento de la empresa, y la vida útil de la maquinaria a mediano o largo plazo. Pero la disminución del presupuesto es punto clave para la ejecución de los mantenimientos previamente planificados así de igual manera los recursos destinados a este gasto, porque limita la cantidad de inversiones programadas, al principio represento un ahorro para la empresa, pero con el desgaste de la vida útil de los equipos y maquinarias se traduce

en un problema para la calidad del producto, capacidad de producción y gastos mayores para mantener a la empresa en su nivel operativo.

Del monto de los costos mantenimiento debemos mencionar cada una de las consecuencias que ha generado estos para la empresa:

- Pérdidas de materia prima en el procesamiento de la sal.
- Descenso de la productividad del personal mientras se realizan las reparaciones o los mantenimientos.
- Pérdidas energéticas por malas reparaciones o por no realizarlas.
- Rechazo de productos por mala calidad.
- Averías que puedan suponer riesgo para las personas o para la instalación de la empresa.
- Pérdida de producción durante los mantenimientos, menores ventas y menores beneficios económicos.

### **Impacto Económico de los Costos de Mantenimiento**

Según la información que se recolecto acerca de los problemas que se presenta en la empresa, uno de ellos son el funcionamiento de las maquinarias y equipos, con los costos de mantenimiento que se cubren para su ejecución, los datos acerca de los rubros fue gracias a la Gerencia de FAMOVISAL S.A, que comento que una hora de paralización cuesta 80 dólares por concepto de mano de Obra Directa, además por ser un proceso continuo en línea, la paralización de los equipos afectan y paralizan toda la línea de producción.

Para tener una idea sobre los costos de mantenimiento que se pagan por concepto de los mantenimientos, reparaciones y las paralizaciones que se han frecuentado se ha

elaborado un nivel de frecuencia que se ha suscitado en el último año en la empresa.  
Véase la siguiente tabla:

**Tabla N° 14.** Datos económicos de los costos mantenimientos en los equipos en el  
año 2016

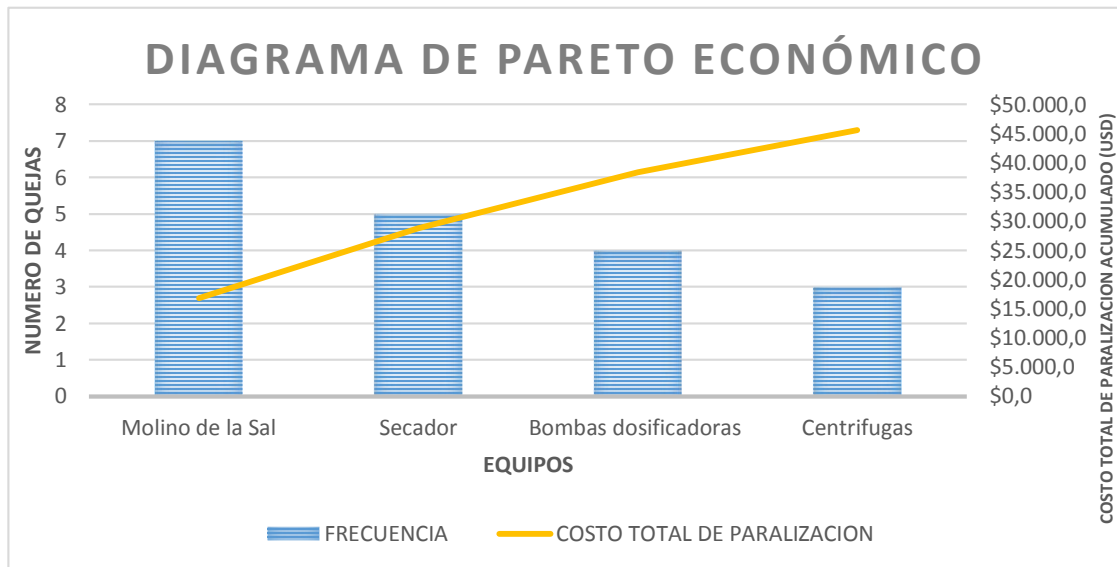
No	EQUIPOS	FRECUENCIA	HORAS DE PARALIZACIÓN EN EL AÑO 2016	COSTO (USD)	COSTO TOTAL DE PARALIZACIÓN	COSTO TOTAL DE PARALIZACIÓN ACUMULADO (USD)
1	Molino de la Sal	7	210	\$80	\$16.800,0	\$16.800,0
2	Secador	5	150	\$80	\$12.000,0	\$28.800,0
3	Bombas dosificadoras	4	120	\$80	\$9.600,0	\$38.400,0
4	Sinfín	3	90	\$80	\$7.200,0	\$45.600,0
	TOTAL	19	570		\$45.600,0	

Fuente: FAMOVISALS.A

Elaborado por: Jorge Povea Soriano

De acuerdo con los montos cancelados por concepto de mantenimiento, el costo total por las paralizaciones o por los mantenimientos ejecutados ascienden a \$ 45.600,00 dólares, una cantidad excesiva por el nivel de producción regular, a continuación se realizó un diagrama de Pareto económico de acuerdo a los montos:

**Gráfico N° 13.** Análisis económico de los costos mantenimiento en los equipos en el año 2016



Fuente: FAMOVISALS.A  
 Elaborado por: Jorge Povea Soriano

Como se observa en el gráfico #12, nos indica cada una de las maquinarias que actualmente afectan con el procesamiento de la sal, dado que el molino de dientes de la planta no opera correctamente para tener una sal hecho polvo, el secador tiene la anomalía frecuente de presentar o dar sal húmeda en ciertas ocasiones, la dosificaciones o los torques aplicados en la sal no se pone de acuerdo a los tiempos calibrados en cada una de las bombas encargadas de esta función, y las centrifugas dan problemas en el acopio de agua de mar en la etapa de la cosecha de la sal, así como el transporte de la misma entre las salmueras, y como además en el transporte del agua en el lavado de la sal previo a procesamiento.

### 3.8 APLICACIÓN DE ENCUESTAS A EMPLEADOS DE FAMOVISAL S.A



La encuesta es el método de investigación para la recopilación de datos estadísticos sobre la problemática en cuestión, para ello se realizó un formato de encuestas para su aplicación. (Véase el Anexo 1). Se utilizará para la aplicación de la encuesta el total de trabajadores de la Empresa FAMOVISAL S.A para conocer acerca de la problemática desde sus opiniones, y así despejar las dudas sobre las causas y factores que la producen.

### **3.8.1 OBJETIVO**

El objetivo de la encuesta es conocer información relevante sobre el desarrollo de las actividades productivas en la planta, y las tareas, elementos o aspectos que perjudiquen con el cumplimiento del sistema de producción.

La población laboral con la que cuenta la empresa FAMOVISAL S.A es de 29 trabajadores, comprendidos en las áreas netamente del sistema de producción. A continuación se presenta la tabulación de las encuestas aplicadas al personal que fue del 100% de los mismos:

## Tabulación de la encuesta

1. ¿Conoce usted acerca de la frecuente presencia de los problemas suscitados con las maquinarias y equipos en la empresa FAMOVISAL S.A?

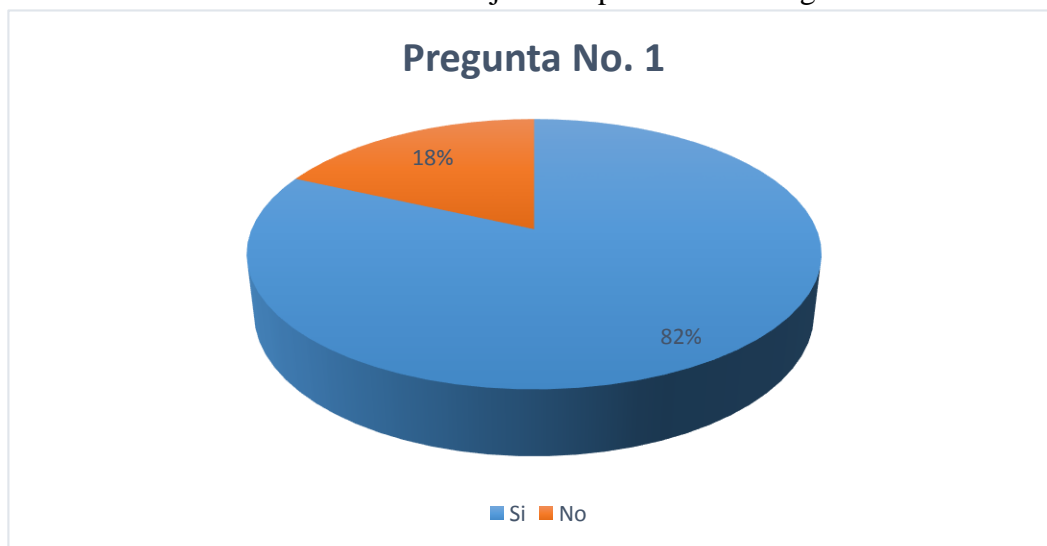
Tabla N° 15. Resultados de la Pregunta No. 1

Pregunta	Respuestas	Resultados	Porcentajes
<b>1</b>	Si	24	82%
	No	5	18%
	Total	29	100%

Fuente: FAMOVISALS.A

Elaborado por: Jorge Povea Soriano

Gráfico N° 14. Porcentaje de respuesta de la Pregunta No. 1



Fuente: FAMOVISALS.A

Elaborado por: Jorge Povea Soriano

**Resumen.** De acuerdo con la pregunta No. 1 la mayoría de los encuestados conocen de los problemas suscitados en la empresa con el 82%, y la otra parte del personal que son del área guardianes, estibadores el 18 % desconocen del tema.

2. ¿Cree usted que el problema de las paralizaciones o demoras en la producción, afectan a los ingresos económicos de la empresa?

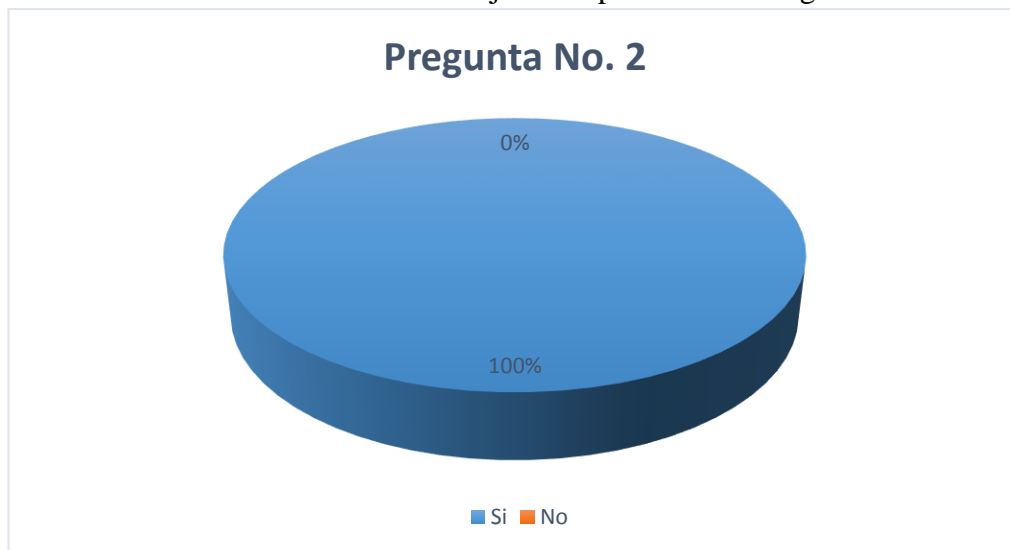
Tabla N° 16. Resultados de la Pregunta No. 2

Pregunta	Respuestas	Resultados	Porcentajes
<b>2</b>	Si	29	100%
	No	0	0%
	Total	29	100%

Fuente: FAMOVISALS.A

Elaborado por: Jorge Povea Soriano

Gráfico N° 15. Porcentaje de respuesta de la Pregunta No. 2



Fuente: FAMOVISALS.A

Elaborado por: Jorge Povea Soriano

**Resumen.** La mayoría del personal respondió positivamente a la pregunta No. 2 con el 100%, acerca de que los constantes problemas afectan a los ingresos económicos de la empresa.

