

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ ESCUELA
DE POSGRADO**



Diagnóstico Operativo Empresarial – Agrícola del Chira S.A.

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAGÍSTER EN
ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE EMPRESAS**

**OTORGADO POR LA
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

PRESENTADA POR

**María de Fátima Mendoza Ruggel de López
José Carlos López Palomino
Eduardo Farías Montero
Carlos Alberto Alarcón Cubas**

Asesor: Jorge Benzaquen De Las Casas

Santiago de Surco, Noviembre de 2017

Agradecimientos

Los estudiantes autores de la presente tesis agradecen a la empresa Agrícola del Chira S.A. por permitirnos acceder al proceso productivo de la Caña de Azúcar y poder elaborar el presente diagnóstico operativo. Agradecen también al profesor Jorge Benzaquen por su orientación y guía a lo largo de toda la elaboración de éste documento.

Dedicatorias

Dedicado a Dios y a la Virgen María, quienes guían constantemente nuestros pasos y nos dan sabiduría para tomar las decisiones correctas. A nuestras familias, quienes nos otorgan su cariño incondicional y son la motivación para sacar adelante nuestros retos. Dedicado especialmente a nuestros padres, quienes nos dieron la vida y son nuestro orgullo y ejemplo a seguir.

Resumen Ejecutivo

El objetivo principal de la presente investigación es realizar el Diagnóstico Operativo Empresarial de Agrícola del Chira, perteneciente al Grupo Romero, esta consta de quince capítulos en los cuales se incluye, además del análisis de las operaciones de Agrícola del Chira, una serie de recomendaciones acerca de oportunidades de mejora en el proceso productivo de la caña de azúcar, en donde se pueden generar ahorros y obtener ganancias adicionales en la operación.

De esta manera tenemos el capítulo I en donde se hace una descripción somera de la forma en que opera Agrícola del Chira dentro del holding Caña Brava. En el capítulo II se hace una indagación respecto al marco teórico existente sobre el tema de gerencia de operaciones. Los capítulos III y IV relatan la historia de cómo el grupo Romero, de manera pionera, tomo decisión de ir adelante con un proyecto innovador, ya en los capítulos subsiguientes se verifica una análisis exhaustivo de cada proceso dentro de la empresa y al final de cada capítulo realizamos propuestas de mejora y conclusiones; en ellas debemos entender como ahorro el no incurrir en el mismo gasto cada año y como beneficio, la utilidad lograda después de una inversión.

Básicamente, la estrategia del presente DOE es dar un valor agregado al producto, aportando beneficios, los cuales se verán reflejados en el primer año por un monto de \$ 32,338.00 y a partir del segundo año con un monto de \$ 1, 052,794.60; y generando ahorros por un monto de \$ 328,535.20 en el primer año, de \$ 433,705.20 en el segundo año y a partir del tercer año un monto de \$ 350,535.20.

Abstract

The main objective of the present investigation is to carry out the Operative Business Diagnostic of Agrícola del Chira, belonging to the Romero Group; this consists of fifteen chapters which include, in addition to the analysis of the operations of Agrícola del Chira, a series of recommendations about opportunities for improvement in the production process of sugarcane, where savings can be generated and additional profits obtained in the operation.

In this way, we have chapter I where a brief description of the way Agrícola del Chira operates within the Caña Brava holding is made. In chapter II an inquiry is made regarding the existing theoretical framework on the topic of operations management. Chapters III and IV tell the story of how the Romero group, in a pioneering way, decided to go ahead with an innovative project, and in the subsequent chapters an exhaustive analysis of each process is verified within the company and at the end of each chapter we made improvement proposals and conclusions; in them we must understand how saving not incurring the same expense each year and as a benefit, the profit achieved after an investment.

Basically, the strategy of this DOE is to add value to the product, providing benefits, which will be reflected in the first year for an amount of \$ 32,338.00 and from the second year with an amount of \$ 1, 052,794.60; and generating savings for an amount of \$ 328,535.20 in the first year, of \$ 433,705.20 in the second year and starting in the third year an amount of \$ 350,535.20.



Tabla de Contenidos

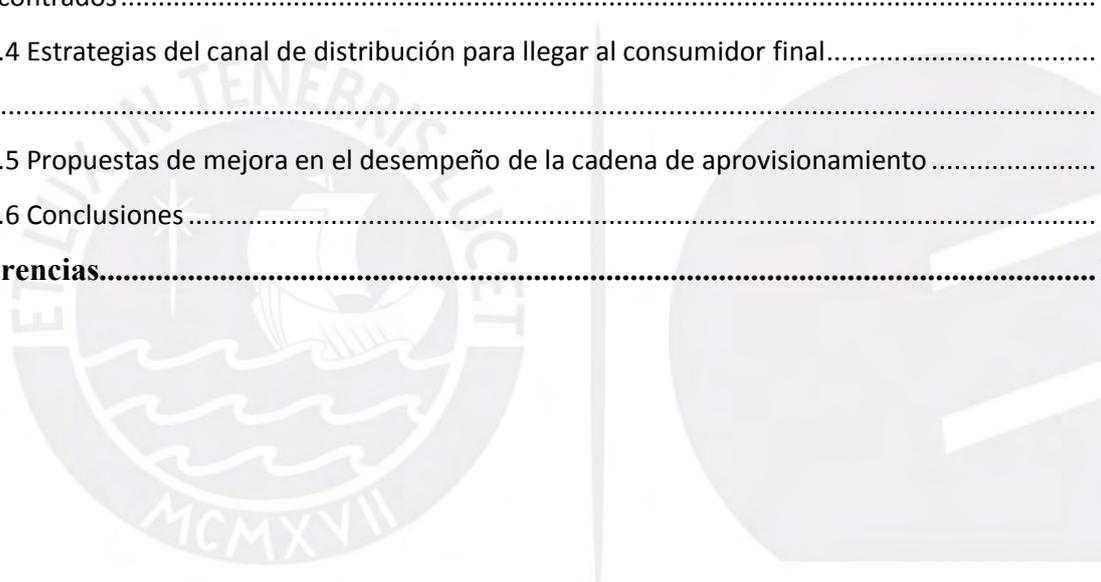
Lista de Tablas	vii
Lista de Figuras.....	viii
Capítulo I: Introducción.....	11
1.1 Descripción de la empresa	11
1.2 Historia.....	12
1.3 Visión y Misión de Caña Brava	13
1.4 Productos elaborados	15
1.3 Clasificación según sus Operaciones Productivas	19
1.4 Matriz del Proceso de Transformación	19
1.5 Relevancia de la Función de Operaciones	20
1.6 Conclusiones	22
Capítulo II: Marco Teórico.....	23
2.1 Ubicación y Dimensionamiento de la Planta	23
2.1.1 Ubicación de la planta.....	23
2.2 Planeamiento y Diseño de los Productos	25
2.2.1 Pasos a dar para el diseño del producto	26
2.2.2 Generación de Ideas	26
2.2.3 Aspectos del diseño	28
2.2.4 Ciclo de vida técnica del producto	29
2.2.5 Ciclo de vida de Marketing del producto	30
2.2.6 Despliegue de la Calidad del Diseño.....	31
2.3 Planeamiento y Diseño del Proceso	32
2.3.1 Objetivos de los Procesos.....	32
2.3.2 Clasificación de los Procesos	33
2.3.3 Herramientas del Diseño de Procesos.....	34
2.3.4 Determinación del Tipo de Proceso	35
2.3.5 Determinación de las máquinas y tecnología de acuerdo al tipo de proceso escogido.....	36
2.3.6 Procesos de Valor Agregado.....	38
2.4 Planeamiento y Diseño de la Planta	38
2.5 Planeamiento y Diseño del Trabajo.....	41
2.5.1 Diseño de Puestos	41
2.5.2 Diseño de las Tareas.....	42

2.5.3 Medición del Trabajo	43
2.5.4 Aspectos del trabajo	44
2.5.5 Estudio Completo del Trabajo	44
2.6 Planeamiento Agregado	45
2.6.1 Variables Modificadoras de Demanda y Oferta	45
2.6.2 Costos Relevantes	46
2.7 Programación de Operaciones Productivas	47
2.7.1 Plan Maestro	48
2.7.2 Técnicas para Programación de Operaciones	48
2.8 Gestión de Costos	49
2.8.1 El Inventario, algunos conceptos	50
2.8.2 Costos de los Inventarios	51
2.8.3 Modelos de Gestión de Inventarios para Control de Costos	52
2.9. Gestión Logística	54
2.9.1 Estrategias de la cadena de suministro	54
2.9.2 Sistemas MRP y ERP	55
2.10 Gestión y control de la calidad	59
2.10.1 Implementación de la TQM (<i>Total Quality Management</i>)	61
2.10.2 Herramientas para generar ideas	63
2.10.3 Herramientas para organizar datos	63
2.10.4 Herramientas para identificar problemas	64
2.11 Gestión del Mantenimiento	64
2.11.1 Estrategia de Mantenimiento y Confiabilidad	65
2.11.2 Logística de Mantenimiento	66
2.11.3 Costo de parada o lucro cesante	67
2.12 Cadena de suministro	67
2.12.1 Diseño de la cadena de suministro ideal	69
2.12.2 Importancia estratégica de la cadena de suministro	70
2.12.3 Aspectos globales de la cadena de suministro	71
3.1 Dimensionamiento de Planta	72
3.2 Ubicación de Planta	72
3.3 Propuesta de Mejora	73
3.4 Conclusiones	74
4.1 Secuencia del Planeamiento y Aspectos a considerar	75

4.2 Aseguramiento de la Calidad del Diseño.....	80
4.3 Propuesta de Mejora	82
4.4 Conclusiones	83
Capítulo V: Planeamiento y Diseño del Proceso	85
5.1 Mapeo de los Procesos	85
5.1.1 Obtención de semilla estacas	85
5.1.2 Preparación del suelo para siembra	85
5.1.3 Inyección de Fertilizantes.....	87
5.1.4 Riego con agua de río.....	88
5.1.5 Control de plagas	89
5.1.6 Control de calidad de agua.....	90
5.1.7 Control de maleza	90
5.1.8..... Periodo de agoste	91
5.1.9 Cosecha y transporte	91
5.2..... Diagrama de Actividades de los Procesos Operativos (D.A.P.)	91
5.3 Herramientas para mejorar los procesos	91
5.4 Descripción de los Problemas detectados en los procesos	92
5.5 Propuesta de Mejora	93
5.6 Conclusiones	95
Capítulo VI. Planeamiento y Diseño de Planta	96
6.1 Distribución de Planta	96
6.1.1 Reservoirio R1	96
6.1.2 Reservoirio R2	97
6.1.3 Reservoirio R4	97
6.1.4 Reservoirio R5	98
6.1.5 Reservoirio R3	98
6.2 Análisis de la Distribución de Planta.	99
6.3 Propuesta de Mejora	101
6.4 Conclusiones	103
Capítulo VII. Planeamiento y Diseño del Trabajo.....	104
7.1 Planeamiento del Trabajo	104
7.2 Diseño del Trabajo	104

7.3 Propuesta de Mejora	107
7.4 Conclusiones	108
8.1 Estrategias Utilizadas en el Planeamiento agregado.....	109
8.2 Análisis del Planeamiento Agregado	109
8.3 Pronósticos y modelación de la demanda.....	110
8.4 Planeamiento de Recursos (Programa Maestro).....	112
8.5 Propuesta de Mejora	113
8.6 Conclusiones	114
Capítulo IX: Programación de Operaciones Productivas.....	115
9.1 Optimización del Proceso Productivo	115
9.2 Programación.....	117
9.2.1 Trabajos de campo	118
9.2.2 Trabajo de Riego y Fertilización	119
9.3.3 Trabajo de Maquinaria.....	120
9.3.4 Trabajo de control de plagas	120
9.4 Gestión de la Información	121
9.5 Propuestas de Mejora.....	122
9.6 Conclusiones	126
Capítulo X. Gestión Logística	127
10.1 Diagnóstico de la Función de Compras y Abastecimiento.....	127
10.2 La función de los almacenes	128
10.3 Inventarios	129
10.4 La Función de Transporte.....	130
10.5 Definición de los principales costos logísticos.....	130
10.6 Propuesta de Mejoras	132
10.7 Conclusiones	132
Capítulo XI: Gestión de Costos	134
11.1 Áreas de actividades de producción.....	134
11.2 Costeo por órdenes de trabajo	135
11.3 Costeo basado en Actividades	136
11.4 El Costeo de Inventarios.....	137
11.5 Propuesta de Mejoras	138
11.6 Conclusiones	139
Capítulo XII: Gestión y Control de la Calidad	140

12.1 Gestión de la Calidad	140
12.2 Control de la Calidad	141
12.3 Propuestas de Mejora	144
12.4 Conclusiones	144
Capítulo XIII: Gestión del Mantenimiento	145
13.1 Mantenimiento correctivo	148
13.3 Propuesta de Mejora	154
13.4 Conclusiones	155
Capítulo XIV: Cadena de Suministro	157
14.1 Definición del Producto.....	157
14.2 Descripción de las empresas que conforman la cadena de abastecimiento, desde el cliente final, hasta la materia prima	158
14.3 Descripción del nivel de integración vertical, tercerización, alianzas o <i>Joint-venture</i> encontrados.....	159
14.4 Estrategias del canal de distribución para llegar al consumidor final.....	160
.....	161
14.5 Propuestas de mejora en el desempeño de la cadena de aprovisionamiento	163
14.6 Conclusiones	163
Referencias.....	167



Lista de Tablas

Tabla 1.	<i>Proceso genérico del desarrollo de productos</i>	27
Tabla 2.	<i>Productos de empresas Grupo Caña Brava.</i>	75
Tabla 3.	<i>Características principales de las fases de cultivo de la caña de azúcar.</i>	78
Tabla 4.	<i>Tecnologías empleadas en diferentes fases del cultivo de caña.</i>	82
Tabla 5.	<i>Especificaciones de Etanol CBI</i>	139
Tabla 6.	<i>Descripción de las Actividades de la Cadena de Suministro</i>	141
Tabla 7.	<i>Venta Local Nacional de Etanol en el 2017</i>	142
Tabla 8.	<i>Venta Internacional de Etanol en el 2017</i>	144
Tabla 9.	<i>Resumen de Propuestas de Mejora de DOE Agrícola del Chira</i>	148



Lista de Figuras

<i>Figura 1.</i>	Organigrama general de la Empresa Caña Brava.	14
<i>Figura 2.</i>	Organigrama General Agrícola. Empresa Caña Brava.	6
<i>Figura 3.</i>	Plantación de caña en fundo Montelima.	7
<i>Figura 4.</i>	Cuadro de características de caña producida en fundo Montelima.	7
<i>Figura 5.</i>	Tipo de caña RB 72-454.	17
<i>Figura 6.</i>	Organigrama Gerencia de Finanzas, Administración y Sistemas.	18
<i>Figura 7.</i>	Organigrama General de Recursos Humanos de Empresa Caña Brava.	19
<i>Figura 8.</i>	Diagrama del Ciclo Operativo de Agrícola del Chira S. A.	20
<i>Figura 9.</i>	Clasificación de la empresa por sus operaciones.	20
<i>Figura 10.</i>	Matriz del proceso de transformación.	21
<i>Figura 11.</i>	Ratios de producción de caña en los fundos de Agrícola del Chira.	22
<i>Figura 12.</i>	Características del diseño.	28
<i>Figura 13.</i>	Ciclo de vida de marketing del producto.	30
<i>Figura 14.</i>	Diagrama de Flujo Harley Davidson.	34
<i>Figura 15.</i>	Gráfica de función de tiempo.	35
<i>Figura 16.</i>	Gráfica del flujo de Valor.	36
<i>Figura 17.</i>	Diagrama de Proceso.	37
<i>Figura 18.</i>	Matriz del proceso de transformación.	37
<i>Figura 19.</i>	Decisiones del Diseño de Puestos.	42
<i>Figura 20.</i>	Factores en el diseño de las tareas.	43
<i>Figura 21.</i>	Comparación de cuatro planes agregados.	48
<i>Figura 22.</i>	Curvas de los cuatro planes.	49
<i>Figura 23.</i>	Plan Maestro.	50
<i>Figura 24.</i>	Técnicas de Programación Según Matriz.	51