**3 ¿Cree usted que es necesario renovar las unidades de producción por nueva tecnología para el procesamiento de la sal?**

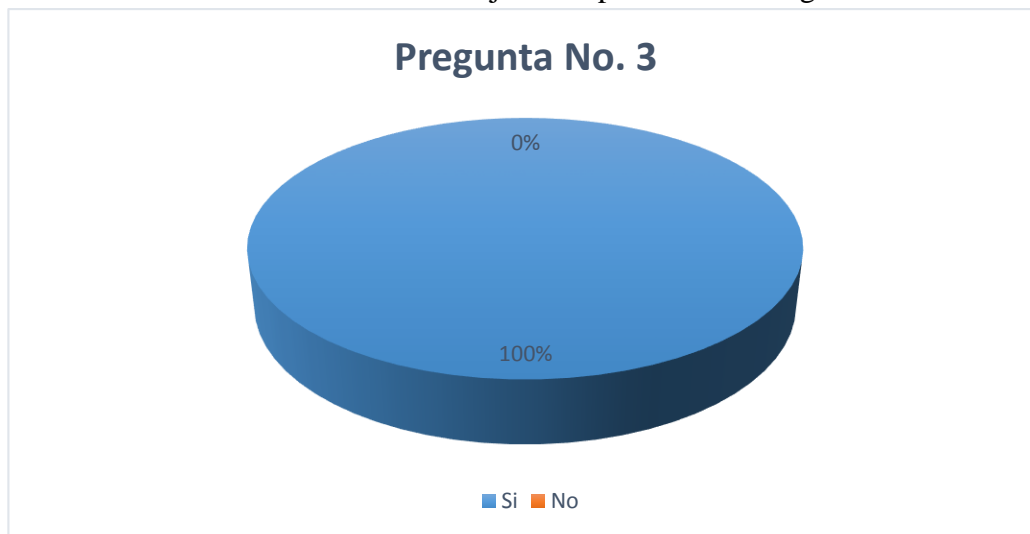
**Tabla N° 17.** Resultados de la Pregunta No. 3

Pregunta	Respuestas	Resultados	Porcentajes
<b>3</b>	Si	29	100%
	No	0	0%
	Total	29	100%

Fuente: FAMOVISALS.A

Elaborado por: Jorge Povea Soriano

**Gráfico N° 16.** Porcentaje de respuesta de la Pregunta No. 3



Fuente: FAMOVISALS.A

Elaborado por: Jorge Povea Soriano

**Resumen.** En base a la encuesta con respecto a la pregunta No. 3 los trabajadores de la empresa concuerdan con el 100% de respuesta, que la propuesta o la implementación renueve las unidades de producción por una tecnología para el procesamiento de la sal.

**4. ¿Cree usted que si el problema persiste podría acarrear hasta el cierre de la empresa y hasta la pérdida de sus clientes?**

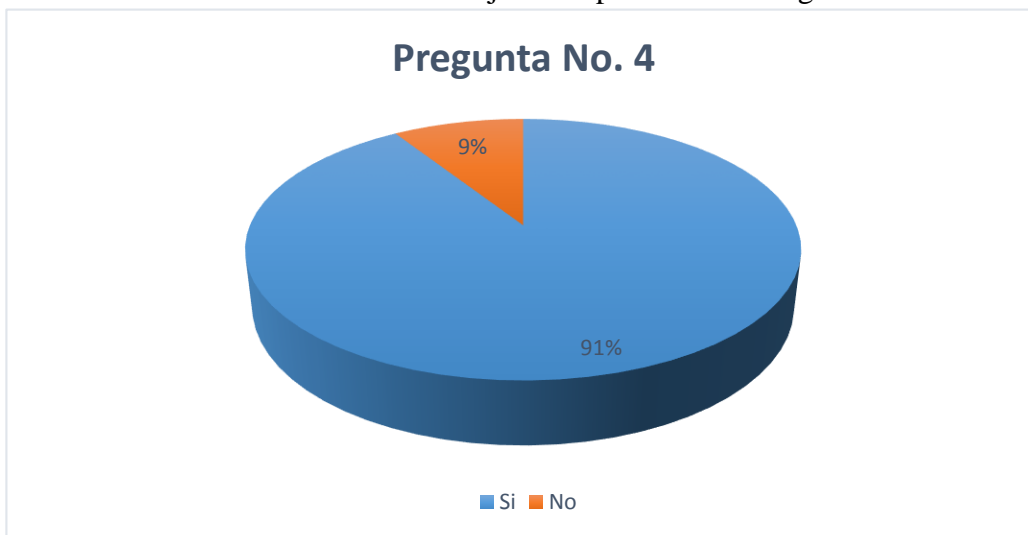
**Tabla N° 18.** Resultados de la Pregunta No. 4

Pregunta	Respuestas	Resultados	Porcentajes
<b>4</b>	Si	27	91%
	No	2	9%
	Total	29	100%

Fuente: FAMOVISALS.A

Elaborado por: Jorge Povea Soriano

**Gráfico N° 17.** Porcentaje de respuesta de la Pregunta No. 4



Fuente: FAMOVISALS.A

Elaborado por: Jorge Povea Soriano

**Resumen.** En la pregunta No. 4 la mayor parte del personal respondieron el 91% que si el problema persiste a largo plazo los problemas encontrados de ser regulares podrían volverse críticos, podría llegar hasta las pérdidas de confianza de los clientes, perdería mercado, así por último llegará a cerrar sus puertas; mientras que el 9% no piensan de esta manera creen que no pasara nada.

5. ¿Cree usted que es necesario la implementación de un nuevo sistema de producción para el proceso de refinamiento de la sal en la empresa FAMOVISAL S.A?

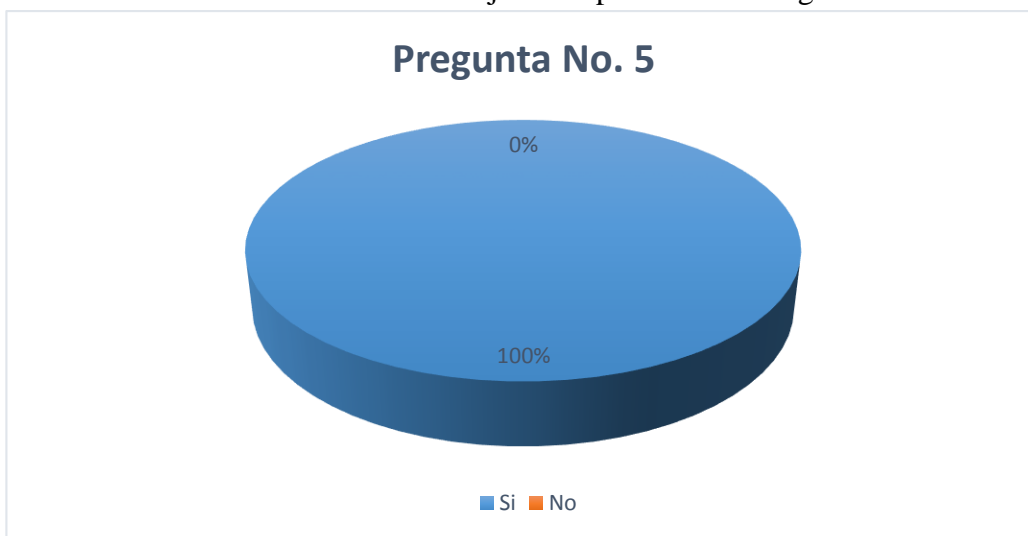
**Tabla N° 19.** Resultados de la Pregunta No. 5

Pregunta	Respuestas	Resultados	Porcentajes
<b>5</b>	Si	29	100%
	No	0	0%
	Total	29	100%

Fuente: FAMOVISALS.A

Elaborado por: Jorge Povea Soriano

**Gráfico N° 18.** Porcentaje de respuesta de la Pregunta No. 5



Fuente: FAMOVISALS.A

Elaborado por: Jorge Povea Soriano

**Resumen.** Los encuestados respondieron afirmativamente que si están de acuerdo con la implementación de un nuevo sistema de producción, se consiguió el 100% de respuestas positivas acerca del estudio técnico que consiste en la propuesta.

6. ¿Cree usted que se debe capacitar al personal sobre el nuevo funcionamiento del nuevo sistema de producción implementado para la empresa?

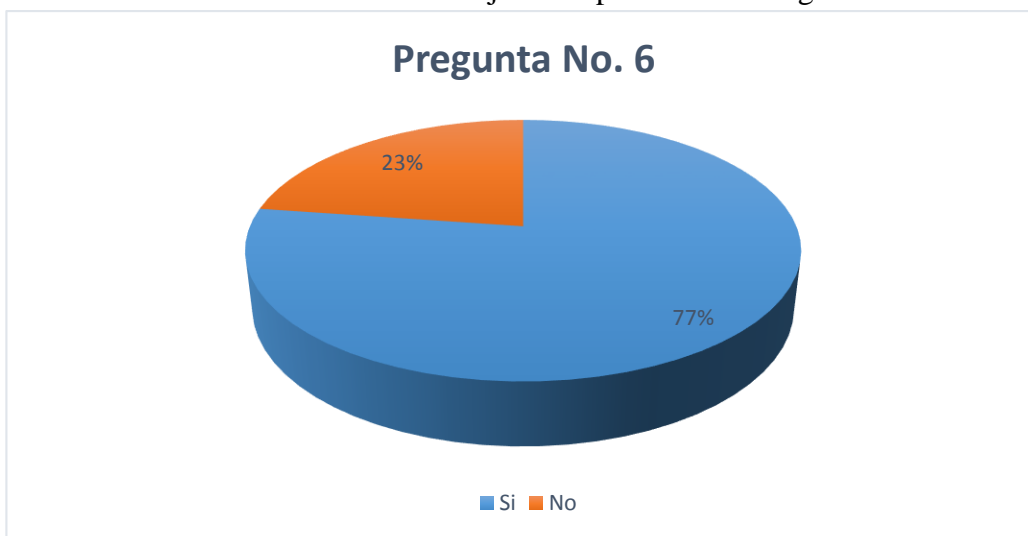
**Tabla N° 20.** Resultados de la Pregunta No. 6

Pregunta	Respuestas	Resultados	Porcentajes
<b>6</b>	Si	22	77%
	No	7	23%
	Total	29	100%

Fuente: FAMOVISALS.A

Elaborado por: Jorge Povea Soriano

**Gráfico N° 19.** Porcentaje de respuesta de la Pregunta No. 6



Fuente: FAMOVISALS.A

Elaborado por: Jorge Povea Soriano

**Resumen.** En la Pregunta No. 6 encontramos que el 77% de los encuestados creen que la capacitación al personal es necesario y fundamental para la operación de las nuevas maquinarias y equipos que consisten el nuevo sistema de producción planteado; con el

23% del resto de personal encuestado no coinciden que sea favorable un programa de capacitación para el desempeño de las operaciones.

**7. ¿Cree usted que es necesario un método de gestión de procesos para el control de las actividades en el nuevo sistema de producción?**

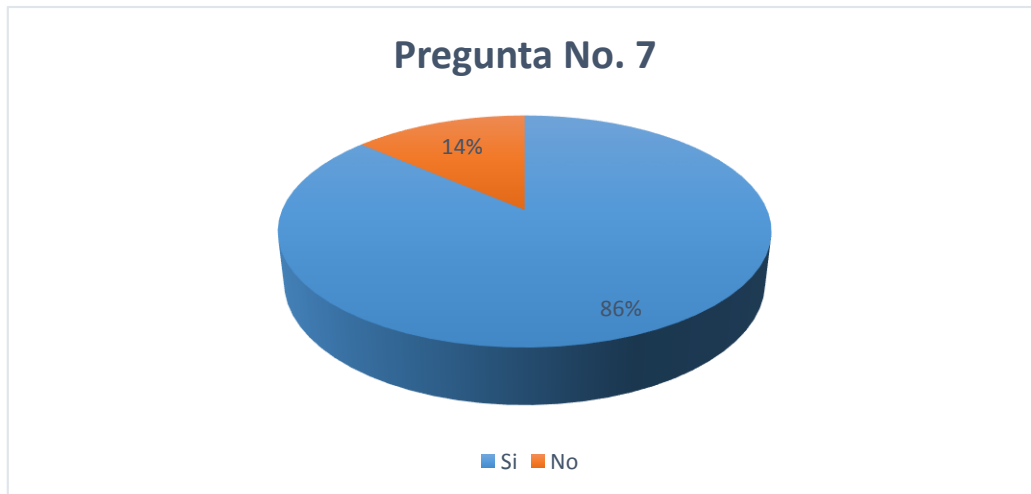
**Tabla N° 21.** Resultados de la Pregunta No. 7

Pregunta	Respuestas	Resultados	Porcentajes
<b>7</b>	Si	25	86%
	No	4	14%
	Total	29	100%

Fuente: FAMOVISALS.A

Elaborado por: Jorge Povea Soriano

**Gráfico N° 20.** Porcentaje de respuesta de la Pregunta No. 7



Fuente: FAMOVISALS.A

Elaborado por: Jorge Povea Soriano

**Resumen.** La mayoría de los empleados de la empresa FAMOVISAL S.A de acuerdo a la pregunta No. 7 respondieron con el 86% que están de acuerdo con un método de gestión de procesos como una mejora complementaria para el control de las actividades



y de las operaciones en base al nuevo sistema de producción; y el 14% de los trabajadores expresaron que si al caso se llega a realizar un método planteado se gastará demasiado dinero para su ejecución.

**8. ¿Cree usted que al implementarse se mejora los tiempos de producción y se evita los costos de mantenimiento correctivo?**

**Tabla N° 22.** Resultados de la Pregunta No. 8

Pregunta	Respuestas	Resultados	Porcentajes
<b>8</b>	Si	29	100%
	No	0	0%
	Total	29	100%

Fuente: FAMOVISALS.A

Elaborado por: Jorge Povea Soriano

**Gráfico N° 21.** Porcentaje de respuesta de la Pregunta No. 8



Fuente: FAMOVISALS.A

Elaborado por: Jorge Povea Soriano

**Resumen.** Prácticamente en la Pregunta No.8 de la encuesta todo el personal de la empresa respondió favorablemente con el 100% afirmativamente que creen que al implementarse la propuesta o el sistema de producción se mejorará los tiempos de producción y se evitará el gasto o inversión de los costos de mantenimiento.

### 3.8.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Una vez realizado la encuesta a toda la población laboral de la empresa FAMOVISAL S.S es necesario, sintetizar todos los datos recolectados por cada una de las preguntas y conocer el tipo de respuesta acerca de los factores o que si los trabajadores que tanto conocen del tema que se está tratando en la propuesta de tesis. De este modo se obtuvo mediante cálculos matemáticos los promedios de respuesta tanto afirmativamente y negativamente, para ello se elaboró una tabla sobre el promedio de resultados y su porcentaje respectivo:

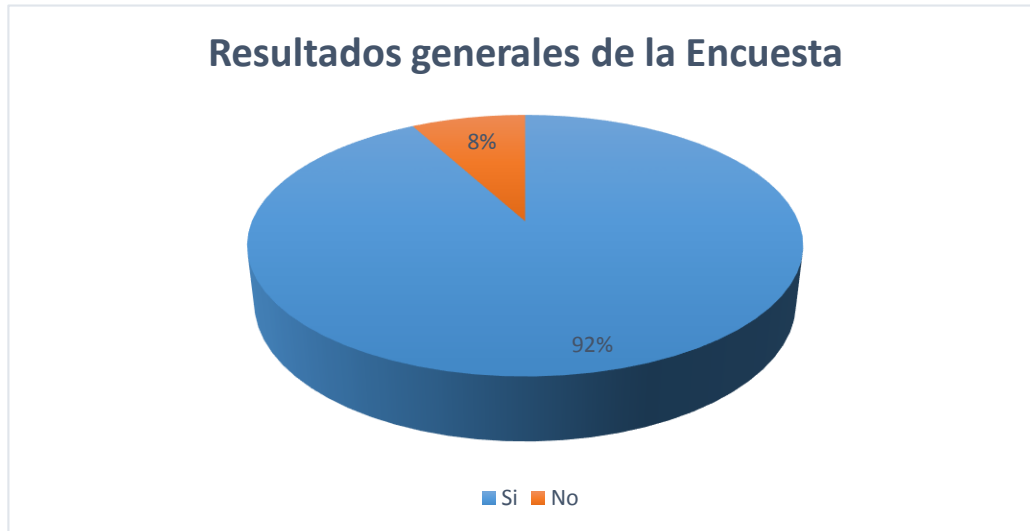
**Tabla N° 23.** Resultados generales de la encuesta

<b>Respuestas</b>	<b>Promedio</b>	<b>Porcentajes</b>
<b>Si</b>	162	92%
<b>No</b>	14	8%
<b>Total</b>	176	100%

Fuente: FAMOVISALS.A

Elaborado por: Jorge Povea Soriano

**Gráfico N° 22.** Porcentaje de respuesta de la encuesta



Fuente: FAMOVISALS.A  
Elaborado por: Jorge Povea Soriano

En la Tabla anterior se puede observar que la mayoría de los empleados de la Empresa FAMOVISAL S.A, respondieron positivamente sobre cada una de las preguntas, sumando 162 afirmaciones con el 92% y mientras que con el 8% contestaron 14 trabajadores de forma negativa, como resumen general nos da un promedio de 176 posibles respuestas.

### **3.9 DIAGNÓSTICO DE LA PROBLEMÁTICA.**

De acuerdo a los problemas encontrados en el diagrama de Pareto, los efectos con más perjuicio económico causaron a la empresa FAMOVISAL S.A durante el año pasado 2016, dentro de los equipos con problemas encontrados fueron Molino de Sal, secador, bombas dosificadoras y centrifugas, que en total le han costado a la empresa sumas significativas en cantidades de \$ 45.600,00, el año pasado respectivamente. En consecuencia es importante acotar que los tres primeros equipos causaron perjuicios económicos por \$ 38.400,00.

Se obtuvo información muy limitada por parte de la administración de FAMOVISAL S.A, en lo que a costo se refiere de una hora hombre cuando el personal de planta se paraliza representa una consecuencia aproximadamente \$ 80,00 dólares americanos.

En el análisis de los costos mantenimiento de los problemas revisados en FAMOVISAL S.A en la proceso de refinamiento de sal, solamente se citan a 4 equipos que son los que de mayor estado regular trabajan, con la finalidad de no profundizar las causas técnicas, ni hacer más extenso la propuesta en la implementación de nuevas unidades de maquinarias para el mejoramiento de producción. El resto de equipos también va ser tomado en cuenta pero solamente para analizar el orden económico por que también tuvieron indisponibilidad, fallas y demoras no tan perjudiciales, pero es notorio su mal funcionamiento, pero que no afecto en mayor parte a la producción de la planta.

## CAPÍTULO IV

### IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO SISTEMA PRODUCTIVO

#### 4.1 PLANTEAMIENTO DEL NUEVO SISTEMA PRODUCTIVO

En el análisis de realizado en el Capítulo III, se llegó a establecer que existen problemas de: baja producción de la sal, problemas en el funcionamiento en cada una de las máquinas y puestos de trabajo, estos dos problemas fueron encontrados mediante la utilización de Pareto. Al enfocar directamente la situación actual de eficiencia de la compañía y con los respectivos resultados, se procuró establecer de forma práctica y efectiva de aprovechar tales pérdidas y convertirlas en ingresos económicos de acuerdo y una readecuación de la línea de producción.

Como ya sabemos que estos problemas afectan directamente en el proceso y por tal razón se presentaron a continuación las causas y alternativas de solución como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla N° 24.** Principales problemas y alternativas de solución

<b>Problema</b>	<b>Principales Causas</b>	<b>Alternativa de Solución</b>
Pérdidas de tiempo por paralizaciones en el sistema de triturado	Daños en el sistema de triturado. Desgaste de los dientes de la trituradora.	Compra de un nuevo sistema de triturado de las mismas características del que se encuentra operando actualmente. Instalación de cada uno de los componentes que constituye el sistema de triturado. Manual de mantenimiento preventivo.

<b>Problema</b>	<b>Principales Causas</b>	<b>Alternativa de Solución</b>
Retención de humedad en la sal procesada	Deficiente nivel de calor del secador y falta de provisión de vapor en el calentamiento respectivo de la materia prima.	Compra de un caldero de similares características al quemador que se encuentra operando actualmente. Equipamiento de los repuestos para los mantenimientos respectivos si al caso se presenta averías con el tiempo.
Paralizaciones en la producción por mala Aditivación de Yodo y Flúor.	Deficiente nivel dosificación por parte de las bombas dosificadoras. Desgaste de los equipos utilización tanto para la preparación y aditivación de las soluciones de yodo y flúor.	Compra de bombas dosificadoras, paletas de mezclado, y recipientes de plástico de las mismas características del que se encuentra operando actualmente para el sistema de dosificación de yodo y flúor. Manual de funciones de operación de los equipos y mantenimientos respectivo.

Fuente: Investigación directa

Elaborado por: Jorge Povea Soriano

El presente trabajo tiene como objetivo definir y valorar la implementación de un sistema productivo conformado por la adquisición de tecnologías que pretendan conseguir un mejor rendimiento para cumplir con cada uno de los procesos que cumple para la elaboración de la sal de mesa. Se trata de un proyecto de aplicación real, con el dimensionamiento de los espacios de trabajo que debería ocupar cada equipo en la

empresa mediante un layout, se ha enfocado a las características espaciales ambientales de la planta en cuestión.

La propuesta se basa en la implementación de un nuevo sistema productivo para la planta procesadora de Sal FAMOVISAL S.A, por lo que se ha requerido una readecuación de cada una de sus áreas de trabajo, como también las maquinarias o equipos que componen el proyecto, se plantea la migración y renovación de todo lo que converge del procesamiento sal común anteriormente utilizado por uno que con la tecnología actual que brinda mejores y beneficiosos cambios en la producción de la planta. Cabe recalcar que la propuesta cubre con la adquisición de nuevas maquinarias para fines productivos, así como además una reestructuración de los métodos de trabajos y la distribución de la misma, ya que con ello se mejora prácticamente los tiempos de trabajo y las distancia en recorrer tanto del personal de trabajo como la materia prima procesada o el producto final.