<i>Figura 25.</i>	Comparación de los sistemas de cantidad de pedido fijo y periodo fijo.....	53
<i>Figura 26.</i>	El triángulo operativo.	54
<i>Figura 27.</i>	Sistema MRP de ciclo cerrado.....	58
<i>Figura 28.</i>	Sistema MRP de ciclo cerrado.....	58
<i>Figura 29.</i>	Flujos de Información de MRP y ERP.	59
<i>Figura 30.</i>	Esquema y Flujo de Control de Calidad Total.....	60
<i>Figura 31.</i>	Docimasia de hipótesis y error muestral.....	60
<i>Figura 32.</i>	Matriz de Coincidencias.	70
<i>Figura 33.</i>	Distribución de Fondos de Agrícola del Chira.	73
<i>Figura 34.</i>	Fases del cultivo de la caña de azúcar.	78
<i>Figura 35.</i>	Dap Flujo de proceso – Cultivo Caña de azúcar.....	92
<i>Figura 36.</i>	Relación de bombas en Fundo Montelima.	99
<i>Figura 37.</i>	Esquema de distribución de bombas de Riego en Fundo Montelima.....	100
<i>Figura 38.</i>	Proyección de cosecha vs Real cosechado por Agrícola del Chira (T/mes).....	111
<i>Figura 39.</i>	Proyección de ART vs Real de ART por fundos en Agrícola del Chira (%). ...	112
<i>Figura 40.</i>	Proyección de áreas a ser cultivadas en los fundos de Agrícola del Chira.....	112
<i>Figura 41.</i>	Proyección de Tn/ha de caña a cosecharse en los fundos de Agrícola del Chira.	113
<i>Figura 42.</i>	Secuencia de atención a caña.....	115
<i>Figura 43.</i>	Árbol de causas de los diferentes problemas en el cultivo.	116
<i>Figura 44.</i>	Modelo de registro de información BIOSALC.....	123
<i>Figura 45.</i>	Ítems que podrían ser analizados por el sistema informático QLIKVIEW.	124
<i>Figura 46.</i>	Modelo de Avisos de Parada.	125
<i>Figura 47.</i>	Gastos de Mantenimiento. Área de Riego y Bombas.	136
<i>Figura 48.</i>	Gastos de Mantenimiento. Fundo Montelima.....	137

<i>Figura 49.</i> Evolución Adherencia y Disponibilidad Semanal.	141
<i>Figura 50.</i> Cumplimiento de inyección de fertilizantes. Programa BIOSAL.	142
<i>Figura 51.</i> Registro de Biometría. Fundo Montelima.	142
<i>Figura 52.</i> Análisis de la calidad de la caña.	143
<i>Figura 53.</i> Tendencias entre mantenimientos Preventivo y Correctivo.	145
<i>Figura 54.</i> Pirámide de implementación del mantenimiento.....	146
<i>Figura 55.</i> Estrategias del Mantenimiento.....	147
<i>Figura 56.</i> Variables de Identificación de Equipos.	150
<i>Figura 57.</i> Ejemplo de programa semanal de mantenimiento Preventivo.....	153
<i>Figura 58.</i> Ejemplo de comportamiento del mantenimiento de Bombas.	154
<i>Figura 59.</i> Ejemplo de análisis mediante el árbol de causas.	155
<i>Figura 60.</i> Base de la pirámide de mantenimiento.	156
<i>Figura 61.</i> Zona media y superior de la pirámide de mantenimiento.....	156
<i>Figura 62.</i> Empresas de la cadena de abastecimiento.....	140
<i>Figura 63.</i> Cadena de suministro de Caña Brava.....	141
<i>Figura 64.</i> Plantas de abastecimiento de combustible.....	143

Capítulo I: Introducción

La presente tesis realizará el Diagnóstico Operativo de la Empresa a partir de ahora DOE– de una de las principales empresas agrícolas de Piura-Sullana, basándose principalmente en hechos y buenas prácticas para producir caña de azúcar.

1.1 Descripción de la empresa

Agrícola del Chira es una empresa que pertenece al grupo Romero y que forma parte de la empresa Caña Brava. Caña Brava es el conjunto de tres empresas del Grupo Romero que se dedican exclusivamente a la producción de etanol a partir de la caña de azúcar. Estas tres empresas son:

1. Agrícola del Chira S. A., que se encarga de la plantación y cosecha de la caña de azúcar.
2. Sucroalcolera del Chira S. A., encargada de la molienda y de la producción industrial del etanol a base de la caña de azúcar.
3. Bioenergía del Chira S. A., responsable de la generación de energía eléctrica a partir del bagazo.

Esta empresa cuenta con 9,330 has de producción propia de caña, cultivadas sobre terrenos desérticos e irrigadas por un sistema de goteo que permite utilizar de forma eficiente el agua del valle del Chira. El Ingenio tiene una capacidad de producción de 350 mil litros de etanol por día. El transporte del campo al ingenio es efectuado en camiones especialmente diseñados para este fin.

Todas las empresas trabajan en forma conjunta para lograr realizar la visión empresarial de ser líderes en la producción y comercialización de energías renovables en el Perú. La empresa Agrícola del Chira posee cuatro grandes fundos, cada uno de ellos independientes al resto, con sus propias y respectivas gerencias de fundo, y liderados por una sola gerencia

agrícola. Agrícola del Chira cuenta con un total de 9,330 has, divididas así en los cuatro fundos:

1. Fundo Lobo: 4,147'8 Has.
2. Fundo Huaca: 543'5 Has.
3. Fundo Montelima: 2,676 Has.
4. Fundo San Vicente: 1,963 Has.

La presente tesis realizará el DOE de uno de los fundos de la empresa Agrícola del Chira: el fundo Montelima. Este fundo ha sido escogido por ser el lugar en donde se centralizan todas las coordinaciones con las demás áreas, tanto de gestión como administrativas.

1.2 Historia

- **2006**

El 27 de septiembre de ese año Caña Brava se adjudica en subasta pública del Proyecto Especial Chira Piura (PECHP) un área de 3,200 hectáreas de terrenos eriazos en las provincias de Sullana y Paita. Asimismo, compra 3,800 hectáreas de terrenos eriazos a propietarios privados.

- **2007**

El 7 de enero, Caña Brava firma contrato con el PECHP. Al mes siguiente se da inicio a las operaciones con la nivelación de terrenos y la construcción de la infraestructura hidráulica.

El 28 de marzo, comienza la instalación del sistema de riego por goteo, así como el tendido de la red y de las subestaciones eléctricas. Desde el laboratorio de sanidad vegetal se comienza con la producción de insectos benéficos para control biológico de las plagas.

El 22 de noviembre, se da inicio a la siembra de la caña de azúcar en los principales fundos.

- **2008**

El 14 de abril, Caña Brava inicia el montaje de la fábrica de etanol, la primera de Latinoamérica con sistema de extracción directa, con una inversión de 60 millones de dólares, y una capacidad de producción de 350,000 litros diarios de etanol al 99,9%.

- **2009**

El 18 de junio se pone en marcha por primera vez la caldera de la Fábrica, que a partir de la combustión del bagazo de la caña de azúcar permitirá la producción de energía propia.

El 30 de julio, la Casa de Fuerza de la Fábrica comienza a producir su propia energía eléctrica, que llegará a los 12 MW.

El 12 de agosto, se inicia la primera cosecha de caña de azúcar. Se emplean seis cosechadoras, evitando la quema de la caña. La Fábrica comienza a recibir la caña de azúcar y el 15 de agosto, se inicia la producción de Etanol anhidro.

El 26 de septiembre, se inaugura la Planta de etanol con la presencia del Presidente de la República, Alan García Pérez; el Presidente Regional de Piura, César Trelles Lara; el Presidente del Directorio del Grupo Romero, Dionisio Romero Paoletti y el Gerente General de Caña Brava, Ángel Irazola Arribas.

El 12 de diciembre, se inician las exportaciones. Parte el primer embarque, con 6,320 toneladas de etanol con destino a Rotterdam (Holanda) desde el Puerto de Paita.

El 30 de diciembre, se concretan las primeras ventas locales de Alcohol Carburante a REPSOL y Petroperú. La empresa Agrícola del Chira S. A. –dentro de ella, el fundo Montelima–, no posee una descripción de su visión y misión, sino que estas quedan contempladas en el marco general dado por Caña Brava.

1.3 Visión y Misión de Caña Brava

Visión: “Ser reconocidos como líderes en la producción y comercialización de energía renovable”.

Misión: “En Caña Brava somos personas emprendedoras con talento, pasión y compromiso, que hacemos crecer con rentabilidad nuestro negocio y creamos valor para nuestros accionistas, para las personas con quienes trabajamos, para nuestros clientes y proveedores y de esta forma contribuimos al progreso de nuestra comunidad. Somos líderes en la producción y comercialización de biocombustible en el Perú, en especial en el cultivo de caña de azúcar, en su molienda y en el procesamiento de los jugos para la fabricación de etanol, en la comercialización nacional e internacional del etanol y en la generación de energía eléctrica con biomasa. Trabajamos para crear un excelente clima laboral donde las personas tengan la oportunidad de desarrollarse personalmente y profesionalmente sin discriminación alguna. Reconocemos la integridad, el respeto y la productividad como los valores importantes que nos guían para alcanzar el éxito en nuestros negocios”. El organigrama general de la empresa Caña Brava se muestra en la Figura 1:

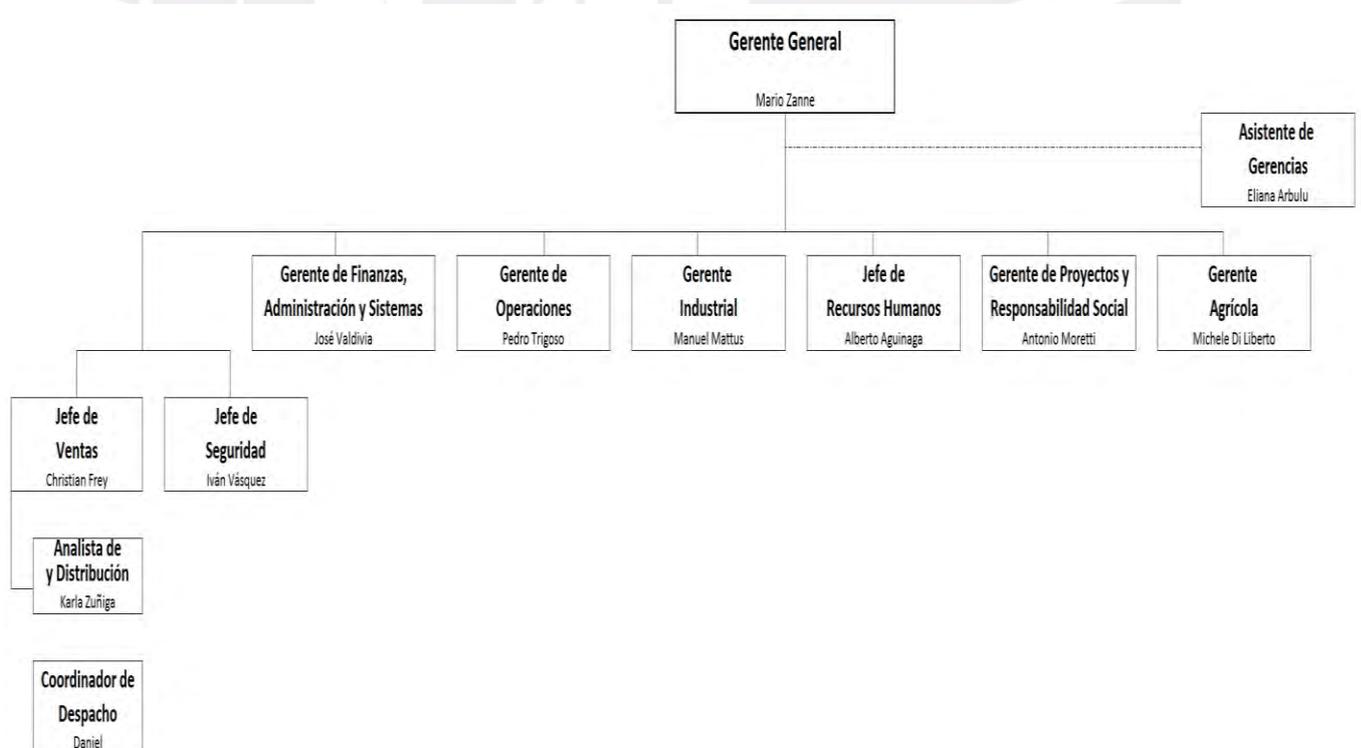


Figura 1. Organigrama general de la Empresa Caña Brava.

La producción de los fundos de caña (dentro de ellos fundo Montelima), está liderada por el Gerente Agrícola, y bajo esta gerencia, se encuentran los gerentes de cada uno de los cuatro fundos, de acuerdo a la Figura 2.

Los gerentes de fundo reportan al gerente agrícola y tienen como responsabilidad la producción de caña en cada uno de sus fundos, desde su etapa de siembra, el control de crecimiento, control de abono, control de plagas y demás controles necesarios para llegar al tamaño y masa óptima de producto. Cada gerente de fundo, cuenta con su propio equipo de ingenieros y personal técnico que le permite cumplir los objetivos de producción de caña.

El gerente de riego reporta al gerente agrícola y tiene como responsabilidad el garantizar el abastecimiento de la cantidad adecuada de agua hacia los cuatro fundos, mediante un adecuado suministro y mantenimiento de bombas, tuberías, válvulas y accesorios, desde la captación del agua de río hasta su llegada a los fundos. Esta es una única gerencia que coordina con los diferentes gerentes de fundo, soportada por su staff de supervisores distribuidos en cada fundo.

Como área de soporte, se tiene la jefatura de crianza de organismos benéficos y laboratorio agrícola, que reporta a la gerencia agrícola y coordina directamente con los gerentes de fundo para llevar un control adecuado de plagas durante el crecimiento de la caña.

1.4 Productos elaborados

En el fundo Montelima, la variedad de caña que predomina es la denominada RB72-454, con más del 85% de presencia; por tal motivo, para la elaboración de la presente tesis, nos referiremos solo a esta variedad de caña. En la Figura 4 se pueden apreciar sus características principales.



Figura 3. Plantación de caña en fundo Montelima.

H			
RB72-454			
PROCEDENCIA:	Brasil		
BROTACION:		PLAGAS Y ENFERMEDADES:	
Caña planta:	Bueno	Pulgón:	Susceptible en sequía.
C. soca colecta mecánica:	Regular	Acaro Hialino:	Susceptible en sequía.
PERFILAMIENTO:		Cañero:	Intermedio
Velocidad de crecimiento:	Regular	Roya:	Resistente
Porte:	Medio	Carbón:	Intermedio
Habito de crecimiento:	Erecto	Nematodos:	Susceptible
Cerrado entrelíneas:	Bueno		
Tumbamiento:	Medio		
Producción agrícola:	Buena		
Maduración:	Media/Tardía		
Contenido de azúcar:	Alto		
ART:			
Contenido de fibra:	Medio	OBSERVACIONES PARA EL MANEJO:	
Floración:	Eventual	Presenta clorosis por deficiencia de Fe y Mg en	
Adaptabilidad:	Amplia	Suelos severamente calcareos (F. Lobo).	
Estabilidad:	Buena		
Resistencia a sequía:	Alta		
Herbicidas:	Tolerante		
Ambiente de producción:	Sin restricciones		
Producción de paja:	Media		

Figura 4. Cuadro de características de caña producida en fundo Montelima.

- **Ciclo Operativo**

Las cuatro áreas indicadas en el ciclo operativo son: Operaciones, Finanzas, RRHH y Mercadeo. Todas ellas actúan complementariamente para poder lograr el objetivo común de calidad de caña y cantidad necesaria siempre dentro del costo proyectado.

Para el caso del fundo a ser estudiado, el fundo Montelima, el área de operaciones es liderada por la gerencia agrícola, encargada de transformar la caña cortada o en sepa, en una caña lista para ser cosechada mediante las siguientes aplicaciones:



Figura 5. Tipo de caña RB 72-454.

1. Aplicación de agua de río: Se aplica mediante riego por goteo. Se cuenta con 42 bombas de riego entre modelos de turbina vertical y horizontal, que van desde 75HP hasta 200HP con una capacidad de riego de bomba de hasta 125 l/s y una presión de altura de hasta 82m.
2. Inyección de fertilizantes: Fundamentalmente basada en la aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio en las diferentes etapas de crecimiento, mediante 29 bombas de fertilización, aproximadamente. Estas son disueltas en tanques de pre-mezcla para luego ser bombeadas.