Para el planteamiento de solución de la problemática existe la alternativa de renovación de todos los equipos mencionados y sus componentes, pero siguiendo algunas recomendaciones:

- La planta debe tener en cuenta en su proceso de producción por lo menos todo los equipos que necesiten una renovación por otras unidades nuevas como sus componentes, y todo esto ponerlo en funcionamiento de forma inmediata y la que está en uso utilizarla como alternativa de cambio opcional, para seguir sin interrupciones el proceso de elaboración de la sal.
- La planta debe contar dentro de sus lineamientos con planes de mantenimiento preventivo para cada uno de los equipos y maquinarias que se necesitan y serán renovados, todo esto se realiza para que el desgaste de los mismos, sean en menor proporción y que tengan una mayor durabilidad de su tiempo útil.

#### **4.1.1 SISTEMA PRODUCTIVO QUE SE DESEA IMPLEMENTAR**

La implementación de un nuevo sistema de producción, radica principalmente en la renovación de cada uno de los equipos, de acuerdo a las necesidades operacionales, económico y también en base a las condiciones geográficas del terreno que cuenta disponible en la empresa.

##### **Objetivos**

##### **Objetivo general**

Mejorar el proceso de producción para evitar paralizaciones continuas y dar propuestas de solución a los problemas encontrados que causan pérdidas económicas.

##### **Objetivos Específicos**

- Optimizar los trabajos que se efectúan en la planta FAMOVISAL S.A/
- Motivar el recurso humano mediante un clima laboral organizado.
- Mejorar el desenvolvimiento organizacional y operativo de la empresa.

#### **4.1.2 DIAGRAMAS DE PROCESOS**

El diagrama de proceso es una forma gráfica de representar las actividades involucradas en la elaboración de la sal, en este caso. En la práctica, cuando se tiene un proceso productivo se busca obtener mayor productividad, se estudian diversas operaciones para encontrar potenciales o reales “cuellos de botella”, y por lo tanto se da soluciones utilizando técnicas y métodos de ingeniería. El diagrama de procesos planteado se detalla en el Anexo No.2.



## **4.2 MAQUINARIAS Y EQUIPOS**

Las maquinarias y los equipos utilizados para la implementación o el nuevo sistema productivo que requiere la planta, constara de los siguientes que serán por sus funcionalidades:

### **4.2.1 CALDERA DE FLUIDO TÉRMICO**

Las calderas de fluido térmico de Pirobloc se adaptan a las normativas vigentes de cualquier territorio.

- Calderas de ejecución horizontal o vertical. No hay prácticamente ninguna diferencia funcional entre una caldera de fluido térmico horizontal o una caldera de aceite térmico vertical, quedando la decisión supeditada al espacio disponible, en planta y altura, y a la facilidad de mantenimiento.
- Nuestras calderas de fluido térmico aportan calor a través combustible líquido (fueloil, gasoil) y/o gaseoso (gas natural, propano, otros.). Una caldera de aceite térmico es el elemento principal de un sistema de fluido térmico, en el cual un combustible líquido es calentado y transferido para aportar energía a diferentes componentes dentro de un circuito cerrado.
- Funcionamiento automático y de vigilancia indirecta.

Un sistema de calentamiento a través de aceite térmico presenta numerosas ventajas, siendo las siguientes las principales:

- Seguridad. Nuestras calderas de fluido térmico operan sin presión ni agua. Esto evita los típicos problemas de las calderas de vapor, como son las perdidas, la corrosión, el tratamiento del agua, y otros.
- Las calderas de aceite térmico requieren de poco mantenimiento.

- Ahorros de combustible alrededor del 20% comparado con sistemas de vapor. Un sistema de fluido térmico consiste en un circuito cerrado con pérdidas mínimas de energía. Al menos el 90% del combustible es aprovechado para su objetivo principal, es decir, el aporte de calor.
- Los sistemas de aceite térmico son de gran eficiencia debido a la uniformidad de la temperatura durante todo el proceso productivo.

### **Características Técnicas**

- Gama de potencias: Desde 0.1 a 15 MW
- Presión máxima admisible (PS): 40 bar
- Presión de prueba (PT): 60 bar
- Presión máxima de servicio (Pms): 25 bar
- Temperatura de servicio: hasta 340°C
- Temperatura de diseño: 350°C
- Dos serpentines, tres pasos de humos.
- Fluidos contenidos: Fluidos térmicos. Grupo 1.
- Sistema de vigilancia: Indirecta.
- Intervalo de comprobación: Hasta 24 horas.
- Código de diseño: ASME VIII, Div 1, EN 13445, AD 2000, etc.

### **Componentes Estándar**

- Bombas de fluido térmico Allweiler
- Puertas abatibles
- Entrada N2 o vapor anti incendio.
- Tele gestión
- Ejecución ATEX

- Ejecuciones “Custom”

**Imagen N° 28. Caldera de Fluido Térmico**

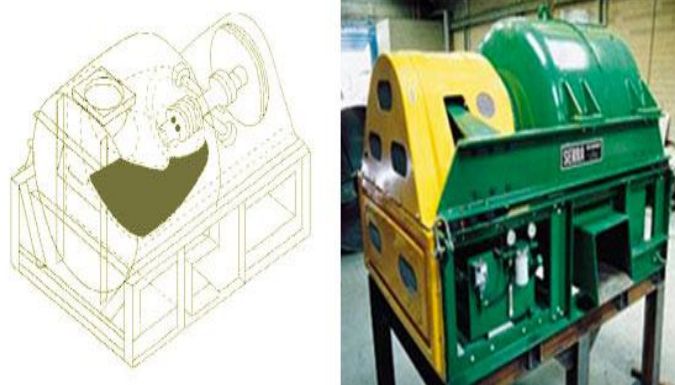


Fuente: <http://www.pirobloc.com/productos/calderas-de-fluido-termico/>

#### 4.2.2 CENTRIFUGA

**Centrifugas.** Una cesta Centrífuga vibratoria para diferentes capacidades son las principales máquinas de deshidratación de los cristales de sal.

**Imagen N° 29. Bombas centrifugas**



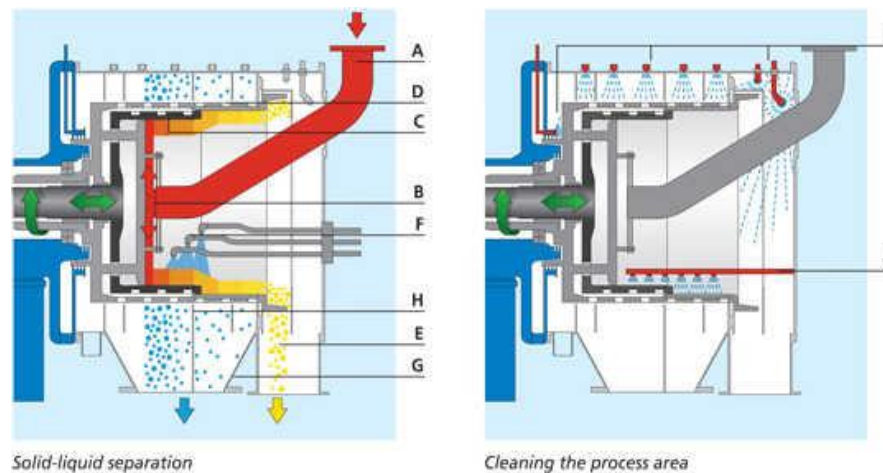
Fuente: Tryndamere

Elaborado por: Jorge Povea Soriano

La centrifuga es un instrumento o equipo utilizado en el campo de la producción que ha sido diseñado para utilizar la fuerza centrífuga que se genere en los movimientos de rotación, con el fin de separar los elementos constituyentes de una mezcla, en este caso separa la materia prima (sal) y el agua sobrante. Existe una amplia variedad de centrifugas para todas las necesidades, pero en la empresa en cuestión necesita una centrifuga de empuje.

Las centrifugas de empuje poseen cuencos de filtración equipados con láminas metálicas de tamizado o tamices ranurados. Estos sistemas también filtran los líquidos en el campo centrífugo y retienen los sólidos como tortas de filtración en los recipientes. Un movimiento de empuje oscilante transporta los pasteles fuera de los cuencos. Los sólidos también pueden lavarse con estos sistemas. Las centrifugas de empujadores funcionan continuamente y se recomiendan para grandes cantidades de sólidos donde se hacen exigencias medias sobre la pureza de los sólidos y la humedad residual.

**Gráfico N° 23.** Funcionamiento de la Centrifuga Pusher



Fuente: Centrifuge World

### 4.2.3 MOLINO HÚMEDO

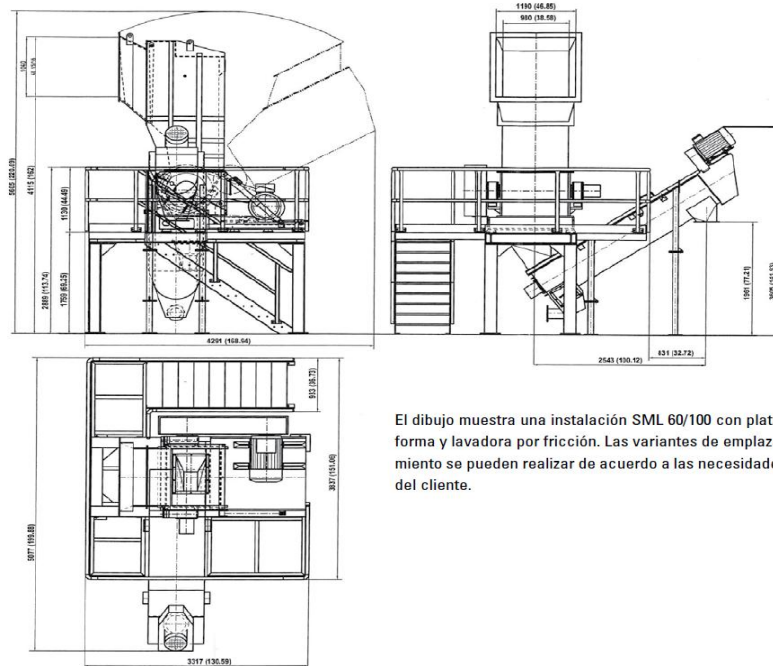
Los molinos húmedos son molinos de la serie Herbold SMS o SML que están equipados son empleados simultáneamente como molinos de lavado y de corte del material de alimentación sucio como, por ejemplo: Desperdicios de láminas de plástico, carcasas de baterías usadas, caja de botellas, entre otros elementos.

Los componentes de los molinos húmedos son los siguientes:

- Tolva de alimentación y deposito colector de material de acero inoxidable.
- Carcasa recubierta con una aleación de cromo-níquel (como opción).
- Rotor recubierto con una aleación de cromo-níquel o (como opción) zincado.
- Las obturaciones están colocadas en los lugares de separación de las cámaras de molienda.
- La(s) tubería(s) de agua esta (n) conectada (s) a la tolva de alimentación.

Durante el proceso de trituración de la sal se alimentan grandes cantidades de agua a la cámara de molienda. El movimiento que consiste en frotar y triturar simultáneamente el material, produce un proceso de lavado altamente eficiente. Dado que el granulado se evacua con el agua, frecuentemente se instala un mecanismo de tornillo sin fin de desagüe una vez realizado la criba para separar el agua sucia. Comúnmente se instala una lavadora por fricción detrás del molino de corte para mejorar el resultado del lavado a la sal.