3. Control de plagas: Aplicando controles biológicos (liberación de insectos benéficos), controles etológicos (trampas) y controles químicos (aplicación de azufres).
4. Control de maleza: Aplicación de Herbicidas como ervamina y lifosato.
5. Control de calidad de agua: Básicamente para el control de algas, que son las que obstruyen los goteros por tema de riego, aceptándose como máximo 10,000 organismos/litro en la zona de goteo. También se realiza el control de turbidez del agua, principalmente en época de estiaje (crecida del río), en donde se incrementa la cantidad de arcilla y arena, que daña las plantaciones y provoca el deterioro de las bombas por su efecto abrasivo.

El área de finanzas es la encargada de conseguir los recursos económicos necesarios para la compra de los recursos operativos, tanto directos como indirectos. Esta área no solo asiste a la Gerencia Agrícola, sino también a la Gerencia Industrial y a la Gerencia de Operaciones.

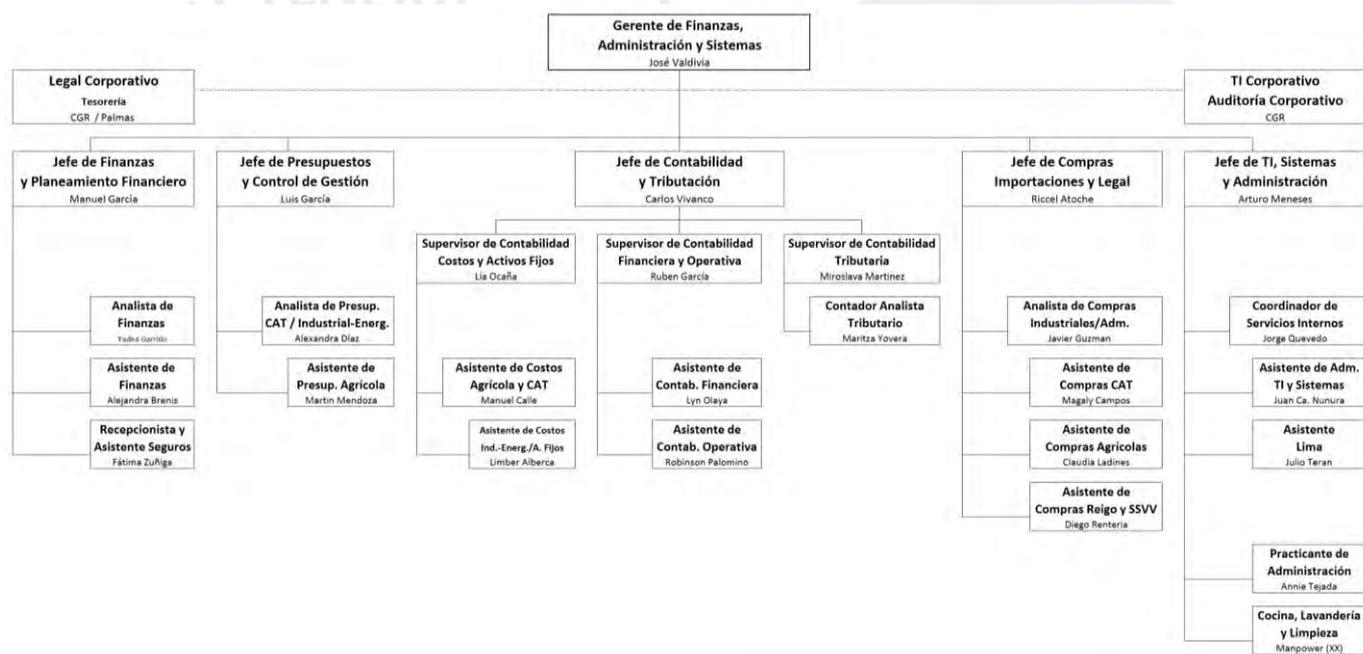


Figura 6. Organigrama Gerencia de Finanzas, Administración y Sistemas Empresa Caña Brava.

El área de recursos humanos es la encargada de la administración del personal, de las capacitaciones y del seguimiento de los temas legales, entre otros; con presencia en cada uno de los cuatro fondos mediante la designación de una persona responsable.

Respecto al área de Mercadeo, no existe organizacionalmente esta área. Esta función la ejecuta el área operativa, que determina áreas listas para la cosecha y coordina con la gerencia de planta la necesidad y cantidad de esta materia prima para la elaboración de etanol.

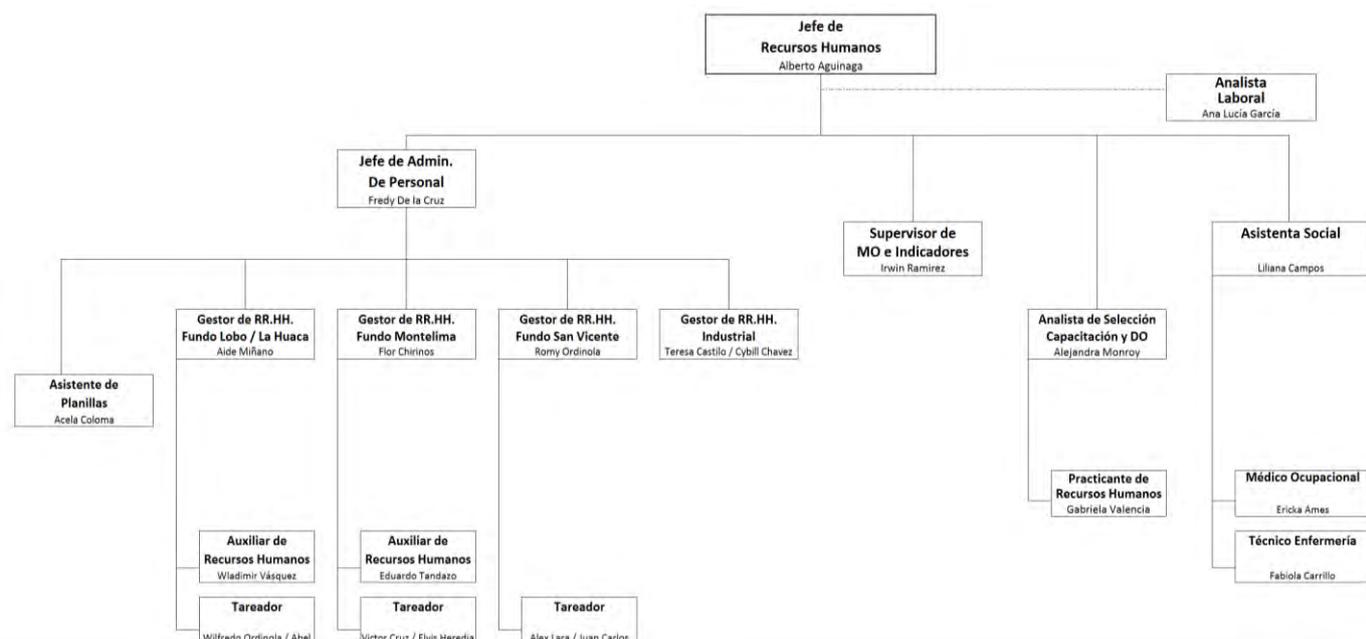


Figura 7. Organigrama General de Recursos Humanos de Empresa Caña Brava.

1.3 Clasificación según sus Operaciones Productivas

Por tratarse de un producto como la caña, las operaciones productivas básicas son el riego y el cuidado hasta la etapa de extracción. La empresa Agrícola del Chira posee una operación productiva de bien físico, en donde transforma el producto hasta convertirlo en materia prima de otro proceso.

1.4 Matriz del Proceso de Transformación

La empresa, dentro de la matriz del proceso de transformación, se considera por serie y con repetitividad intermitente, dado que se trata de cosecha de un producto con equipos especializados que permiten recoger la caña y pelarla automáticamente. Adicionalmente porque la planificación de cosecha está sujeto a la demanda de la gerencia industrial que hace

que su planificación pueda variar.

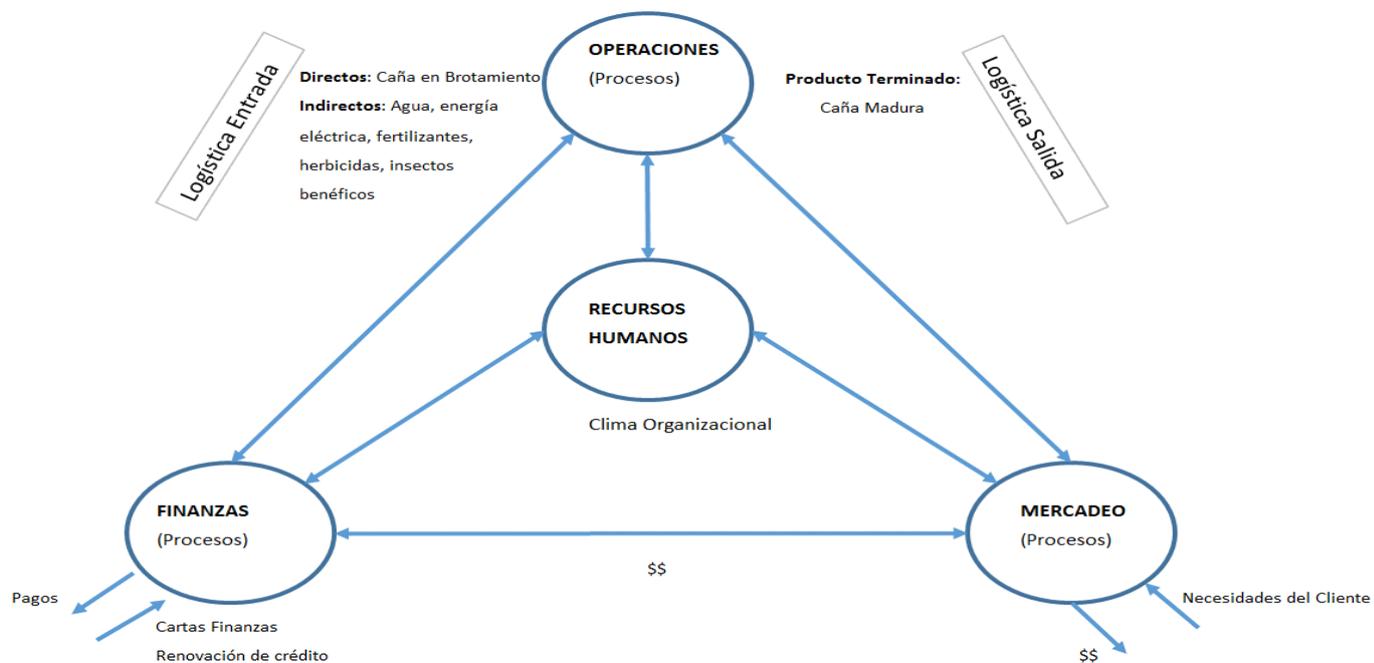


Figura 8. Diagrama del Ciclo Operativo de Agrícola del Chira S. A.

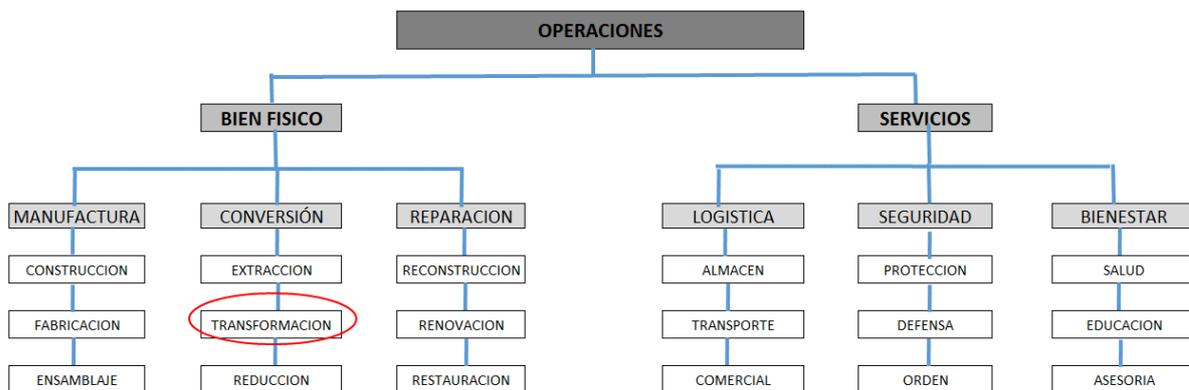


Figura 9. Clasificación de la empresa por sus operaciones. Adaptado de *Administración de las Operaciones Productivas: Un Enfoque en Procesos para la Gerencia*, por F. A. D’Alessio, 2012, p. 26. México D.F., México: Pearson.

1.5 Relevancia de la Función de Operaciones

En el fundo Montelima, que pertenece a la empresa agrícola del Chira, productora de caña de azúcar, hay dos factores relevantes que afectan directamente la producción:

1. Riego: que contempla cantidad y calidad de agua. Esto es, en época de sequía esta impacta directamente sobre el cultivo, teniéndose que dar prioridad a los mejores cultivos y

dejar abandonados algunos otros que están en etapa de brotación. La disponibilidad de bombas de riego también impacta directamente sobre los resultados de la empresa; si no existe una correcta estrategia de mantenimiento que logre elevadas cuotas de disponibilidad de los equipos, el cumplimiento de objetivos va a ser menor.

↑ VOLUMEN DE PRODUCCION ↓ +	Repetitividad	Una vez	Intermitente	Continuo (Linea)
	Tecnología	Proyecto		
	Artículo único		Lote de Trabajo	
	Lote		Serie	
	Serie		Masivo	
	Masivo			Continuo
	Continuo			
	← FRECUENCIA DE PRODUCCION →			+

Figura 10. Matriz del proceso de transformación. Adaptado de *Administración de las Operaciones Productivas: Un Enfoque en Procesos para la Gerencia*, por F. A. D'Alessio, 2012, p. 29. México D.F., México: Pearson.

2. Clima: Por la floración. Cuando no existe un clima adecuado en la etapa final de la caña, se da la floración. Esta impacta directamente en el peso de la caña, debido a que el tallo queda hueco en el último metro.

Se tiene un registro de producción de los últimos años. En el año 2016 hubo sequía y hubo floración en la caña, con un resultado de disminución de Tn producida.

En el caso extremo de haber exceso de agua, como ha ocurrido en otros fundos el presente año por el Fenómeno de El Niño, también impacta negativamente en la producción, al generarse lagunas en el área de cultivo, ocasionando que las plantas se pudran desde la raíz.

MF	FD	EQ	TR	Tn/Ha/Año.					%ART. Prensa.					KgAzucar/ha/Año.				
				2,012	2,013	2,014	2,015	2,016	2,012	2,013	2,014	2,015	2,016	2,012	2,013	2,014	2,015	2,016
+	HC			83	74	104	114	87	15.4	15.1	15.0	15.2	15.2	12,809	11,262	15,595	17,434	13,190
+	LB			104	111	138	133	133	14.5	15.4	15.9	15.5	15.4	15,022	17,093	21,888	20,585	20,523
+	LB2					165	177	152			16.1	14.5	15.4			26,633	25,746	23,349
+	ML			114	118	123	136	118	14.9	15.2	15.8	15.6	15.6	17,044	17,813	19,507	21,271	18,401
+	SV			140	131	135	132	110	15.2	14.5	14.1	15.3	14.5	21,225	18,941	19,018	20,232	15,936
	Total general			112	114	129	144	124	14.8	15.0	15.3	15.2	15.2	16,627	17,150	19,689	21,854	18,943

Figura 11. Ratios de producción de caña en los fundos de Agrícola del Chira.

1.6 Conclusiones

El mantener la cantidad de agua y la alta disponibilidad de bombas para esta actividad son condiciones básicas para tener una producción adecuada. Tener una adecuada inyección de fertilizante y un óptimo control de plagas, ayuda a que la planta logre un peso determinado, pero la falta de agua impacta directamente en la vida de la caña.

En la práctica, no se pueden contrarrestar situaciones climatológicas como la del Fenómeno de El Niño o climas adversos, no se pueden contrarrestar en la práctica, pero sí se puede trabajar para contar con la cantidad adecuada de equipos que aseguren un buen riego.

Capítulo II: Marco Teórico

2.1 Ubicación y Dimensionamiento de la Planta

Dentro de la teoría moderna de operaciones muchos factores son importantes para tener en cuenta en un diagnóstico. Uno de los más importantes es la ubicación y dimensionamiento de la planta, según Porter y Stern (2001) “La ubicación es importante para la innovación y las empresas deben ampliar sus enfoques de gestión de la innovación en consecuencia: desarrollando y comercializando la innovación en el lugar más atractivo, tomando medidas activas para acceder a las fortalezas de ubicación y mejorando proactivamente el entorno para la innovación y la comercialización en lugares donde operan”. Este factor puede ser una fuente de ahorro de costos o de incremento futuro de los mismos, esto implica que la determinación de la ubicación y del tamaño debe ser motivo de amplios estudios con técnicas que en la teoría de administración de operaciones se presentan en distintas tendencias, mismas que analizaremos a continuación.