**Imagen N° 30. Molino Húmedo**



El dibujo muestra una instalación SML 60/100 con plataforma y lavadora por fricción. Las variantes de emplazamiento se pueden realizar de acuerdo a las necesidades del cliente.

Fuente: Herbold Mechanics

#### **4.2.4 HIDROSEPARADOR**

Un elutriador o hidroseparador es un equipo utilizado en metalurgia, para separar partículas de diferente densidad y tamaño. El hidroseparador separa partículas por su diferente peso específico, separa la amalgama y el mercurio, esto se utiliza

principalmente en la minería, pero por su trabajo en el área industrial son consideradas a plantas salineras.

Está compuesto por una serie de tubos, con diámetros decrecientes, donde se obtiene una fracción de partículas determinada por la velocidad de sedimentación y la velocidad ascensional del agua que es introducida por la parte inferior del primer tubo. En los tubos siguientes, la alimentación viene procedente de la parte superior del tubo anterior, realizándose el mismo efecto. También se utiliza en la industria como selector de partículas. En su interior se depositan las partículas en función de su caída por gravedad (en función de su peso).

Sus ventajas son:

- Proceso rápido y seguro.
- Buena recuperación.
- Manejo simple
- No necesita motor (pero si agua a presión de por lo menos 5m de altura)
- Bajo costo

Para una eficiente separación de la sal se recomienda tamizar previamente la carga, para evitar entrada con tamaño mayor a 2 mm, difícil de suspender y eliminar con un flujo suave de agua. El grano grueso puede tratarse separadamente para evitar problemas con el equipo, si no se eliminan las partículas gruesas, estas descenderán junto a los residuos junto con las piedras de sal cayendo al fondo del recipiente colector.

**Imagen N° 31.** Hidroseparator



Fuente: <https://dir.indiamart.com/impcat/hydrocyclone.html>

#### **4.2.5 SECADOR DE LECHO FLUIDO**

El secador de lecho fluido, utiliza sensores y ejecutores comandados por programas específicos de secado que permiten optimizar los parámetros críticos del proceso. La temperatura del aire de ingreso, que no debe superar la temperatura crítica del producto (sal) es modulada por la señal de temperatura, la cual es medida por el sensor de aire en contacto con el producto fluidificado. La humedad del aire de ingreso es mantenida dentro de un estrecho rango de punto de rocío para lograr reproducibilidad del proceso de secado.

Así en condiciones optimizadas de temperatura, humedad y caudal de aire de ingreso, el secado será un proceso breve, reproducible, que dará una alta calidad del producto.

#### **Características del Secador**

- Determinación de la velocidad mínima de fluidización – VMF (Caudal mínimo).



- Cinética de Secado
- Punto final de Secado
- Caudal de aire y atrición del granulado.

**Modos de Secado.** Ese equipo cuenta con un software que permite configurar diferentes modos de secado, de acuerdo con la naturaleza del granulado a secar.

Tipo de Fluidización:

- a) velocidad mínima de fluidización (VMF)
- b) Progresiva controlada por tiempo.
- c) Máxima inmediata
- d) Controlada por gradiente de temperatura.

El equipo mide simultáneamente 8 parámetros durante el proceso:

- Temperatura del aire de ingreso:  $T_I$
- Temperatura del aire en contacto con el granulado:  $T_p$
- Temperatura del aire de egreso:  $T_e$
- Presión dentro de la cámara de expansión:  $P_{ce}$
- Presión en el pleno:  $P_p$
- Presión a la salida del aire:  $P_e$
- Caudal del aire:  $Q$

Las medidas son continuamente procesadas a través de un PLC que da repuesta en función del modo de secado configurado.

**Imagen N° 32.** Secador de Lecho fluidizado



Fuente: <http://www.comasa-sa.com/producto/secador-de-lecho-fluido/>

#### **4.2.6 TRANSPORTADORES DE BANDAS**

**Descripción.** Es uno de los sistemas de transporte continuo más utilizados en la industria, tanto para el transporte de cargas aisladas o bultos, como para materiales a granel. El procedimiento consiste en una cinta sin fin más o menos flexible, accionada por un motor, sobre la que se transportan las cargas tanto horizontalmente como con cierta inclinación.

**Partes Fundamentales.** El transportador de banda consta de una banda sin fin que es el elemento portador del transportador; de la estación accionadora que pone en movimiento el tambor impulsor; de la estación tensora, con el tambor tensor extremo y el dispositivo tensor, en lugar de los rodillos de apoyo se emplea un revestimiento continuo de madera o metálico. Además, se necesitan dispositivos de carga o descarga, tambores, desviadores y dispositivos para limpiar la banda.

## **Características Técnicas**

Es el elemento más importante, y su estructura está formada por una serie de tejidos superpuestos que forman el armazón, protegidos por sus caras libres con coberturas protectoras.

En los tejidos destinados a la construcción de bandas transportadoras, predominan los armazones que están contruidos por urdimbre y trama, revestidos por compuesto de goma a fin de conseguir una alta adherencia entre las distintas capas.

## **Ventajas de las bandas transportadoras**

- El TPU (poliuretano termoplástico) es un material no poroso, especialmente adaptado para uso en el ámbito alimentario.
- Muy buena resistencia al corte, abrasión y desgarrones.
- Excelente comportamiento en ambiente frío.
- Cumplimiento con las normas europeas para contacto alimentario.

La banda transportadora para los fines de la propuesta tiene los siguientes requisitos:

Alta resistencia mecánica longitudinal, flexibilidad en direcciones longitudinal (en tambores) y en transversal (en apoyos de rodillos), elevada resistencia al desgaste y a la desestatificación por reiterados dobleces, poca elasticidad y alta resistencia a la humedad.

Se empleará bandas de tipo natural o sintético, tipo de fabricación lisa para instalaciones horizontal y de pequeño Ángulo de inclinación, por ejemplo como se observa en la siguiente imagen:

### Imagen N° 33. Bandas Transportadoras



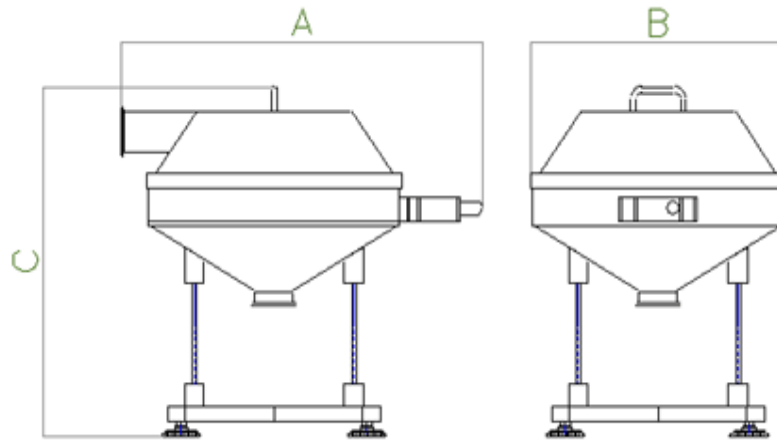
Fuente: [http://manflex-peru.com/index.php/productos/fajas-transportadoras?gclid=Cj0KCQjw5arMBRDzARIsAAqmJexS-ZQ7ON3rYDKOsUYolhnuFtLxVjoGYVGu3Jd\\_EHKihMj3UPDG6fsaAIUKEALw\\_wcB](http://manflex-peru.com/index.php/productos/fajas-transportadoras?gclid=Cj0KCQjw5arMBRDzARIsAAqmJexS-ZQ7ON3rYDKOsUYolhnuFtLxVjoGYVGu3Jd_EHKihMj3UPDG6fsaAIUKEALw_wcB)

#### 4.2.7 VIBRADORES O TAMICES

Separar terrones, grumos e impurezas de la materia prima en operaciones de transporte por vacío de polvos y granulados en general.

**Principio de Operación.** El tamiz vibratorio se conecta intercalado en un tramo horizontal de la línea de transporte neumático por vacío. El movimiento vibratorio se obtiene gracias a la acción del vibrador neumático a esfera rotante. El producto a tamizar, arrastrado por la corriente de aire de transporte, ingresa a la cámara superior y cae sobre la malla metálica o tamiz. La combinación del vacío de transporte y vibración del tamiz fuerzan al producto a pasar a través de la malla metálica; el mismo cae a la cámara inferior y sigue su curso a través de la tubería de transporte, siendo retenidos en la cámara superior únicamente los terrones, grumos o impurezas que se deseaba separar del resto del producto.

**Imagen N° 34. Vibradores o Tamices**



Fuente: [http://www.indutra.com/tamiz\\_vibratorio\\_det.php](http://www.indutra.com/tamiz_vibratorio_det.php)

Al finalizar la carga de producto, debe desmontarse el cuerpo del tamiz de su base de apoyo y proceder a su lavado, para eliminar las impurezas acumuladas sobre la malla metálica y el cuerpo del tamiz. La idea de este equipo no es clasificar producto por tamaño de partículas, sino separar las impurezas normales que puedan contener la materia prima o producto a transportar.

## Ventajas

- Operación limpia y en ambiente sano libre de polvo.
- Equipo sanitario, fácilmente desarmable y de fácil limpieza.
- Diseño compacto, robusto y de fácil desplazamiento.
- Equipo íntegramente construido en hacer inoxidable calidad 304.
- Tamaño de malla según especificación (malla 100-50-20)
- Vibrador neumático a esfera rotante, silenciosa y con bajo consumo de aire comprimido.

### 4.2.8 CICLÓN

Los ciclones o separadores centrífugos permiten la purificación del aire o de un gas polvo utilizando el principio de la fuerza. Los ciclones se aplican cuando el aire a tratar presenta una concentración de partículas extremadamente alta y cuando de ser eliminado el polvo grueso, lo que puede dañar los dispositivos más delicados de la depuración.

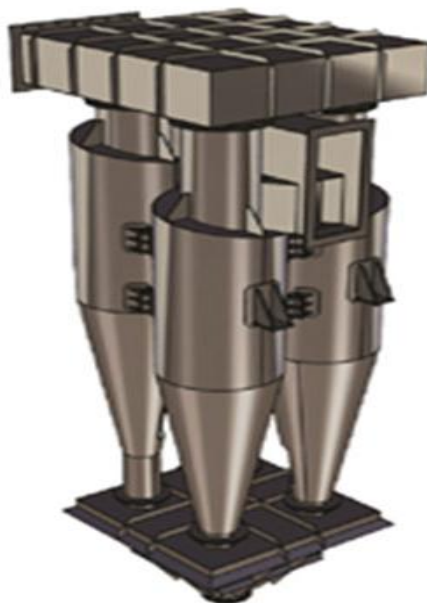
**Funcionamiento.** El principio de funcionamiento actual donde el flujo de aire aspirado, entra tangencialmente en la parte superior del cuerpo cilíndrico y continua en espiral hacia la parte inferior de forma cónica; las partículas sólidas presentes en la corriente, como resultado de la fuerza centrífuga, tienden a asumir una dirección radial, encontrando las paredes internas del ciclón obteniendo de tal manera una ralentización de la vena fluida que favorece la separación del aire, en el fondo el aire se separa del polvo subiendo el ciclón según una espiral más estrecha y sobresalen de la parte superior, las partículas se recogen en la parte inferior, a partir del cual se pueden hacer caen en un recipiente apropiado o se extraen con diferentes y adecuados sistemas.

### **Ventajas:**

- Alta eficiencia en partículas gruesas, reducción incluso de partículas finas, aunque con baja eficiencia.
- Mantenimiento simplificado, vista la falta de órganos en movimiento;
- Simplicidad en la recuperación del polvo.
- Necesidad de espacios limitados para la implementación del equipo.
- Bajos costos de implementación y uso.
- Posibilidad de trabajar a cualquiera temperatura.
- Posibilidad de trabajar con humos húmedos.
- Buena flexibilidad operativa.

La baja eficiencia para granometrías finas es una desventaja importante, que rebaja este dispositivo como pre-tratamiento de sistemas de separación más eficientes y costosos.

**Imagen N° 35. Ciclón Propuesto**



Fuente: <http://www.irma-ps.com/spa/proizvodi.html>

**Aplicaciones.** Son utilizados los ciclones cuyo proceso de producción, cuando su materia se genera polvo de cualquier tipo (en este caso la sal), pero con tamaño de grano grueso y alta concentración, tales como; el trabajo de la madera (aserraderos para el polvo y serrín), de los metales, de la goma, del plástico, mezclado, pesaje y embalaje de materiales polvorientos, chorreado de arena, esmerilado, cortes de diversos tipos, fusión de materiales metálicos y la combustión de materiales sólidos, operaciones mecánicas, refinerías, cementeras.

#### **4.2.9 CANGILÓN**

Los elevadores de cangilones han demostrado, desde hace décadas, su eficacia en el transporte vertical de diversos productos a granel. Es de gran utilidad cuando se requieren transportar materiales a diferentes niveles, donde no es práctico el empleo de tornillos ni de bandas. Consta de una serie de cajas unidas a una banda o cadena, las cuales cuando ascienden se llenan de material y descienden en forma invertida descargando el material por gravedad (elevador continuo) o por efectos centrífugos (elevador centrífugo). Los elevadores de cangilones con cadena son los sistemas de transporte preferentes para el transporte de productos a granel calientes y materiales de grano grueso. Con su elevador de cangilones con cadena central, BEUMER Group ofrece soluciones económicas y probadas para las más altas capacidades de transporte.

Se utilizará los elevadores de cangilones con cinta de alto rendimiento, ya que brinda los requerimientos para los procesos industriales del procesamiento y la cosecha de la sal.

#### **Especificaciones Técnicas:**

Elevadores de cangilones con cinta de alto rendimiento se usan para los productos a granel harinosos y de grano pequeño, como por ejemplo harina cruda, arenillas, arena,



concentrados de mineral, otros. Alturas de transporte de hasta 175 m ya han sido realizadas. Anchuras de cangilón de 160 a 2.000 mm están disponibles para una adaptación graduada a la capacidad de transporte necesaria. Para los productos a transportar con una baja gravedad específica se emplea un cangilón especial para permitir un tipo de construcción particularmente económica.

Está diseñado para ofrecer un uso diario y continuado a lo largo de todo el año ante las condiciones más exigentes en el manejo y transporte de la sal. Su diseño y fabricación en acero galvanizado de calidad S350GD con gran recubrimiento Z-600.

**Imagen N° 36.** Elevador de Cangilones Industrial



Fuente: <http://siloscordoba.com/es/productos/eci-elevador-de-cangilones-industrial/>

#### **4.2.10 PANEL DE CONTROL**

Los paneles de control desempeñan una función importante en el entorno de manufactura actual. Al ser esenciales para los sistemas de automatización y control,

necesitan manejar varios desafíos, como los avances en tecnología de sistemas de control, y la evolución del proceso de fabricación y diseño.

Es albergar diferentes dispositivos eléctricos, electrónicos, otros. que gobiernen la lógica y energicen cargas, tales como; motores, generadores, máquinas de procesos, entre otros., o sea, todo aquello que necesite la industria para controlar el funcionamiento de las máquinas.

**Ventajas:**

1. La totalidad de sus componentes se pueden adquirir rápidamente.
2. Su estudio, fabricación e instalación es muy difundido desde hace décadas.
3. La adaptación de los responsables del mantenimiento es rápida, debido a que todo es conocido.
4. Se enseña en todas las universidades, institutos técnicos y escuelas técnicas.
5. Existe gran cantidad de material de consulta, tales como; libros, revistas, catálogos, separatas, otros., y aprender su lógica resulta sencilla.

No existen inconvenientes en cuanto al lugar de su instalación, ya que todos los equipos son de ambientes industriales, salvo en aquellas zonas donde puedan existir fugas de gases explosivos.

**Imagen N° 37. Panel de Control**



Fuente: <http://www.instrumentacionycontrol.net/cursos-libres/automatizacion/curso-de-plcs-avanzado/item/651-comenzando-desde-la-nada-el-tablero-electrico.html>

### **4.3 ANÁLISIS DE LAS MEJORAS PARA LA PRODUCCIÓN**

Para el análisis de las mejoras para la producción se va a calcular algunos índices de productividad, que nos permitirán demostrar las mejoras que la planta en mención tendrá. Una vez se dé la implementación de los nuevos equipos se aumentaría la productividad en un 40%.

#### **Índice de Productividad (IP)**

El índice de productividad se refiere cuando la producción crece para un mismo nivel de consumo, el índice de productividad crece, indicando que la empresa es más productiva, es decir que administra mejor sus recursos para producir con la misma cantidad de recurso, para ello se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de productividad} = \frac{\text{Ventas}}{\text{Recurso utilizado}}$$

### ***Índice de Productividad Actual ( $IP_a$ )***

**Donde:**

Ventas (2016) = \$97.111

Recurso Utilizado = \$66000

$$IP_a = \frac{97.111}{66000}$$

$$IP_a = 1.47$$

### ***Índice de Productividad Mejorado ( $IP_m$ )***

**Donde:**

Ventas (2016) = \$97.111 USD

Recurso Utilizado = \$39738 USD

$$IP_m = \frac{97.111}{20400}$$

$$IP_m = 4.76$$

**Análisis:**

El índice de productividad actual de la empresa es de  $IP_a=1.47$ , que resultado de acuerdo a las ventas realizadas en el año 2016 indica con el flujo de efectivo utilizado en recursos utilizados (materia prima + mano de obra + gastos varios “repuestos de equipos, mantenimientos y paralizaciones en la planta”), pero con la novedad que el índice de productividad mejorado nos indica un aumento de la productividad de la

empresa debido a que el flujo de recursos utilizados se ha disminuido por los recortes de mantenimiento y la adquisición de repuestos que representaron para la empresa en el año 2016 la suma de \$45600.

### **Índice de Productividad de mano de obra (IPMO)**

La productividad de la mano de obra se refiere a la eficiencia del factor humano dentro del proceso de producción, una baja deficiencia no solo significaría que los trabajadores no sean eficientes en su trabajo.

$$\text{Índice de productividad de mano de obra} = \frac{\text{Precio de Venta Unitario} * \text{Nivel de Producción}}{\text{Costo hora de Mano de obra} * \text{No de horas empleadas}}$$

### ***Índice de Productividad de Mano de Obra Actual (IPMO<sub>a</sub>)***

**Donde:**

Precio de Venta Unitario (saco de sal de 50Kg) = \$25,00

Nivel de Producción actual = 60% = 0.6

Costo hora de mano de obra = \$2,00

No. de horas empleadas = 8 horas

$$IPMO_a = \frac{25,00 * 0.6}{2,00 * 8}$$

$$IPMO_a = 0.9375$$

### ***Índice de Productividad de Mano de Obra Mejorado (IPMO<sub>m</sub>)***

**Donde:**

Precio de Venta Unitario (saco de sal de 50Kg) = \$25,00

Nivel de Producción mejorado= 100% = 1

Costo hora de mano de obra = \$2,00

No. de horas empleadas = 8 horas

$$IPMO_a = \frac{25,00 * 1}{2,00 * 8}$$

$$IPMO_a = 1.56$$

### **Análisis:**

De acuerdo a los resultados obtenidos por el índice de productividad de mano de obra, comparando los valores del sistema de producción actual con el mejorado se ve un aumento de casi un 0.62 de incremento de productividad en la planta por parte de la mano obra operativa, esto se daría gracias a que ya no va a ver paradas de producción ni tiempos perdidos ocasionados por fallas mecánicas en los equipos.

### **Índice de Productividad de Materia Prima (IPMP)**

Básicamente este índice productivo indica el cociente entre la producción y el consumo, es decir, entre el beneficio y el coste, todo en función de la empresa en este caso una planta salinera.

$$\text{Índice de productividad de materia prima} = \frac{\text{Precio de Venta Unitario} * \text{Nivel de Producción}}{\text{Costo Total de Materia Prima}}$$

### **Índice de Productividad de Materia Prima Actual (IPMP<sub>a</sub>)**

#### **Donde:**

Precio de Venta Unitario (saco de sal de 50Kg) = \$25,00

Nivel de Producción actual = 60% = 0.6

Costo de Materia Prima = \$1.8

$$IPMP_a = \frac{25,00 * 0.6}{1.8}$$
$$IPMP_a = 8.33$$

***Índice de Productividad de Materia Prima mejorado (IPMP<sub>m</sub>)***

**Donde:**

Precio de Venta Unitario (saco de sal de 50Kg) = \$25,00

Nivel de Producción mejorado = 100% = 1

Costo de Materia Prima = \$1.8

$$IPMP_m = \frac{25,00 * 1}{1.8}$$
$$IPMP_m = 13.88$$

**Análisis:**

De acuerdo a los cálculos realizados (teniendo en cuenta que por cada saco de 50kg refinado, en el mercado se vende en \$25,00), nos da un incremento de la productividad en relación de la actual con la mejorada en 5.55 puntos, que nos representaría un rendimiento casi del 40%

**Índice de Productividad Total (IPT)**

Un índice de productividad total es el cociente entre la producción y el consumo de los recursos utilizados. Este índice se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de productividad total} = \frac{\text{Flujo de Ingresos} * \text{Nivel de Producción}}{\text{Costo M.O} + \text{Costo Total de M.P} + \text{Depreciación} + \text{Gastos}}$$

$$IPT = \frac{\text{Flujo de Ingresos} * \text{Nivel de Producción}}{\text{Flujo de Egresos}}$$

***Índice de Productividad Total Actual (IPT<sub>a</sub>)***

**Donde:**

Flujo de Ingresos Anual (2016) = 97.111,00 USD

Nivel de Producción actual = 60% = 0.6

Flujo de Egresos actual (Costo de Mano de Obra+ Costo Total de Materia Prima + Depreciación + Gastos Varios) = \$ 85.338 USD

$$IPT_a = \frac{97.111 * 0.6}{85.338}$$

$$IPT_a = 0.6827$$

***Índice de Productividad Total Mejorado (IPT<sub>m</sub>)***

**Donde:**

Flujo de Ingresos Anual (2016) = 97.111,00 USD

Nivel de Producción mejorado = 100% = 1

Flujo de Egresos mejorado (Costo de Mano de Obra+ Costo Total de Materia Prima + Depreciación + Gastos Varios) = \$ 85.338 USD



$$IPT_a = \frac{97.111 * 1}{39738}$$

$$IPT_a = 2.44$$

### **Análisis:**

El índice de productividad total de la planta FAMOVISAL S.A nos muestra un incremento de 1.76 puntos en relación a la actual con la mejorada, esto se debe principalmente con la renovación de cada uno de los equipos que compone el nuevo sistema de producción planteado, nos indica una mejora sustentada que el porcentaje de efectividad de producción es del 100% dado que la máquinas y equipos trabajarían en óptimas condiciones, pero en este caso se producirá más sal de mesa, en menos tiempo de lo normal, mostrando una mejora en la utilización de recursos como dinero que se invierta cada mes en su producción.