2.1.1 Ubicación de la planta

Según D'Alessio (2002), las decisiones de dimensionamiento y ubicación de una planta se enmarcan dentro del planeamiento general de operaciones e involucran a la alta dirección de la empresa ya que las decisiones que se tomen al respecto impondrán limitaciones físicas sobre la cantidad y calidad que podrá producirse en el futuro con relación a la capacidad que decida tenerse (2002, 128). Los elementos a tenerse en cuenta en la localización y dimensionamiento son varios (Haizer & Render, 2009), entre ellos la globalización, la productividad laboral, el tipo de cambio, la cultura, las actitudes cambiantes hacia la industria y la proximidad a mercados, proveedores y competidores. Si observamos lo mencionado por (Bartmess, 1994) quien dice “Muchas empresas asumen erróneamente que la ubicación del sitio de fabricación es principalmente un proceso basado en los costos que busca combinar las tasas de mano de obra, los costos de materiales, la escala de la planta y

los costos de transporte. Sin embargo, creemos que la ubicación en última instancia tiene el poder de hacer (o romper) la estrategia comercial de una empresa” nos damos cuenta de lo complicado que es el proceso de localización de planta. De otro lado existen métodos para determinar la ubicación de planta.

D’Alessio (2002) y Chase, Jacobs y Aquilano (2006), proponen utilizar los métodos de sistema de calificación de factores y programación lineal (teorema del transporte). El primero de ellos es una combinación de consideraciones subjetivas y cálculos, el segundo es un método matemático basado en el algoritmo del transporte. Adicionalmente, Haizer y Render proponen el método del punto de equilibrio que consiste en valorizar los costos totales que se generarían por instalarse en determinada locación calculado para un determinado nivel de producción de unidades, escogiéndose la locación donde menos costos relevantes por unidad producida se obtenga (2009).

En general, existe un factor adicional que debe tomarse en cuenta para instalar y dimensionar una planta: el *doing business* o clima de negocios. A pesar de ser una razón subjetiva, tiene un gran peso en la decisión de instalación de alguna planta. Por ejemplo, la firma Toyota recibió amenazas del nuevo presidente de Estados Unidos de recibir un arancel mayor para los modelos Corolla que serán producidos en su planta de México. Asimismo, Ford suspendió una gran planta de 1,600 millones de dólares debido a presiones de dicho presidente, según Redacción BBC. (5 Enero 2017).

Como podemos observar, los grandes cambios en la globalización, que parece batirse en retirada en muchos países desarrollados, debido a la presencia de nuevos liderazgos orientados al proteccionismo, podría cambiar sensiblemente el panorama mundial para la locación de plantas y su tamaño, cambiando la tendencia de buscar mano de obra barata, en pro de la estabilidad de política comercial.

2.2 Planeamiento y Diseño de los Productos

Dice D'Alessio (2002), que si lanzar un producto es un proceso complejo y riesgoso, eliminar un producto existente puede ser más complejo y riesgoso. Esta frase define lo importante que es la introducción de nuevos productos o la renovación de algunos. Dado que los productos representan la razón de ser y la principal conexión con los clientes, las decisiones al respecto deben ser analizadas e integradas en los diferentes procesos de la empresa, por lo que el diseño no debe ser una isla en medio del mar de procesos. Ver Figura 12.



Figura 12. Pasos para el planeamiento y diseño del producto

Una opción a tomar en cuenta es el diseño por módulos, según (Baldwin, 2000) “La modularidad liberó a los diseñadores para experimentar con diferentes enfoques, siempre que obedecieran las reglas de diseño establecidas”.

Según Chase et al. (2006), para un apropiado lanzamiento se debe utilizar lo que ellos llaman *despliegue de la función de calidad* que tenga en cuenta los *requerimientos del cliente*, creando una matriz llamada casa de la calidad en donde se pueden guardar y utilizar todas las referencias que sobre el producto dejaron los clientes, ingenieros y todas las áreas

comprometidas con el diseño. En ese orden de cosas exploraremos a continuación los pasos y conceptos a tener en cuenta en el planeamiento y diseño de productos y servicios.

2.2.1 Pasos a dar para el diseño del producto

El diseño del producto, según Boothroyd, Dewhurst, y Knight (2002) “el término diseño para manufactura significa el producto diseñado que facilita el armado de las partes que conforman el producto tanto en proceso inverso como inicial” para esto involucra gran parte de actividades conjuntas, en especial con el área de marketing e ingeniería, que deben ser agrupadas en un esquema para entenderlas de mejor manera, Chase et al. (2006), proporcionan un esquema detallado del proceso de diseño en la Tabla 1.

2.2.2 Generación de Ideas

Es evidente que el inicio de todo producto es la idea con la cual se concibe el mismo. Este proceso de generación de ideas sobre nuevos productos debe ser sistemático y según Kotler y Armstrong (2007), las fuentes de dichas ideas pueden ser externas e internas. Por otro lado, Cooper (2001) afirma que si bien las ideas para nuevos productos son interesantes, es necesario contemplar que en el escenario local y global hay una guerra permanente por tener el mejor portafolio de productos innovadores, la selección de ideas, entonces, es vital. Existen empresas especialistas en diseño de ideas y algunas empresas poseen un departamento o gerencia de I & D que se dedica a este fin bajo programas costosos de desarrollo. Luego de este proceso de lluvia de ideas, la empresa debe depurar las ideas generadas. En este punto Kotler y Armstrong (2007), distinguen entre una idea de producto, que es lo que la empresa desea ofrecer al mercado; un concepto del producto, que es la versión detallada del producto que se le presenta al consumidor y, finalmente, una imagen del producto, que es la forma en que los consumidores perciben el producto a través de sesiones de *focus group*. La etapa final es el desarrollo del concepto a nivel de marketing y demanda de los consumidores.

Tabla 1

Proceso Genérico del Desarrollo de Productos

FASE 0: PLANEACIÓN	FASE 1: DESARROLLO DEL CONCEPTO	FASE 2: DISEÑO DEL SISTEMA	FASE 3: DISEÑO DE LOS DETALLES	FASE 4: PRUEBAS Y AFINACIONES	FASE 5: PRODUCCIÓN DE TRANSICIÓN
<ul style="list-style-type: none"> -Articular la oportunidad del mercado. -Definir los segmentos del mercado. -Definir los segmentos del mercado. 	<ul style="list-style-type: none"> -Informar de lo que necesitan los clientes. - Identificar a usuarios líderes. - Identificar productos de la competencia. 	<ul style="list-style-type: none"> -Preparar plan de las opciones del producto y la familia extendida del producto. - Establecer puntos de precio de venta meta. 	<ul style="list-style-type: none"> -Formular plan de marketing. 	<ul style="list-style-type: none"> -Elaborar materiales de promoción y lanzamiento. - Facilitar pruebas de campo. 	<ul style="list-style-type: none"> -Colocar la primera producción en manos de clientes clave.
<p style="text-align: center;">DISEÑO</p> <ul style="list-style-type: none"> -Considerar plataforma y arquitectura del producto. - Evaluar nuevas tecnologías. 	<ul style="list-style-type: none"> -Investigar la viabilidad de los conceptos del producto. -Desarrollar los conceptos del diseño industrial. -Construir y probar prototipos experimentales. 	<ul style="list-style-type: none"> -Generar arquitecturas alternativas del producto. -Definir principales subsistemas a interfaces. -Afinar el diseño industrial. 	<ul style="list-style-type: none"> -Definir la geometría de las piezas. -Elegir materiales. -Asignar tolerancias. -Completar la documentación de control del diseño industrial. 	<ul style="list-style-type: none"> -Pruebas de confiabilidad. -Pruebas de duración. -Pruebas de desempeño. -Obtener permisos de autoridades reguladoras. -Aplicar cambios al diseño. 	<ul style="list-style-type: none"> -Evaluar el producto de la primera producción.
<p style="text-align: center;">PRODUCCIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> -Identificar restricciones de la producción. -Establecer la estrategia de la cadena de suministros. 	<ul style="list-style-type: none"> -Estimar costos de producción -Evaluar viabilidad de la producción. 	<ul style="list-style-type: none"> -Identificar a proveedores de los elementos fundamentales. -Analizar si conviene fabricar o comprar. -Definir el plan final de montaje. -Establecer costos meta. 	<ul style="list-style-type: none"> -Definir los procesos de producción de piezas y partes. -Diseñar el maquinado. -Definirlos procesos que aseguren la calidad. -Iniciar la adquisición de equipamiento con mucho tiempo. 	<ul style="list-style-type: none"> -Facilitar la transición de los proveedores. -Afinar los procesos de fabricación y montaje. -Capacitar a la fuerza de trabajo. -Perfeccionar los procesos para asegurar la calidad. 	<ul style="list-style-type: none"> -Iniciar la operación de todo el sistema de producción.
<p style="text-align: center;">OTRAS FUNCIONES</p> <ul style="list-style-type: none"> -Investigación: Demostrar tecnologías disponibles. -Finanzas: Proporcionar metas de la planeación. -Administración genérica: asignar los recursos al proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> -Finanzas: Presentar un análisis económico. -Jurídico: investigar cuestiones de patentes. 	<ul style="list-style-type: none"> -Finanzas: Proporcionar análisis de conveniencia de fabricar o de comprar. -Servicios: identificar cuestiones de servicios. 		<ul style="list-style-type: none"> Ventas: Formular planes de ventas. 	

Nota. Adaptado de Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2006). *Administración de Operaciones Producción y Cadena de suministros*. México DF: Mc Graw Hill Educación.

versión detallada del producto que se le presenta al consumidor y, finalmente, una imagen del producto, que es la forma en que los consumidores perciben el producto a través de sesiones de *focus group*. La etapa final es el desarrollo del concepto a nivel de marketing y demanda

de los consumidores.

2.2.3 Aspectos del diseño

Según diversos autores hay aspectos muy precisos que deben ser tomados en cuenta al momento del diseño, D'Alessio (2002), propone que se tomen en cuenta los aspectos funcionales y de apariencia que se denominan variables que son características medibles de los productos como peso, velocidad, potencia, etc. y los atributos que se refieren a las apariencias que pueden ser medidas con los sentidos tales como olfato, tacto, vista; es decir, si solo se observan subjetivamente no son medibles. También entran en juego las necesidades del consumidor, según Ulrich y Eppinger (2012) estas sirven de orientación primaria para la elaboración del prototipo, estas necesidades del consumidor serán insumo para las especificaciones más precisas de ingeniería que servirán a su vez para la ingeniería. En la Figura 13 se muestra un resumen de atributos y variables.

Aspectos del producto

1. Características: sus atributos y variables
 2. Tecnología conocida y probada para producirlo
 3. Conocimiento del personal (know-how) para producirlo
 4. Normativas existentes: leyes, patentes, regulaciones
 5. Posibilidades de fabricación con los procesos conocidos
 6. Confiabilidad
 7. Mantenibilidad
 8. Costo
- } Disponibilidad

Aspectos del cliente

1. Prestaciones: Características funcionales primarias del producto.
2. Peculiaridades: Complemento al funcionamiento básico de un producto.
3. Confiabilidad: Probabilidad de que un producto funcione mal dentro de un

período de tiempo.

4. Conformidad con las especificaciones: Es el grado en que el producto cumple con las normas establecidas.
5. Durabilidad: Forma de medir la vida útil de un producto.
6. Disposición de servicio: Facilidades que ofrece la empresa.
7. Estética: Aspecto, tacto, sonido, sabor u olor de un producto.
8. Calidad percibida: Dimensión subjetiva

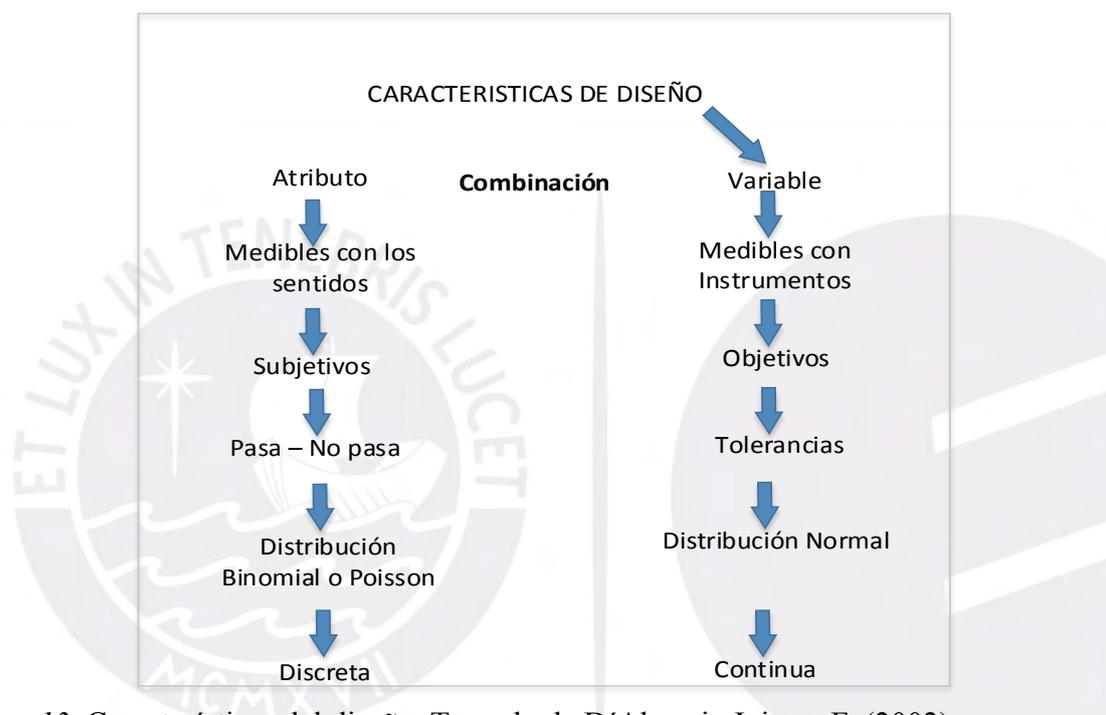


Figura 13. Características del diseño. Tomado de D'Alessio Ipinza, F. (2002). *Administración y Dirección de la Producción*. México DF: Pearson.

2.2.4 Ciclo de vida técnica del producto

Según D'Alessio (2002), el ciclo de vida técnico de un producto tiene tres etapas, a saber, mortalidad infantil en los primeros periodos de venta, donde se producen las mayor cantidad de fallos provocando que algunos productos desaparezcan; la vida económica, que es la etapa más importante, donde se realizan las mayores ventas y ganancias; la última etapa, en donde el desgaste y la vejez del producto hace que necesite reemplazo o simplemente se discontinúa su producción. Por otro lado, Hayes y Wheelwright (1986) dice que si separamos

el ciclo de vida del producto del ciclo de vida del proceso podremos entender de una mejor manera las opciones estratégicas disponibles para una empresa respecto a su función de producción.

2.2.5 Ciclo de vida de Marketing del producto

De acuerdo a Kotler y Armstrong (2007), el ciclo de vida de un producto PLC tiene cinco etapas bien definidas: el desarrollo del producto, la introducción del producto, el crecimiento, la madurez y la decadencia. Si bien esta descripción se parece al ciclo de vida técnico, se diferencia porque en cada ciclo se toma en cuenta el flujo de caja que el producto nuevo produce. Una gráfica de ello se encuentra en la Figura 14 que mostramos a continuación.