### **4.4 DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA PROPUESTO**

En la propuesta evidenciamos una mala distribución de planta y proponemos una reestructuración que logran una mejora realización de las actividades designadas como se muestra en el siguiente gráfico:

**Nota:** El diagrama de planta acorde con la ubicación planteada se muestra con mayor lucidez en el Anexo No 2, de esta propuesta. El diagrama de tubería propuesto para el nuevo sistema de producción planteado esta en el Anexo No. 3. También se ha realizado un esquema de equipos tanto del secador y el ciclón, este plano está en el Anexo No.4, y por último se ha elaborado un dimensionamiento de las medidas del secador planteado para las necesidades de la planta, se encuentra en el Anexo No. 5.

#### **4.5 CAPACITACIÓN DEL PERSONAL**

La capacitación de los operadores de las maquinarias es muy importante en la empresa porque ayuda al desenvolvimiento del personal en cada uno de los procesos que constituye el nuevo sistema de producción planteado.

##### **Los objetivos de la capacitación:**

- Capacitar a los operarios de las actividades que realizan cada una de las maquinarias.
- Prevenir de posibles accidentes acerca del funcionamiento de cada uno de equipos y maquinarias que se han planteado.
- Asegurar una mayor vida útil de sus equipos, a través de una adecuada operación del personal.
- Evitar demoras en el procesamiento de la sal, debido al funcionamiento individual y colectivo de las maquinarias del sistema de producción.
- Mejor manejo de los equipo, dado que son nuevas unidades su funcionamiento no tendrá inconvenientes pero si es necesario que el personal tenga control y vigilancia durante las jornadas de trabajo de la planta.

#### **4.6 PROGRAMA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO**

Se recomienda adoptar un plan y programa de control acorde con estas instrucciones para el operador de la planta, que incluye lo siguiente:

1. Todo sistema auxiliar instalado debe ser supervisado.
2. Cada una de las conexiones entre tuberías deben ajustarse correctamente para que no den escapes visibles de la materia prima procesada.
3. Verifique que no haya escapes por las juntas y sellos.

4. Verifíquese el nivel del lubricante en las bombas, aceite térmico en el caldero, verificar los niveles de calibración de las dosificadoras, el corte de los dientes de la molienda, y las capacidades de calor del quemador.
5. Chequéese si la condición de servicio está dentro del rango seguro de operación para la bomba.
6. Compruébese la vibración, el nivel de ruido y la temperatura superficial de cada uno de los equipos, para una operación satisfactoria.
7. Verifíquese que se haya eliminado la suciedad y el polvo en las zonas alrededor de las holguras, como en el caso de los motores y bombas.
8. Compruébese el alineamiento del acoplamiento y, si es necesario, alinearla de acuerdo a los márgenes del fabricante.

### **Inspección de Rutina (Diaria/Semanal)**

Efectúense los siguientes chequeos y tómense las medidas necesarias para remediar cualquier desviación:

1. Compruébese el comportamiento de la operación. Asegúrese que el ruido, la vibración y las temperaturas de los equipos sean los normales.
2. Compruébese que no haya fluido anormal ni tampoco fugas de lubricante (juntas estáticas y dinámicas) y que los sistemas de obturación, si lo hay, estén llenos y operen normalmente.
3. Verifique que las fugas por la junta del eje este dentro de los límites razonables.
4. Chequéese el nivel y estado del aceite lubricante. En bombas lubricadas con grasa. Compruébense las horas de funcionamiento desde que se efectuó la última recarga o cambio completo de grasa.

### **Inspección periódica (semestral)**

1. Inspecciónense los pernos de anclaje para determinar la seguridad de fijación y corrosión de los equipos.
2. Chequéense los registros de funcionamiento de los equipos, hora tras hora, para determinar si se debe cambiar repuestos o algún elemento.
3. Verifíquese si el aislamiento de cada equipo es correcto así como el desgaste de los elementos que lo constituyen.

Las inspecciones que deben realizarse, deben ser controladas por las autoridades o los jefes de producción respectivos de la empresa, el control debe ser permanente para cada uno de los nuevos equipos.

Las herramientas y técnicas que se utiliza en ingeniería industrial sobre el mantenimiento, seguridad e higiene industrial son aplicables a todo sistema productivo por más pequeño que sea, donde se realice una actividad que este inmersa en la producción, para esto nos manifiesta que las condiciones y lugar de trabajo se encuentren con todo lo reglamentado para proporcionar un servicio de óptima calidad con la responsabilidad de los mismos.

## CAPÍTULO V

### ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DE LA PROPUESTA

#### 5.1 COSTOS E INVERSIONES DE LA PROPUESTA

De acuerdo al análisis realizado sobre los equipos de la planta FAMOVISAL S.A es necesario la renovación de cada uno de ellos, por lo que se elaborará un plan de inversión para poder llevar a cabo la propuesta, de este modo constará los costos de los equipos para la puesta de las unidades nuevas de producción para la elaboración de la sal, y el nuevo sistema de producción de la planta en cuestión. Se realizó una tabla de todos los equipos necesarios para el plan de inversión, como se describe a continuación:

**Tabla N° 25.** Plan de Inversión y Financiamiento

<b>EQUIPO</b>	<b>PRECIO</b>
Caldera de fluido térmico	98.233,54
Centrifuga	17.500,14
Molino húmedo	29.840,15
Hidroseparator	38.560,62
Secador de Lecho fluidizado	57.410,97
Transportadores de banda	11.115,56
Vibradores o tamices	22.258,09
Ciclón	46.520,75
Cangilón	33.874,01
Panel de Control	8.741,58
Equipos de Dosificación	15.321,50
<b>SUBTOTAL</b>	<b>379.376,37</b>
<b>12% IVA</b>	<b>45.525,16</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTADO</b>	<b>424.901,53</b>

Elaborado por: Jorge Povea

El monto total de la inversión para la implementación de la propuesta tiene un valor de **\$ 424.901,53 USD.**

### 5.1.1 COSTO DE OPERACIÓN

En el costo de operación se describe todo lo concerniente sobre posibles capacitaciones sobre el manejo de los equipos así como los gastos varios que pueden ser impresiones de documentación respectiva utilizada en las capacitaciones:

**Tabla N° 26. Costo de Operación**

<b>Costo de Operaciones de la Propuesta</b>	
Programa de Capacitación	1.200,00
Gastos Varios por Capacitación	650,00
<b>Total</b>	<b>\$ 1.850,00</b>

Elaborado por: Jorge Povea

Los costos de operación sobre las capacitaciones a los trabajadores de la Planta FAMOVISAL S.A, tiene un costo de \$ 1850,00, este monto se refiere a las 60 horas de capacitación para el correcto manejo de los equipos.

### 5.1.2 INVERSIÓN TOTAL

La inversión total es la suma de la inversión fija más los valores de costo de operación, por lo que se ha realizado una tabla que describe lo siguiente:

**Tabla N° 27. Inversión Total**

<b>Inversión Total</b>		
<b>Detalle</b>	<b>Costos</b>	<b>Porcentajes</b>
Inversión Fija	\$ 424.901,53	99,56%
Costos de operaciones	\$ 1.850,00	0,05%
<b>Total</b>	<b>\$ 426.751,53</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Jorge Povea

Una vez efectuado la inversión total, esta suma proviene de la inversión y los costos operativos, este valor comprende la implementación del nuevo sistema de producción para la planta salinera FAMOVISAL S.A, su monto es de un aproximado \$ 426.751,53.

## 5.2 FINANCIAMIENTO

Para el financiamiento de la propuesta se considera que la empresa aplique un préstamo o crédito financiero, a una entidad bancaria privada, como sabemos en esta clase de préstamos utilizan el 12% de tasa de interés del préstamo, y este monto se cancelará en un plazo de dos años con montos deducibles y que sean al alcance de la empresa FAMOVISAL S.A, dado que los ingresos recibidos por concepto de ventas de sacos de sal no cubren la totalidad de inversión general que se requiere. La inversión para la propuesta planteada se empleará un financiamiento por un préstamo del 80% de la totalidad del monto presupuestario, la cual tiene una tasa de interés del 3% trimestral, es decir, que se cancelará el 12% de interés y se pagará su totalidad por un período de 3 años.

**Tabla N° 28.** Financiamiento

<b>DETALLE</b>	<b>COSTO</b>
Inversión inicial	\$ 426.751,53
Crédito Financiado (C): 80%	\$ 341.401,22
Capital propio 20%	\$ 90.000,00
Interés anual	12%
Interés trimestral	3%
Número de pagos	12

Fuente: Investigación Directa

Elaborado por: Jorge Povea

### 5.2.1 AMORTIZACIÓN DE LA INVERSIÓN DEL PRÉSTAMO BANCARIO

Para el préstamo bancario requerido debe ser amortizado, para ello se aplicará la siguiente fórmula matemática:

$$Pago = \frac{C * Tasa}{1 - (1 + Tasa)^{-n}}$$

$$Pago = \frac{341.401,22 * 3\%}{1 - (1 + 3\%)^{-12}}$$

$$Pago = \$ 34.197,41 USD$$

Los pagos por efectuarse trimestralmente del crédito realizado para el funcionamiento ascienden a \$ 34.569,41 USD de acuerdo la ecuación de interés compuesto que se ha empleado:

**Tabla N° 29.** Amortización

Trimestre	n	Crédito	Interés (I)	Pago	Deuda
Dic-2017	0	341.401,22	3%		C+i-Pago
Mar-2018	1	341.401,22	10.242,03	34.197,41	317.445,84
Jun-2018	2	317.445,84	9.523,37	34.197,41	292.771,80
Sep-2018	3	292.771,80	8.783,15	34.197,41	267.357,54
Dic-2018	4	267.357,54	8.020,72	34.197,41	241.180,85
Mar-2019	5	241.180,85	7.235,42	34.197,41	214.218,86
Jun-2019	6	214.218,86	6.426,56	34.197,41	186.448,01
Sep-2019	7	186.448,01	5.593,44	34.197,41	157.844,04
Dic-2019	8	157.844,04	4.735,32	34.197,41	128.381,95
Mar-2020	9	128.381,95	3.851,45	34.197,41	98.035,99
Jun-2020	10	98.035,99	2.941,07	34.197,41	66.779,65
Sep-2020	11	66.779,65	2.003,38	34.197,41	33.586,62
Dic-2020	12	33.586,62	1.037,56	34.197,41	0,41
<b>Total</b>			<b>70.393,47</b>	<b>410.368,92</b>	

Elaborado por: Jorge Povea



De este modo se estimó el valor de interés compuesto que se cancelará en los 12 próximos trimestres para cubrir el préstamo bancario otorgado por la institución financiera:

**Tabla N° 30.: Intereses Anuales del Crédito**

<b>Intereses Anuales del Crédito Financiado</b>	
<b>Período</b>	<b>Costos Financieros</b>
2018	35.569,27
2019	24.080,74
2020	9.833,46
<b>Total</b>	<b>\$ 69.483,47</b>

Elaborado por: Jorge Povea

Una vez realizado los cálculos sobre el monto de interés, se estima que \$ 69.483,47 USD deberá ser cancelado hasta el tercer año del inicio de implementación de la propuesta.