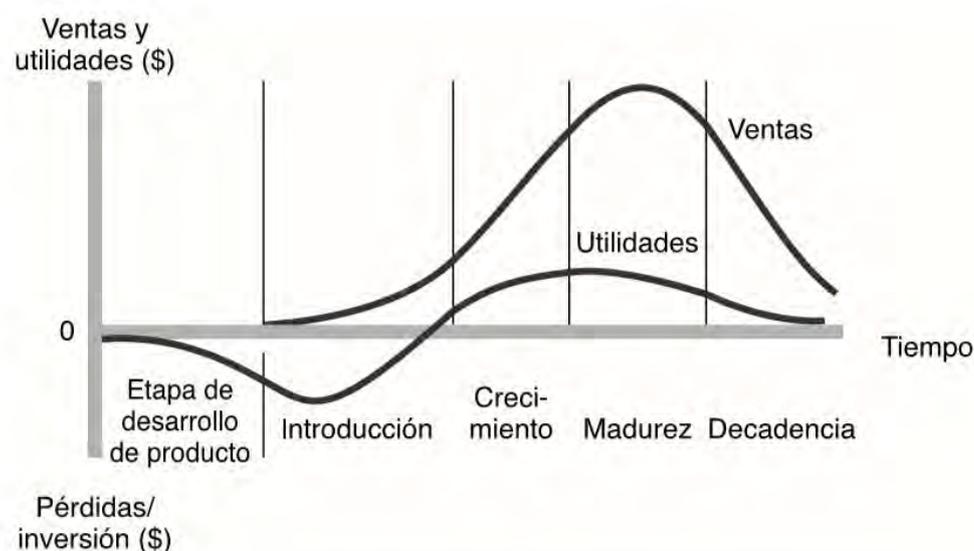


Figura 14. Ciclo de vida de marketing del producto. Tomado de Kotler, P., & Armstrong, G. (2007). *Marketing Versión para América Latina* 11 Edición. México: Pearson Educación.

Por lo dicho líneas arriba, es muy importante tratar de pronosticar la forma y el tiempo del ciclo de vida del producto, tal como lo afirma Levitt (1986) “deben hacerse esfuerzos útiles para tratar de prever la duración y el perfil de curva que tendrá la vida de un producto nuevo porque esto ayudará a garantizar que se lleve un enfoque más racional a la ‘planeación y mercadotecnia de productos’”

2.2.6 Despliegue de la Calidad del Diseño

Como una etapa de cierre, el despliegue del concepto de calidad debe aplicarse al proceso de diseño, debido que el proceso de producción se adapta al concepto creado, al prototipo. En esta adaptación, los niveles de calidad no deben perderse de vista, como cita al respecto D'Alessio (2002), a Genichi Taguchi “la calidad en el diseño del producto es la que manda (...). Al diseñar productos acabados que no fallen en el uso real, conseguiremos reducir simultáneamente el número de piezas y productos defectuosos en la fabricación” es fundamental el despliegue de la función de calidad. Reforzando lo anterior, Chase et al. (2006) aducen que “la información acerca de los requerimientos de los clientes sienta las bases para una matriz llamada la casa de la calidad. Cuando el equipo interfuncional del despliegue de la función de Calidad construye una casa de la calidad puede utilizar la retroalimentación proporcionada por los clientes para tomar decisiones de la ingeniería, el marketing y el diseño. La matriz ayuda al equipo a traducir los requerimientos de los clientes a metas concretas de operaciones e ingeniería”. Existe una metodología adicional para el despliegue de la función de calidad del diseño, según López, Jimenez, y Sanchez (2016) “La metodología QFD (Quality Function Deployment, por sus siglas en inglés) busca la satisfacción de las necesidades de los usuarios, llevando sus deseos a través de las etapas de diseño hasta la producción del producto. Mediante el QFD la calidad pasa a ser una función de desarrollo del producto; forma parte integral del despliegue de tecnología, fiabilidad y costos.” Adicionalmente, según Reddy y Berger (1986) los procesos de producción y diseño de productos deben ser sometidos a pruebas de su capacidad los cuales deben ser cuidadosamente planeados, de manera que se pueda determinar de manera precisa que niveles de calidad del producto puedes obtener cuando el personal y el equipo de producción operan dentro de las especificaciones del diseño del producto y del proceso.

Los programas de garantía de la calidad son importantes que se apliquen en el

diseño de los productos, puesto que según Vinson y Heany (1986) en esta fase se produce la mayor laguna de información sobre la calidad del producto porque no existen más que unos cuantos registros dejados por los diseñadores lo cual implica la ausencia de un plano de la calidad del diseño, esta falta de información debe superarse documentando la fase de diseño en todo lo relacionado con el aspecto final del producto.

2.3 Planeamiento y Diseño del Proceso

Podemos ensayar una serie de definiciones del término proceso. La más simple y completa la sugiere D'Alessio (2002): "El proceso es un conjunto de actividades que transforman una entrada en salida, insumos en productos, o recursos en resultados, al agregar valor a la entrada para conseguir una utilidad vendible a la salida y buscar e todo esto una productividad adecuada". En ese marco, el proceso de producción está íntimamente asociado al diseño del producto y a los estándares de calidad que hemos considerado desde el inicio del producto. Los procesos están compuestos por flujos y secciones que analizaremos a continuación. Asimismo y complementando lo anterior Hayes y Schmenner (1986) definen que la estrategia de producción es una extensión de la estrategia corporativa general que se evidencia en el diseño de procesos por cuatro actitudes que se aplican al proceso, a saber, la orientación dominante; el patrón de diversificación; la actitud corporativa hacia el crecimiento y la elección de prioridades competitivas. Una vez identificadas estas actitudes, se bosqueja la misión de producción y fabricación desde el cual la empresa inicia las acciones estratégicas sin desperdiciar recursos.

2.3.1 Objetivos de los Procesos

El objetivo principal del diseño de un proceso, según D'Alessio (2002), es obtener bienes y servicios de buena calidad al menor costo posible. El diseño del mismo depende de la capacidad de planta y el diseño del producto así como la disponibilidad del recurso humano y el lay out de la planta. A la idea anterior se suma la idea de Porter (1999)

que dice que los procesos de una empresa deben ser diseñados de forma tal que constituyan una cadena de valor que se fuente clave de la ventaja competitiva misma que puede variar de producto en producto de acuerdo a los procesos diseñados o de comprador en comprador.

Para conocer los objetivos de los procesos, según Haizer y Render (2009), deben ser respondidas algunas preguntas:

1. ¿El proceso está diseñado para lograr una ventaja competitiva en términos de diferenciación, respuesta o bajo costo?
2. ¿El proceso elimina pasos que no agregan valor?
3. ¿El proceso maximiza el valor para el cliente según lo percibe el cliente?
4. ¿El proceso permitirá obtener pedidos?

Estas preguntas orientan nuestro análisis en el diseño y planeamiento del proceso.

2.3.2 Clasificación de los Procesos

Dos autores analizan en profundidad el tipo de procesos. Uno de ellos, D'Alessio (2002), propone clasificar los procesos de acuerdo con los tres tipos de frecuencia de producción de la matriz del proceso de transformación, de esta forma los procesos pueden clasificarse en:

1. Continuo, de acuerdo al diseño de producto sigue una secuencia preestablecida a lo largo del flujo de materiales y está asociada con el diseño del producto.
2. Intermitente, se ubican los departamentos en función del costo de manipulación y distancias.
3. Una vez, generalmente asociado a la construcción, es fundamental el uso de programación de actividades.

De otro lado tenemos la clasificación que ofrecen Chase et al. (2006), que selecciona los procesos de la manera siguiente:

1. Por sus etapas, en donde se distinguen etapas amortiguadoras, bloqueo y

privación.

2. Proceso para fabricar existencias o fabricar para pedidos.
3. Proceso híbrido.
4. Proceso de pasos rítmicos.

2.3.3 Herramientas del Diseño de Procesos

Según Haizer & Render (2009), hay hasta cuatro herramientas para diseñar procesos.

Diagramas de flujo. Conformados por líneas y figuras que describen el movimiento de materiales, productos finales y personas, como podemos apreciar en la Figura 15.

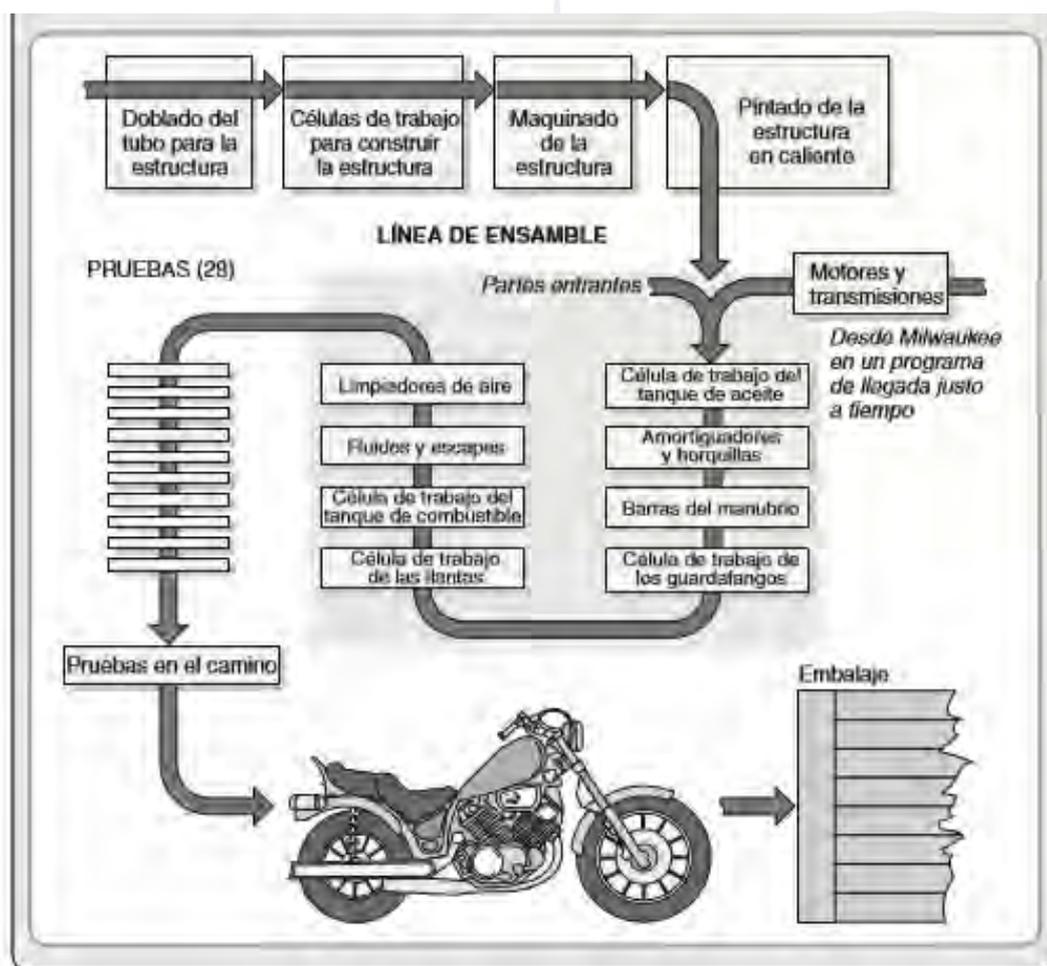


Figura 15. Diagrama de Flujo Harley Davidson. Tomado de Haizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de Administración de Operaciones*. México, DF: Pearson Educación.

Gráfica de Función de Tiempo. Es similar al diagrama de flujo, pero se agrega una línea de tiempo en donde se analiza la dirección de los flujos y los tiempos que insumen estos desplazamientos. La Figura 16 muestra un ejemplo de ello.

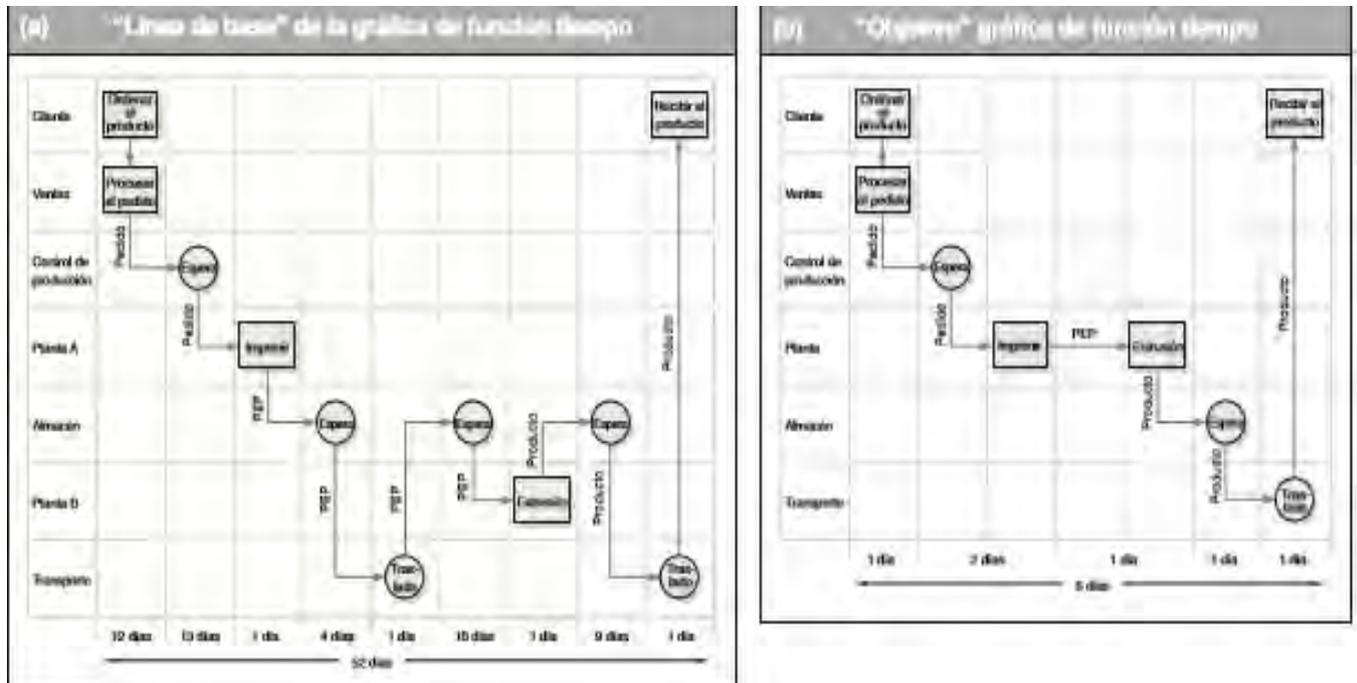


Figura 16. Gráfica de función de tiempo. Tomado de Haizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de Administración de Operaciones*. México, DF: Pearson Educación.

Gráfica de Flujo de Valor. Esta herramienta permite observar los puntos donde se agrega valor y donde no se agrega valor a lo largo del proceso de producción. La Figura 17 muestra un ejemplo de esta herramienta.

Diagramas del proceso. Esta herramienta permite enfocar la atención en actividades que generan valor agregado lo que permite determinar qué porcentaje de valor agrega cada actividad o punto del proceso. La Figura 18 muestra cómo se usa esta herramienta.

2.3.4 Determinación del Tipo de Proceso

Luego de recorrer las etapas anteriores llegamos a la determinación del tipo de proceso que implica identificar en qué parte de la matriz de transformación se ubicará nuestro

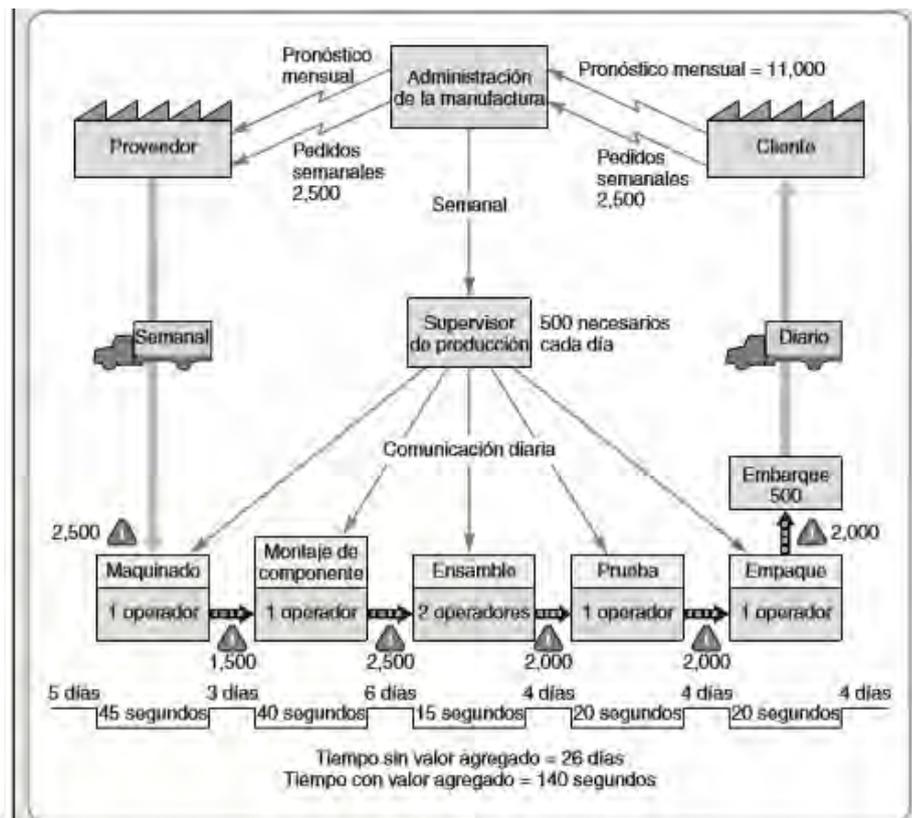


Figura 17. Gráfica del flujo de Valor. Tomado de Haizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de Administración de Operaciones*. México, DF: Pearson Educación.

proceso y qué herramientas, tecnología y valor agregado tendrá el mismo. A continuación, describiremos esa etapa decisiva en el diseño de procesos. En la Figura 19 se puede observar la matriz de transformación a tener en cuenta.

2.3.5 Determinación de las máquinas y tecnología de acuerdo al tipo de proceso escogido

Existen dos opciones de máquinas, las complejas y las genéricas. Según Haizer y Render (2009), la elección del mejor equipo implica que tengamos que entender la industria en donde se desarrolla el proyecto o bien o servicio y los procesos y tecnologías disponibles para su desarrollo. Por otro lado, D'Alessio (2002), menciona que la producción de artículos únicos y la intermitencia de pedidos por lotes implican, por lo general, el uso de equipos de propósito general y menos costoso pero requieren que la mano de obra sea altamente especializada.

Método actual <input checked="" type="checkbox"/>		DIAGRAMA DEL PROCESO		Método propuesto <input type="checkbox"/>	
MATERIA DEL DIAGRAMA <i>Proceso de preparación de una hamburguesa</i>				FECHA <i>8/1/07</i>	
DEPARTAMENTO _____			ELABORADO POR <i>KH</i>		HOJA NÚM. <i>1</i> DE <i>1</i>
DIST. EN PIES	TIEMPO EN MINUTOS	SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO		
	—	○ → □ ▢ ▽	<i>Piezas de carne almacenadas</i>		
<i>1.5</i>	<i>.05</i>	○ → □ ▢ ▽	<i>Transferir a la parrilla</i>		
	<i>2.50</i>	○ → □ ▢ ▽	<i>Parrilla</i>		
	<i>.05</i>	○ → □ ▢ ▽	<i>Inspección visual</i>		
<i>1.0</i>	<i>.05</i>	○ → □ ▢ ▽	<i>Transferir al anaquel</i>		
	<i>.15</i>	○ → □ ▢ ▽	<i>Almacenamiento temporal</i>		
<i>.5</i>	<i>.10</i>	○ → □ ▢ ▽	<i>Obtener panes, lechuga, etc.</i>		
	<i>.20</i>	○ → □ ▢ ▽	<i>Reunir el pedido</i>		
<i>.5</i>	<i>.05</i>	○ → □ ▢ ▽	<i>Colocar en el anaquel final</i>		
		○ → □ ▢ ▽			
<i>3.5</i>	<i>3.15</i>	<i>2 4 1 - 2</i>	TOTALES		
Tiempo con valor agregado = Tiempo de operación y tiempo total = $(2.50 + .20)/3.15 = 85.7\%$.					
○ = operación; → = transporte; □ = inspección; ▢ = demora; ▽ = almacenamiento.					

Figura 18. Diagrama de Proceso. Tomado de Haizer, J., & Render, B. (2009). Principios de Administración de Operaciones. México, DF: Pearson Educación.

VOLUMEN DE PRODUCCIÓN	REPETITIVIDAD	UNA VEZ	INTERMITENTE	CONTINUO (LINEA)
	TECNOLOGIA			
	ARTICULO UNICO	PROYECTO (PROJECT)		
	LOTE		LOTE DE TRABAJO (JOB LOT)	
	SERIE		SERIE (LARGE BATCH)	
	MASIVO		MASIVO (MASS)	
CONTINUO			CONTINUO (CONTINUOUS)	
		FRECUENCIA DE PRODUCCIÓN		

ADMINISTRACIÓN DE LA PRODUCCIÓN
Enfoque Estratégico de la Calidad

Figura 19. Matriz del proceso de transformación. Tomado de: D'Alessio Ipinza, F. (2002). Administración y Dirección de la Producción. México DF: Pearson.

2.3.6 Procesos de Valor Agregado

Identificar los procesos que agregan valor en la determinación del proceso es sumamente importante, para eso debemos determinar si una actividad concreta es eficiente o ineficiente, así también es necesario determinar el costo de cada actividad dentro del proceso. El concepto de valor agregado tiene dos implicancias según D'Alessio (2002), la primera, que el valor agregado se produce en el proceso productivo; la segunda implicancia es que el valor agregado puede crecer con las mejoras que le hagamos al proceso productivo.

Por lo anterior es necesario, de acuerdo a D'Alessio (2002), identificar las fuentes de valor agregado en el proceso las cuales pueden provenir de las mejoras tecnológicas, de las características de diseño, incluso de la imagen del producto o de otros atributos del mismo.

Como parte del valor agregado debemos incorporar un elemento poco analizado, este es la productividad, que al ser incluida en los diseños de productos y procesos no solo reduce costos sino que además, según Judson (1986) “cuando el esfuerzo de productividad desarrollado por una compañía abarque a la organización integra y todos sus sistemas y procedimientos, solo entonces, representará un enfoque genuinamente estratégico sobre el manejo de la productividad”

2.4 Planeamiento y Diseño de la Planta

El planeamiento y diseño de la planta, implica el ordenamiento físico de los elementos productivos, que incluye los espacios necesarios para el movimiento de material y personal, almacenamiento y otras actividades que forman parte de la operación.

El planeamiento de la distribución de la planta en la etapa de proyecto, se divide en 4 fases, que deberán ser efectuadas en forma secuencial:

- Localización: Espacio físico en donde se distribuirán las áreas productivas.
- Distribución general del conjunto: Relación de áreas y actividades
- Plan detallado de la distribución: Lugar en donde se sitúan cada unidad

- Control de movimientos físicos y emplazamiento.

Una buena distribución de planta se traduce en reducción de costos operativos como resultado de:

- Reducción del riesgo de la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores.
- Simplificación del proceso productivo (menor tiempo de productos en proceso).
- Incremento de la producción y de la operatividad.
- Disminución de los retrasos de la producción
- Utilización eficiente del espacio
- Mejor utilización de la maquinaria, mano de obra y/o de los servicios
- Reducción de la manipulación de los materiales
- Facilidad o flexibilidad de ajuste a los cambios de condiciones.

2.4.1 Clasificación de Distribución de Plantas

Las distribuciones en planta pueden clasificarse según la función del sistema productivo y el flujo de los materiales.

Según el flujo de trabajo son:

Por producto: Cuando existe una línea de diferentes tipos de máquinas dedicada exclusivamente a un producto específico o a un grupo de productos afines. Un ejemplo. Una industria alimenticia en la que existen líneas separadas para el envase de jugos y el envase de productos lácteos. Esta distribución se usa en procesos continuos con altos volúmenes de producción.

Por proceso: Cuando las máquinas que ejecutan un mismo tipo de operación están agrupadas y los diferentes productos se mueven a través de ellas. Un ejemplo, es la que usa comúnmente la industria de la confección, en la que las mesas de corte se agrupan en un área definida, al igual que las cosedoras fileteadoras y otros tipos de máquinas. Diferentes productos como camisas, pantalones, pasan por cada grupo de máquinas sin que se permita el

paso de un grupo a otro. La característica de uso en producción por lotes determina la necesidad de hacer paradas de producción una vez se termine un lote, con el objeto de hacer ajustes a las máquinas y el proceso, que permitan atender el siguiente lote del mismo u otro tipo de producto.

Por posición fija: Cuando el producto permanece en un solo lugar y los medios de producción son los que se mueven. Su uso es común en procesos de producción de artículo único y volúmenes bajos de producción.

Según la función del sistema productivo son:

Diseño de almacenamiento: colocación relativa de los diversos componentes en un almacén.

Diseño de marketing: los componentes se encuentran ordenados de forma que facilitan la venta o publicidad de un producto.

Diseño de proyecto: ordenar componentes en situaciones especiales para proyectos especiales.

Según el flujo de los materiales, los básicos son:

- En línea
- En forma de U
- En forma de L
- En forma de O

2.4.2 Disposición de Plantas

La disposición final de una planta está condicionada por la capacidad requerida de producción, que a su vez la dicta el mercado y las metas corporativas de una organización. De igual manera está condicionada por la disponibilidad actual de espacio y recurso para el diseño inicial o modificación de la planta.

Principios básicos:

Principio de la integración total: Integra de manera coherente mano de obra, materiales, maquinarias, métodos y actividades auxiliares.

Principio de la mínima distancia: Permite que las distancias que van a recorrer los materiales, máquinas y personas entre operaciones sean las más cortas.

Principio de flujo óptimo: Ordena las áreas de trabajo, de forma que cada operación se encuentre dispuesta de manera secuencial de acuerdo con el proceso de transformación de los materiales.

Principio de la satisfacción y seguridad: La distribución debe conseguir que el trabajo sea satisfactorio y seguro para los trabajadores.

Principio de la flexibilidad: Una distribución que pueda justificarse o reordenarse con menos costos e inconvenientes será más efectiva. Esto permitirá reacomodar diferentes tipos de máquinas, establecer diferentes flujos de material y adicionar capacidad de almacenamiento, y procesamiento en los casos en que se prevea una expansión futura.

2.5 Planeamiento y Diseño del Trabajo

El diseño de puestos de trabajo y su planeamiento es una labor sumamente importante puesto que la mayoría de las actividades de los procesos tiene como protagonista al recurso humano. Por ello, según (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2006) “El gerente de operaciones emplea las técnicas de diseño de puestos para estructurar el trabajo de modo que satisfaga las necesidades físicas y psicológicas del trabajador humano. El planeamiento y diseño observa varias partes para llegar a su óptimo desarrollo, estas serán analizadas en la bibliografía a continuación.

2.5.1 Diseño de Puestos

De acuerdo a Chase et al. (2006) el diseño de puestos se define como la actividad de especificar las actividades laborales de los trabajadores, creando estructuras laborales que

cumplan las necesidades de la organización y su tecnología, que además deben satisfacer los requerimientos de los trabajadores para lograr productividad.

Para diseñar los puestos de trabajo y organizar el trabajo es necesario tomar decisiones a través de algunas preguntas necesarias, la Figura 20 muestra consolidado de cómo se estructura un puesto de trabajo.

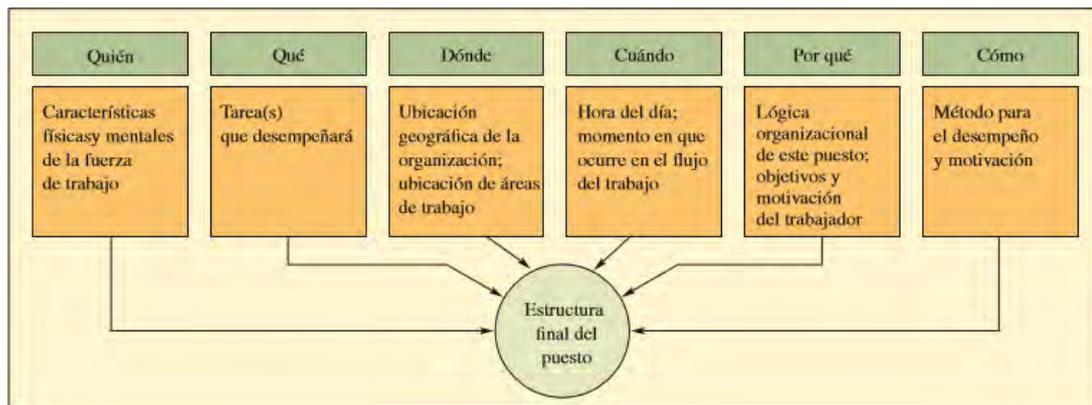


Figura 20. Decisiones del Diseño de Puestos. Tomado de Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2006). Administración de Operaciones Producción y Cadena de suministros. México DF: Mc Graw Hill Educación.

2.5.2 Diseño de las Tareas

En el diseño de las tareas hay que tener sumo cuidado, tal como lo menciona D'Alessio (2002), pues "el diseño debe especificar qué tarea desarrollar, cómo hacerlo y si fuera necesario cuándo y dónde hacerla". Se mencionan tres enfoques para el diseño del trabajo: el diseño socio técnico de Erick Trist que analiza variables sociotécnicas en las que se mide el costo de adoptar nuevas técnicas o tecnología por la rotación y adaptación de la fuerza laboral; la administración científica de Frederick Taylor que propone una conjunción entre el estado de ánimo de los trabajadores y la administración para realizar las tareas y finalmente la higiene y enriquecimiento del trabajo desarrollada por Herzberg, que propugna que el trabajo tiene elementos intrínsecos y extrínsecos. Los primeros se referirían al trabajo mismo y los segundos a los estímulos por salario. Para complementar, Groover, (2014) dice que "una tarea se puede dividir en sus actividades constitutivas que forman la estructura piramidal, cada tarea consiste en tareas, elementos de trabajo y elementos de movimiento

básicos” En la Figura 21 encontramos factores que intervienen en el diseño del trabajo y tareas.

2.5.3 Medición del Trabajo

Para Chase et al. (2006), los estándares de medición del trabajo son necesarios por programar el trabajo y asignar la capacidad; ofrecer una base objetiva para motivar a la fuerza de trabajo y para medir el desempeño de los trabajadores; presentar cotizaciones para nuevos contratos y evaluar el desempeño de los existentes; proporcionar puntos de referencia para las mejoras.

Los métodos para medir el trabajo, (D’Alessio, 2002), son esencialmente cuatro: estudio de tiempos y movimientos que consiste en medir el tiempo que toma realizar una tarea; estudio de tiempos predeterminados que se basa en que todo trabajo puede ser descompuesto en actividades básicas con estándares de tiempo determinados; método de datos de estándares,

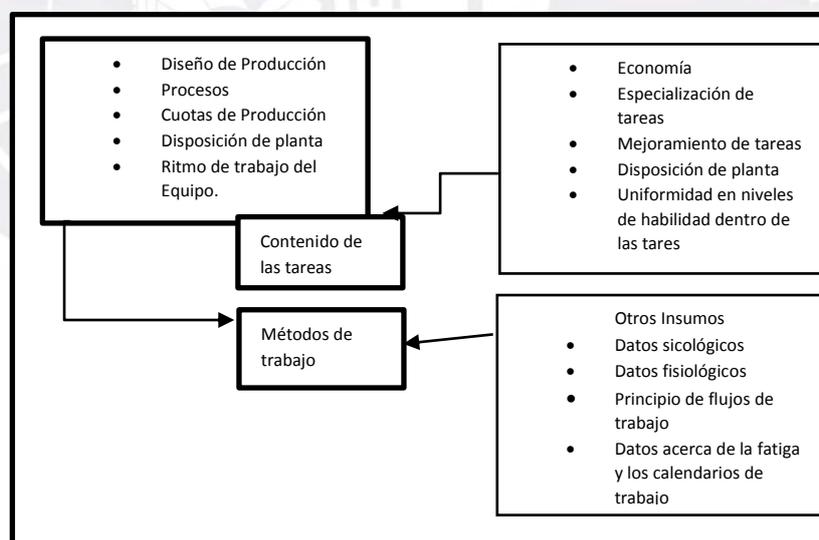


Figura 21. Factores en el diseño de las tareas. Tomado de D’Alessio Ipinza, F. (2002). *Administración y Dirección de la Producción*. México DF: Pearson.

que es parecido al anterior, pues solo se diferencia en que abarca mayor cantidad de datos; tiempos históricos, útiles para medir las desviaciones que se registran en el trabajo y,

finalmente, el muestreo de trabajo que mediante una serie aleatoria de observaciones define o perfila el trabajo. Un indicador importante para medir la efectividad del trabajo, de la cadena de valor y de la riqueza del proceso productivo es la productividad que según Malkiel, B. (1986) es una estimación por hora de trabajo realizado que a largo plazo describen tendencias que deben ser tomadas en cuenta para mejorar procesos a fin de obtener más valor del trabajo dentro de nuestro proceso de fabricación, esto es, trabajo que agregue valor.