### **5.3 EVALUACIÓN FINANCIERA**

Para el desarrollo de la evaluación financiera se debe seguir o cumplir con los índices financieros que sostendrán la inversión de la propuesta, estos índices son los siguientes:

- Valor Actual Neto (VAN).
- Tasa interna de retorno (TIR).
- Período de recuperación de la Propuesta.

#### **5.3.1 VALOR ACTUAL NETO (VAN)**

El valor actual neto (VAN) se consigue mediante la fórmula matemática que se utilizó para la comprobación de la TIR. Se utilizó los flujos de efectivos que tiene la empresa,

esto se resultó de la diferencia de los ingresos menos los egresos), a partir de este monto los últimos 5 años se pudo obtener el VAN para nuestro proyecto.

$$P = \frac{F}{(1 + i)^n}$$

**Donde:**

P = Inversión inicial = \$

F = Flujo de caja

n = Número de años

I = Tasa de interés 12%

Para el cálculo del VAN se necesitan los valores a continuación:

**Tabla N° 31.** Flujo de Ingresos

<b>FLUJO DE INGRESOS</b>	
<b>AÑO</b>	<b>VALOR (\$)</b>
2012	89.560
2013	94.478
2014	97.581
2015	93.943
2016	97.111
<b>TOTAL</b>	<b>472.673</b>

Elaborado por: Jorge Povea

**Tabla N° 32.** Flujo de Egresos

<b>FLUJO DE EGRESOS</b>	
<b>AÑO</b>	<b>VALOR (\$)</b>
2012	78.222
2013	87.528
2014	81.140
2015	84.871
2016	85.338
<b>TOTAL</b>	<b>417.099</b>

Elaborado por: Jorge Povea

En base a las tablas 31 y 32 se aprecia cada uno de los montos que se han obtenido tanto en los ingresos y egresos para la empresa, para ello se aplicará la siguiente fórmula para conseguir el Flujo de Caja que se utilizará para obtener el VAN del proyecto:

$$FN = F_i - F_e$$

Donde:

*FN = Flujo de Efectivo Neto*

*F<sub>i</sub> = Flujo de Ingresos*

*F<sub>e</sub> = Flujo de Egresos*

Con la fórmula del flujo de caja se obtuvo el flujo de efectivo sobrante de cada año fiscal que consiguió la empresa en los últimos 5 años:

**Tabla N° 33. Flujo Efectivo Neto**

<b>Flujo de Efectivo Neto</b>	
<b>Año</b>	<b>Valor</b>
2012	11.338
2013	6.950
2014	16.441
2015	9.072
2016	11.773

Elaborado por: Jorge Povea

Una vez realizado los flujos netos, se calculará el VAN y se obtuvo \$47.992, como se muestra en la tabla a continuación:

**Tabla N° 34. VAN**

<b>Nro.</b>	<b>FNE</b>	<b>(1+I)^</b>	<b>FNE/(1+I)^</b>
0	-12.500		-12.500
1	11.338	1	10.798
2	6.950	1	6.304
3	16.441	1	14.202
4	9.072	1	7.464
5	11.773	1	9.224
<b>VAN</b>			<b>47992</b>

Elaborado por: Jorge Povea

### **5.3.2 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)**

La tasa interna de retorno es la tasa que iguala el valor presente neto a cero. La tasa interna de retorno también es conocida como la tasa de rentabilidad producto de la reinversión de los flujos netos de efectivo dentro de la operación propia del negocio y se expresa en porcentaje. Para encontrar la TIR, se debe utilizar la siguiente fórmula:

$$P = \frac{F}{(1 + i)^n}$$

**Donde:**

P = Inversión inicial = \$ 341.401,22

F = Flujo de caja

n = Número de años

I = Tasa de interés 12%

Para el cálculo del TIR, donde se procedió a utilizar el programa de Microsoft Excel y resultado que el 82% es el TIR del proyecto:

**Tabla N° 35. TIR**

<b>Tasa Interna de Retorno</b>	
<b>Tasa de Descuento</b>	<b>VAN</b>
0%	\$43.074,00
10%	\$29.409,85
20%	\$20.395,49
30%	\$14.164,52
40%	\$9.686,63
50%	\$6.361,32
60%	\$3.822,05
70%	\$1.836,05
80%	\$250,30
90%	<b>\$-1.038,83</b>
<b>TIR</b>	<b>82%</b>

Elaborado por: Jorge Povea

### 5.3.3 PERÍODO DE RECUPERACIÓN

Para establecer el período de recuperación de la inversión, se utilizará la ecuación matemática que se comprobó los índices financieros como el TIR y el VAN, pero teniendo en cuenta que el valor  $i$  es la tasa de interés del 12% anual.

**Tabla N° 36. Recuperación de la Inversión**

<b>Año</b>	<b>n</b>	<b>Inversión I.</b>	<b>F</b>	<b>i</b>	<b>P</b>	<b>P</b>
2017	0	341.401,22				Acumulado
2018	1		89.560	12%	78.812,80	78.812,80
2019	2		94.478	12%	83.140,64	161.953,44
2020	3		97.581	12%	85.871,28	247.824,72
2021	4		93.943	12%	82.669,84	330.494,56
<b>2022</b>	<b>5</b>		<b>97.111</b>	<b>12%</b>	<b>85.457,68</b>	<b>415.952,24</b>
			<b>Total</b>		<b>\$ 415.952,24</b>	

Elaborado por: Jorge Povea

**Tabla N° 37. Período de Recuperación**

Periodos de recuperación del capital aproxi		5	Años
Período de recuperación del capital exacto		4.77	Años
Período de Recuperación del Capital Exacto		57.24	Meses
Período de Recuperación del Capital Exacto	4	7	Año/meses

Elaborado por: Jorge Povea

El período de recuperación de inversión de la propuesta se cubre en el quinto año de implementación del sistema de producción planteado, donde P es el valor acumulado de \$ 415.952,24 es superior a la inversión inicial que es de \$ 341.401,22 USD.

#### **5.4 ANÁLISIS BENEFICIO / COSTO**

Para encontrar el coeficiente de costo beneficio se debe utilizar la siguiente ecuación:

$$\text{Coeficiente Beneficio/costo} = \frac{\text{beneficio}}{\text{costo}}$$

El beneficio de la propuesta se refiere el valor actual neto (VAN), que es igual a \$ 47.992, por lo que el costo de la propuesta fue de \$ 341.401,22, estos es la inversión fija para la implementación de la propuesta. Se procede a calcular el coeficiente beneficio/costo:

$$\text{Coeficiente Beneficio/costo} = \frac{47.992}{341.404,22}$$

$$\text{Coeficiente Beneficio/costo} = \$0.14$$

En base a los cálculos realizados se muestra que la propuesta tendrá un beneficio de cada producido de sal de mesa un costo adicional de \$ 0,14, lo que indica que si es conveniente el proyecto para la empresa FAMOVISAL S.A.

## CONCLUSIONES

La investigación realizada FAMOVISAL S.A estableció algunas conclusiones:

- Las condiciones generales de la empresa son regulares, pero la mayoría de equipos presentan desgaste y bajo rendimiento en su funcionamiento esto crea un problema en la producción de la misma.
- La línea de proceso actual de la empresa tiene un desgaste considerable en la vida útil de la mayoría de sus equipos, y esto ha perjudicado con el bajo nivel de producción de sacos de sal.



## **RECOMENDACIONES**

Para la solución de los problemas se recomienda lo siguiente:

- Implementar el nuevo sistema de producción, para mejorar el rendimiento de producción de sacos de sal por día, de este modo obtendremos mayor producción de sal y de buena calidad.
- Utilizar métodos de gestión de producción y de calidad, para mantener la capacidad productiva óptima y no perder la calidad del producto.

## BIBLIOGRAFÍA

- **Baca Urbina Gabriel.** Evaluación de Proyectos – Editorial Mc Graw Hill – Cuarta Edición. México 2007.
- **Colín Juan García.** Contabilidad de Costos. Editorial Graw Hill. Segunda Edición. México 2008.
- **Chase Richard/ Aquilano Nicholas J. / Jacobs Robert.** Administración de Producción y Operaciones. Editorial Mc. Graw Hill. Cuarta Edición. Colombia 2008.
- **INEN.** Sistemas de Gestión de Calidad. Impreso en la Secretaria Central de la ISO. Primera Edición. Suiza 2000.
- **Lawrence J. Gitman.** Principios de Administración Financiera. Editorial Pearson. 11ra Edición. México 2007.
- **Leland T. Blank / Anthony J. Taquin.** Ingeniería Económica. Editorial Alfa omega. Decima Primera Edición. México 2009.
- **Niebel / Freivalds.** Métodos Estándares y Diseño del trabajo. Editorial Alfa omega. Decima Primera Edición. México 2009.
- **Sapag Chain Nassir.** Proyectos de Inversión. Editorial Pearson. Primera Edición. México 2007.

## Páginas Web

- <http://www.gestiopolis.com/canales8/ger/glosario-basico-de-proyectos.htm>

- <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Electricidad/eficiencia%20energetica/guias/Guia16.pdf>
- <http://www.agro.unlpam.edu.ar/licenciatura/disenio/2010/biogas.pdf>
- <http://www.alipso.com/monografias4/ProyectosdeInversionEstandar/Proyecto sdeInversionEstandar.pdf>
- [http://www2.uca.es/dept/ing\\_industrial/mecanica/Documentacion/PonenciaAIM.pdf](http://www2.uca.es/dept/ing_industrial/mecanica/Documentacion/PonenciaAIM.pdf)

# ANEXOS

**Anexo N° 1.**  
Formato de Encuestas



**UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**"ESTUDIO TÉCNICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO SISTEMA PRODUCTIVO, PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA FAMOVISAL S.A UBICADA EN EL CANTÓN SALINAS, PROVINCIA DE SANTA ELENA"**

**Encuestado:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

*Por favor lea cada pregunta y conteste la alternativa que más se acerca a lo que usted piensa. Sus respuestas serán confidenciales y serán reunidas junto a las respuestas para conocer el nivel de conocimientos sobre el tema en cuestión.*

*Con una **X** marque la respuesta que a usted le parezca:*

- 1. ¿Conoce usted acerca de la frecuente presencia de los problemas suscitados con las maquinarias y equipos en la empresa FAMOVISAL S.A?**

Sí

No

**2. ¿Cree usted que el problema de las paralizaciones o demoras en la producción, afectan a los ingresos económicos de la empresa?**

Sí

No

**3. ¿Cree usted que es necesario renovar las unidades de producción por nueva tecnología para el procesamiento de la sal?**

Sí

No

**4. ¿Cree usted que si el problema persiste podría acarrear hasta el cierre de la empresa y hasta la perdida de sus clientes?**

Sí

No

**5. ¿Cree usted que es necesario la implementación de un nuevo sistema de producción para el proceso de refinamiento de la sal en la empresa FAMOVISAL S.A?**

Sí

No

**6. ¿Cree usted que se debe capacitar al personal sobre el nuevo funcionamiento del nuevo sistema de producción implementado para la empresa?**

Sí

No

**7. ¿Cree usted que es necesario un método de gestión de procesos para el control de las actividades en el nuevo sistema de producción?**

Sí

No

**8. ¿Cree usted que al implementarse se mejora los tiempos de producción y se evita los costos de mantenimiento correctivo?**

Sí

No

Elaborado por: Jorge Povea