2.5.4 Aspectos del trabajo

Los aspectos del trabajo a tomar en cuenta según D'Alessio (2002), son la descripción del trabajo, división del trabajo, agregación del trabajo o departamentalización, coordinación del trabajo y monitoreo y reorganización. Después de ello están las características de las tareas como: la variedad de destrezas; la identidad de la tarea; la importancia de la tarea; autonomía de la tarea y retroalimentación de la tarea.

2.5.5 Estudio Completo del Trabajo

De acuerdo a D'Alessio (2002), existen ocho etapas fundamentales en un estudio del trabajo completo:

1. Selección del trabajo a analizar.
2. Registro en el campo de todo lo relacionado con dicho trabajo.
3. Examen crítico desde la razón por la que se hace el trabajo hasta el orden en el que se hace.
4. Ideación del método de solución más económico para mejorar el trabajo.
5. Medición de la cantidad de trabajo que exige el método elegido y calcular el tiempo que lleva hacerlo.
6. Definición del tiempo y método a fin de que pueda identificarse en todo momento.
7. Implantación del nuevo método como práctica general aceptada.

8. Mantenimiento en uso la nueva práctica mediante procedimientos de control adecuados.

2.6 Planeamiento Agregado

Al referirnos al planeamiento agregado se trata de un método de planificación de la producción con horizonte de corto plazo, este sirve para determinar la cantidad de recursos necesarios para la producción de una empresa dentro las restricciones de la demanda y la oferta de mercado y de la capacidad instalada. Además, el planeamiento agregado proporciona una ventaja competitiva a la empresa.

2.6.1 Variables Modificadoras de Demanda y Oferta

De acuerdo a D'Alessio (2002), las variables más importantes a tener en cuenta en el planeamiento agregado son:

Variables Modificadoras de Demanda:

- *Precio diferenciado*, que permite desviar parte de la demanda de los periodos pico a los periodos valle.
- *Publicidad y promociones*, que permiten aumentar la demanda en periodos bajos.
- *Sistema de reservaciones*, que genera sobredemanda en el sistema.
- *Desarrollo de productos complementarios*, cuando el producto principal tiene una estacionalidad marcada.

Variables modificadoras de oferta:

- *Variación de la fuerza laboral*, que se da cuando la estacionalidad del producto es baja.
- *Uso del inventario*, que permite nivelar oferta y demanda.
- *Postergación del exceso de demanda*, para que la demanda se nivele con la producción.

- *Variación de la producción con sobretiempos*, que se realiza cuando las actividades necesitan clima o condiciones especiales.
- *Subcontratos*, cuando queremos expandir producción sin ampliar la capacidad.
- *Uso de la capacidad instalada total*, es para igualar la demanda respecto de la producción.

Estrategias de Planeación de la Producción. Teniendo en cuenta el punto anterior de factores de demanda y oferta, la planeación agregada de la producción, según Chase et al. (2006), se cuenta con tres estrategias para el planeamiento agregado de la producción:

Estrategia de ajuste, que consiste en igualar el índice de pedidos con el índice de producción, de manera que los recursos requeridos para producción se ajusten, entre ellos la reducción o incremento de personal.

Fuerza de trabajo estable, horas de trabajo variable. Esta estrategia permite mantener la fuerza laboral, reducir la curva de aprendizaje de contratar nuevos y reduce el efecto emocional del despido.

Estrategia de nivel, consistente en mantener una fuerza de trabajo estable con un índice de producción constante.

Cuando se utiliza una sola estrategia se habla de una estrategia de planeamiento agregado pura y de mixta si se usan dos o más estrategias. Adicionalmente, según Silver, Pyke, y Peterson (1998) debemos tener en cuenta los ciclos económicos por lo cual, además de la estrategia de producción es necesaria la construcción de un modelo que permita no solo planear la producción sino también evitar que los inventarios sobre carguen las finanzas en la caída del ciclo o se rompan cuando el ciclo comienza su pico.

2.6.2 Costos Relevantes

Para escoger la estrategia de planeamiento agregado a utilizar teniendo en cuenta los costos relevantes como estándar de evaluación, D'Alessio (2002) considera seis

tipos de costos relevantes:

- **Costo de contratación y despido**, cuando la fuerza laboral es sensible a la demanda.
- **Costo de tiempo extra y costo de parada**, son costos marginales en los que incurre la empresa.
- **Costo de mantenimiento de inventarios**, muy importante en las decisiones porque implica el costo fijo que la empresa debe evitar.
- **Costo de los subcontratistas**, que no debe ser mayor al costo marginal de producción.
- **Costo de la mano de obra eventual**, que implica el costo de la curva de aprendizaje.
- **Costo de faltantes de inventario**, perjudicial tanto en la logística de salida como en la logística de entrada.

Debemos tener en cuenta que es necesario adaptar la contabilidad de costos al tipo de proceso de producción que vamos a usar, así Backer y Jacobsen (1997) dicen que la contabilidad de costos por proceso pone énfasis en la acumulación de costos para un periodo de tiempo, en cambio la producción por órdenes de trabajo enfatiza la acumulación de costos por trabajos o conjuntos de productos.

2.6.3 Técnicas de Planeación Agregada

A continuación, describiremos las técnicas de planeación agregada que se utilizan en un ejemplo tomado de Chase et al. (2006), sobre la elaboración de cuatro planes agregados de producción en las Figuras 22 y 23.

2.7 Programación de Operaciones Productivas

Debido a la alta competitividad del mercado global, la programación de operaciones se

COSTO	PLAN 1: PRODUCCIÓN EXACTA; FUERZA DE TRABAJO VARIABLE	PLAN 2: FUERZA DE TRABAJO CONSTANTE; VARÍAN INVENTARIO E INVENTARIO AGOTADO	PLAN 3: FUERZA DE TRABAJO BAJA Y CONSTANTE; SUBCONTRATACIÓN	PLAN 4: FUERZA DE TRABAJO CONSTANTE; TIEMPO EXTRA
Contratación	\$ 5800	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Despidos	7 000	0	0	0
Inventario en exceso	0	948	0	1281
Escasez	0	1540	0	0
Subcontratación	0	0	60 000	0
Tiempo extra	0	0	0	12 210
Tiempo regular	\$160 000	\$160 000	\$100 000	\$152 000
	\$172 800	\$162 488	\$160 000	\$165 491

Figura 22. Comparación de cuatro planes agregados. Tomado de Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2006). Administración de Operaciones Producción y Cadena de suministros. México DF: Mc Graw Hill Educación.

ha convertido en la actualidad en una herramienta muy importante para generar valor agregado tanto en costos como en diferenciación. La programación, por tratarse de una actividad que se encuentra acompañada de áreas de incertidumbre generadas por la logística de entrada y salida que depende muchas veces de terceros, tiene diversas técnicas estocásticas y determinísticas así como diversos enfoques sobre cómo abordar la programación. Asimismo, la programación de operaciones productivas utiliza el plan maestro que es donde se expresan todos los recursos necesarios.

2.7.1 Plan Maestro

Según Benzaquen (2017), el plan maestro tiene como función proveer los medios para estimar la carga laboral de las diversas estaciones de trabajo; la base para las decisiones de compra; la base para los programas detallados en cada proceso de la secuencia productiva, que se caracterizan por establecer las cantidades de cada recurso para producir una unidad, precisar los tiempos de procesamiento unitario, identificación de componentes y materiales disponibles e identificación de equipamiento y fuerza de trabajo disponible. A continuación la Figura 24 expresa la estructura de un plan maestro:

2.7.2 Técnicas para Programación de Operaciones

Para realizar el pronóstico de demanda y por tanto la estimación de adquisiciones y

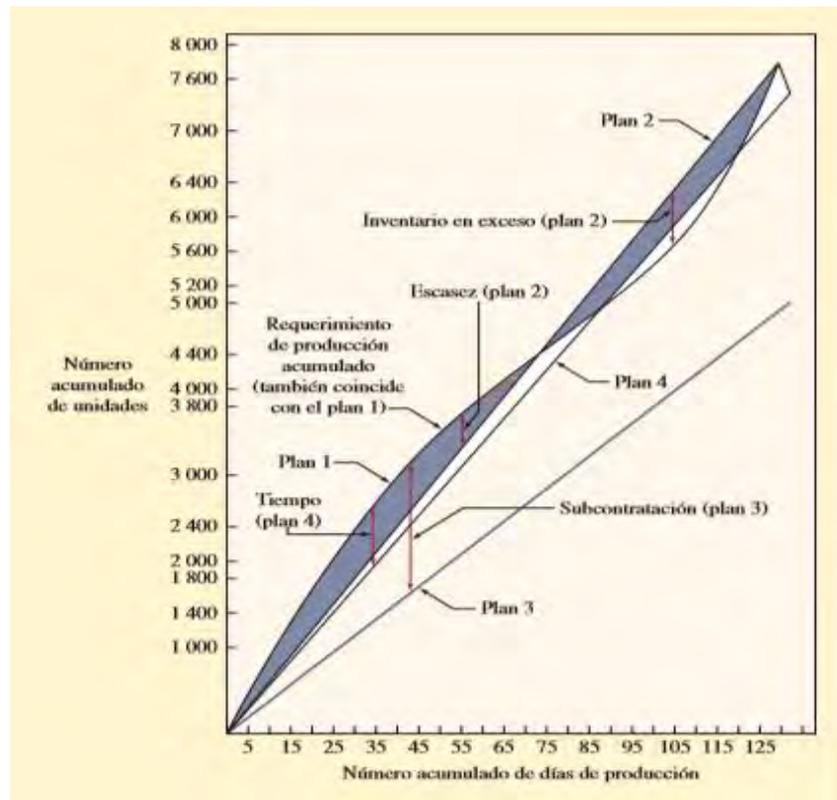


Figura 23. Curvas de los cuatro planes. Tomado de Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2006). *Administración de Operaciones Producción y Cadena de suministros*. México DF: Mc Graw Hill Educación.

personal, se utilizan diversas técnicas, tal como mencionamos en la introducción. Ahora bien, según la ubicación de nuestra producción en la matriz de transformación son aplicables cierto tipo de técnicas y métodos. La Figura 25, planteada por Benzaquen (2017) muestra esa selección.

Como se puede apreciar, en la parte inferior de la Figura 25, se explica qué técnica debe utilizarse para cada tipo de producción, de esta forma podemos integrar la matemática con el criterio gerencial.

2.8 Gestión de Costos

Como hemos visto la programación de operaciones tiene muchos componentes importantes y secuenciales, pero inherente a cada proceso en las operaciones se encuentra el costo de cada actividad, en este punto del marco teórico hemos enfocado la gestión de costos en el control de inventarios en la cadena de suministros, dado porque según Chase et al.

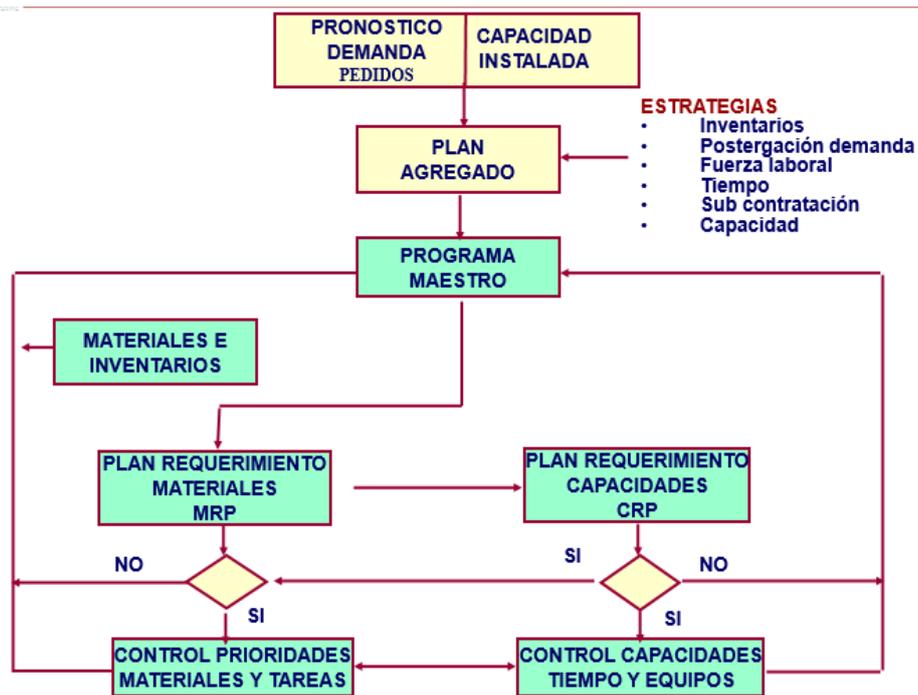


Figura 24. Plan Maestro. Tomado de Benzaquen de las Casas, J. 12 de Marzo de (2017). Programación de Operaciones - Curso MOOC Centrum Católica- Mod 7. Obtenido de Power Point.

(2006) “el beneficio económico de la reducción del inventario es evidente en las estadísticas siguientes: el costo promedio del inventario en Estados Unidos es de 30 a 35% de su valor”, basados en esa importancia desarrollamos algunos conceptos de costo de inventarios. Existe una técnica de mejor manejo del costo de inventario, se llama SKU (Stock Keeping Inventory) y que según Abernathy, Dunlop, Hammon, y Weil (2000) “Los fabricantes tienden a tratar a todas las unidades de stock dentro de una línea de productos de la misma manera, pero de hecho, estos SKU a menudo tienen niveles de demanda muy diferentes. Al diferenciar los SKU de acuerdo con sus patrones de demanda reales, puede reducir los inventarios en algunos SKU y aumentarlos en otros, mejorando así su rentabilidad para toda la línea”, por ahora se usan en grandes almacenes de retail.

2.8.1 El Inventario, algunos conceptos

El concepto de inventario tiene varias definiciones en la literatura revisada, por ejemplo D’Alessio (2002) propone que todos los medios, elementos y recursos productivos

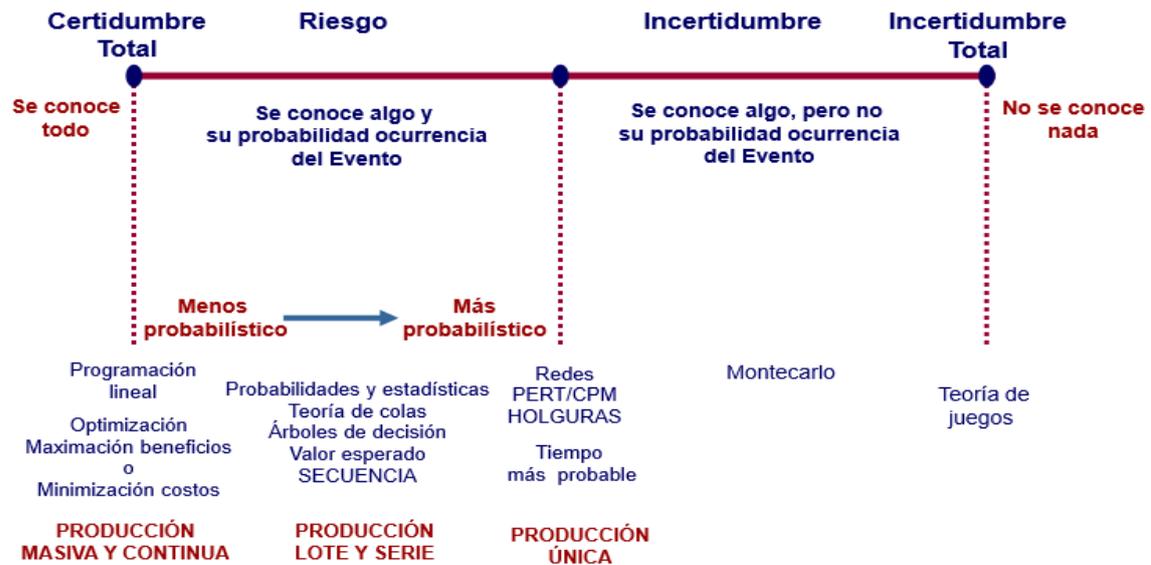


Figura 25. Técnicas de Programación Según Matriz. Tomado de Benzaquen de las Casas, J. (12 de Marzo de 2017). *Programación de Operaciones* - Curso MOOC Centrum Católica-Mod 7. Obtenido de Power Point.

de que dispone una empresa son inventariables excepto los trabajos en proceso, aunque estos últimos figuran en la contabilidad. De otro lado Chase et al. (2006), desagrega el concepto y enuncia que el inventario son las existencias de una pieza o recurso utilizado en una organización, pero además distingue tipos de inventario como el inventario de manufactura que se sub clasifica en materia prima, productos terminados y partes y componentes. Finalmente, orientando el concepto hacia el control de costos Haizer y Render (2009) propone que el objetivo de la administración de inventario sea lograr un equilibrio entre la inversión a realizar en los insumos y la demanda de los clientes.

2.8.2 Costos de los Inventarios

Para gestionar los inventarios es necesario utilizar herramientas tecnológicas y modelos logísticos que permitan un control exacto del costo de inventario cualquiera sea la ubicación del proceso productivo: único, intermitente, continuo. Según D'Alessio (2002), pueden identificarse cuatro costos en el inventario:

1. Costo de pedir el inventario.

2. Costo de adquirir el inventario.
3. Costo del mantenimiento del inventario.
4. Costo de rotura del inventario.

Asimismo, los inventarios pueden ser de entrada y de salida, en el caso del inventario de entrada se asumen los siguientes costos:

1. Costo de pedir al proveedor los insumos e indirectos.
2. Costo de adquisición del inventario de insumos e indirectos.
3. Costo de tenerlos en almacén.
4. Costo de rotura o desabastecimiento.

La logística de salida es similar a los costos de la logística de entrada:

1. Costo de preparar el proceso para producir.
2. Producir el inventario de productos terminados.
3. Almacenar los productos terminados.
4. Tener desabastecimiento de productos para los clientes.

2.8.3 Modelos de Gestión de Inventarios para Control de Costos

Existen varios modelos de gestión de inventarios que pueden ser aplicados de acuerdo al tipo de producción que tenemos. Chase et al. (2006), proponen algunos de los más utilizados:

Modelo de inventario de periodo único, que consiste en alcanzar el nivel de inventario óptimo, utilizando el análisis marginal, este punto se alcanza cuando los beneficios esperados derivados de controlar la siguiente unidad son menores que los costos esperados para esa unidad.

Sistema de inventario de varios periodos, que se subdividen en dos subtipos:

- ***Modelo de cantidad de pedido fija***, también conocido como cantidad de pedido económico o EOQ. Este modelo tiene un inventario promedio más bajo debido a que

favorece a las piezas más caras, por lo que es el más adecuado para producciones donde los productos finales son costosos y, debido a que tiene una supervisión intensiva, hay una respuesta más rápida. Este modelo registra cada adición y cada retiro por lo cual requiere de más tiempo para su mantenimiento.

- *Modelo de periodo fijo*, conocido también como sistema de intervalo fijo. Este modelo tiene un inventario promedio más grande. Esto sirve para evitar la ruptura de stock dado que el abastecimiento depende de un periodo de tiempo fijo.

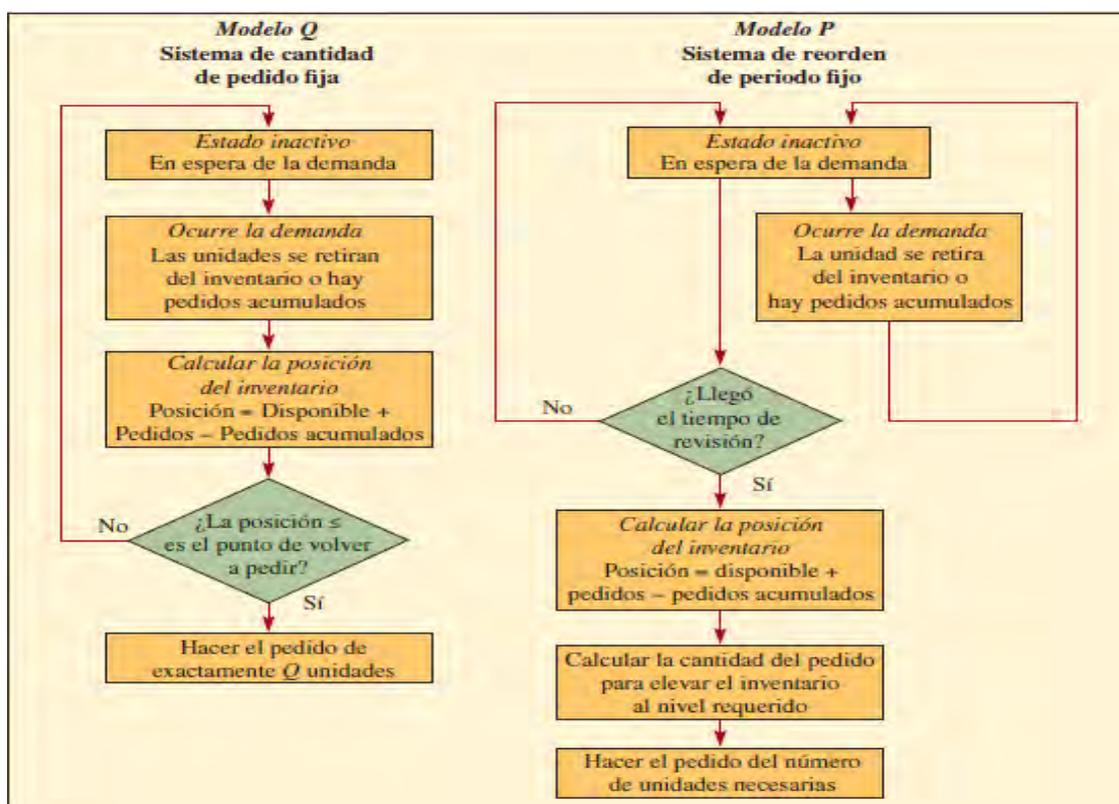


Figura 26. Comparación de los sistemas de cantidad de pedido fijo y periodo fijo. Tomado de Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2006). *Administración de Operaciones Producción y Cadena de suministros*. México DF: Mc Graw Hill Educación.

En la Figura 26 podemos observar una comparación de los sistemas de inventario: dentro del triángulo operativo que observamos en la Figura 27, D'Alessio (2002), la gestión logística es el soporte fundamental para la gestión de operaciones, el origen del término viene del argot militar y significa soporte, apoyo, abastecimiento de los recursos que se necesitan para operar sin interrupciones.

2.9. Gestión Logística

2.9.1 Estrategias de la cadena de suministro

La Figura 27, nos indica que el proceso productivo depende de varias cadenas, entre ellas la cadena de suministro que de acuerdo al mismo autor, está dividida en dos partes: la cadena de suministro estratégica y la cadena de suministro táctica:

Cadena de suministro estratégica, que consiste en las decisiones acerca de la topografía de la producción, toda la infraestructura, la selección del producto, la colocación del producto en la planta, etc.

Cadena de suministro táctica, que asume que la topología de la cadena está dada y se encarga de decidir la utilización de los recursos específicamente.

Asimismo debemos tener en cuenta la técnica ECR o Respuesta Eficiente del Consumidor que apareció por el año 1992 y que según Corsten y Kumar (2003) consiste en que “los minoristas, los fabricantes y los revendedores de terceros abandonen su sospecha mutua y cooperen enérgicamente para agilizar los procesos de clasificación, reposición, promoción e introducción de productos en los supermercados.”



Figura 27. El triángulo operativo. Tomado de D'Alessio Ipinza, F. (2002). *Administración y Dirección de la Producción*. México DF: Pearson.

Adicionalmente, Laseter (2000) propone el modelo, bautizado como Abastecimiento Equilibrado, que es multidimensional y genera tres efectos: influye totalmente en las habilidades del proveedor, trae mejoras al cliente y al proveedor y

finalmente requiere una habilidad significativa del cliente, todo esto se basa en relaciones basadas en la confianza, más en la cooperación que en el competencia por precios entre proveedores.

Si bien la logística de entrada y salida ha sido analizada en el epígrafe anterior, esta vez vemos las posibles estrategias que puede adoptar la empresa para establecer una buena cadena de suministros, Haizer y Render (2009), identifica cinco estrategias para establecer la cadena de suministro:

1. **Muchos proveedores:** estrategia clásica donde los proveedores compiten por ofrecer el menor costo frente a un requerimiento de compra de la empresa, usualmente son relaciones de corto plazo entre proveedores y empresa.
2. **Pocos proveedores:** estrategia de largo plazo en donde lo importante es la calidad y prontitud del proveedor, es lo que se llama desarrollo de proveedores en el argot logístico.
3. **Integración vertical:** cuando la empresa decide adquirir a sus proveedores para asegurarse el abastecimiento, esta integración puede ser hacia atrás o hacia adelante del proceso productivo.
4. **Redes keiretsu:** estrategia japonesa en donde la empresa no adquiere a sus proveedores, pero sí les financia su crecimiento en tecnología e infraestructura.
5. **Compañías virtuales:** empresas que cambian de acuerdo a la demanda de los consumidores de acuerdo a las tendencias del mercado, se conocen también como empresas de papel.

2.9.2 Sistemas MRP y ERP

Los sistemas informáticos de control de la producción, de suministros, de ventas y finanzas en general de toda la organización se han integrado a la modernidad de la operación de la cadena de suministros, integrando el programa de producción maestro dentro de sus

bases de datos. El software MRP y ERP, son bases de datos correlacionales que agrupan todos los aspectos logísticos de salida y de entrada de materiales asociados a pronósticos de ventas y cálculos de la demanda a futuro:

MRP. Estos sistemas nacen en la década de los 60, como explica D'Alessio (2002), como una técnica automatizada de gestión de existencias y de programación de la producción incorporando además las restricciones de planta y de abastecimiento como restricciones a tener en cuenta al realizar el pronóstico del plan maestro de producción. El mismo autor refiere que los MRP no solo son técnicas para la planificación sino también una filosofía de gestión integrada y jerárquica, que hoy en día no solo se aplica a manufactura sino a otros campos de servicios. En este mismo sentido los MRP están programados para: (a) Disminución de inventarios, (b) Disminución de tiempos de espera en la producción y en la entrega, (c) Obligaciones realistas, (d) Incremento en la eficiencia.

Según D'Alessio (2002), los MRP están conformados por los siguientes componentes:

Programa maestro de operaciones (MPS), que se inicia con los pedidos de los clientes o de los pronósticos de demanda.

Lista de materiales (BOM), que identifica como se estructura cada uno de los productos terminados, todos los subcomponentes integrados.

En las Figuras 28 y 29 podemos ver los flujos de un MRP para las metodologías de ciclo cerrado y *Just in Time (JIT)*.

MRP II. Debido al éxito del sistema MRP era lógica una expansión del mismo hacia una versión mejorada. Esto implicó la inclusión de más áreas de la empresa dentro del programa MRP tales como compras, finanzas, un sistema detallado de la planta fabril y el control exacto de la fabricación (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2006). Los mismos autores sugieren que a este sistema más integrado se le llamó MRPII (quizás por Ollie Wigth). Según

el autor, los objetivos iniciales del MRPII eran planear y monitorear todos los recursos de una empresa manufacturera a través de un ciclo cerrado del cual se obtienen cifras financieras, el segundo objetivo era simular todo el proceso para poder predecir que podría ocurrir en el futuro con distintos niveles de demanda y abastecimiento.

ERP. Los avances en el MRPII que vinculan la demanda y a los proveedores con la empresa han evolucionado al desarrollo de un software de planeación de recursos de la empresa (Haizer y Render, 2009) que involucra todas las áreas del proceso productivo. Este tipo de software permite a las empresas: automatizar e integrar muchos de los procesos de su negocio; compartir una base de datos común y las prácticas comerciales de la empresa y producir información en tiempo real para la toma de decisiones y correcciones del proceso global. Para graficar la capacidad del ERP, en la Figura 30 mostramos los flujos de cada tipo de sistema, tanto MRP como ERP.

A pesar de ser una evolución del MRPII y tener la capacidad casi absoluta de predecir y generar información en cualquier paso del proceso de producción del negocio, estos modernos programas, tales como SAP, People Soft, Oracle, Primavera, entre otros, tienen ventajas y desventajas (Haizer & Render, 2009):

Ventajas:

1. Proporciona integración en la cadena de suministro, producción y el proceso administrativo.
2. Crea bases de datos compartidas
3. Puede incorporar procesos mejorados y rediseñados.
4. Aumenta la comunicación y colaboración entre sitios y unidades de negocios.
5. Puede proporcionar una ventaja estratégica sobre los competidores.

Desventajas:

1. Son muy costosos y la personalización es mucho más costosa.

2. Su implementación puede requerir cambios importantes en la compañía y sus procesos.
3. Es un complejo que muchas compañías no logran dominar.
4. Su implementación requiere de esfuerzo continuo de revisión.
5. La experiencia en ERP por parte del recurso humano disponible en el mercado y es complicado conseguirlos en el mercado.

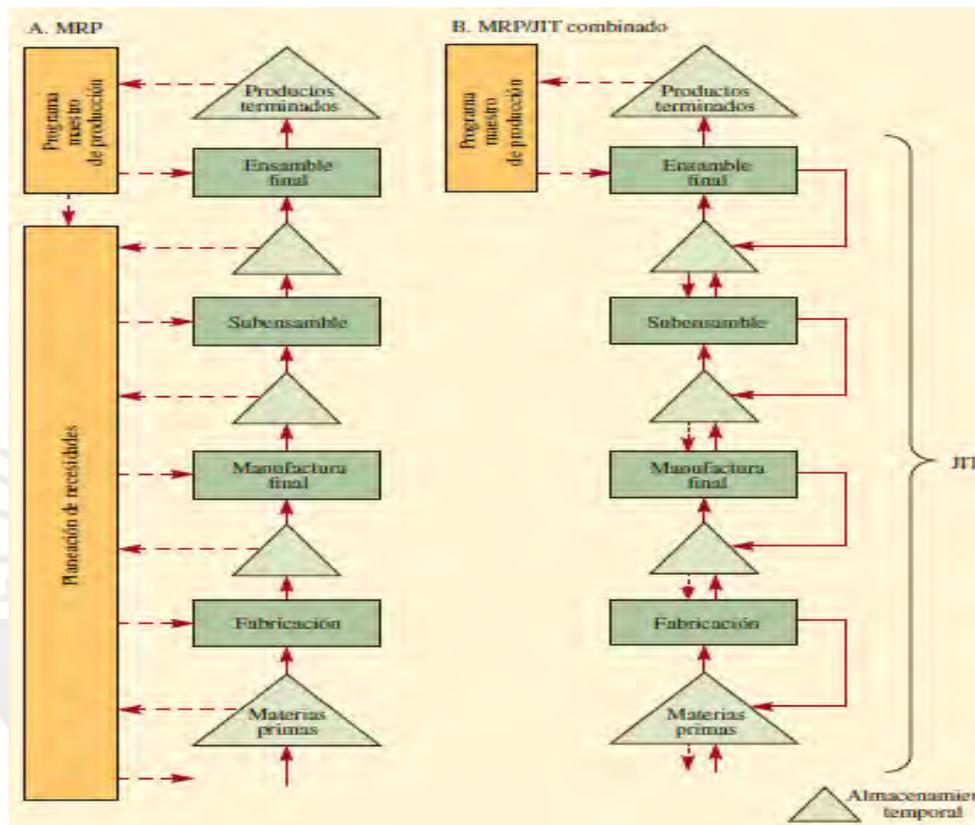


Figura 28. Sistema MRP de ciclo cerrado. Tomado de Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2006). *Administración de Operaciones Producción y Cadena de suministros*. México DF: Mc Graw Hill Educación.

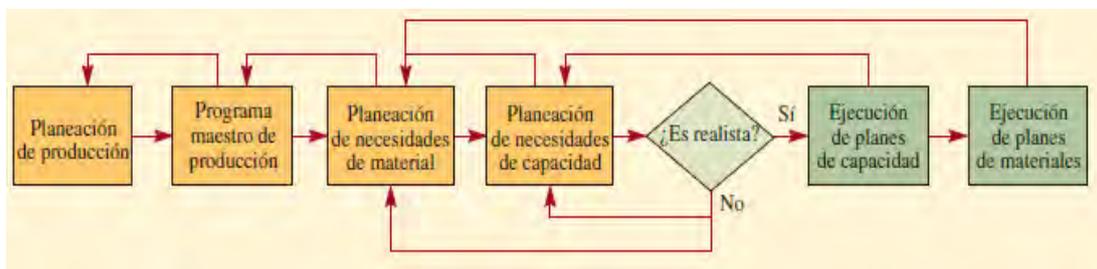


Figura 29. Sistema MRP de ciclo cerrado. Tomado de Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2006). *Administración de Operaciones Producción y Cadena de suministros*. México DF: Mc Graw Hill Educación.

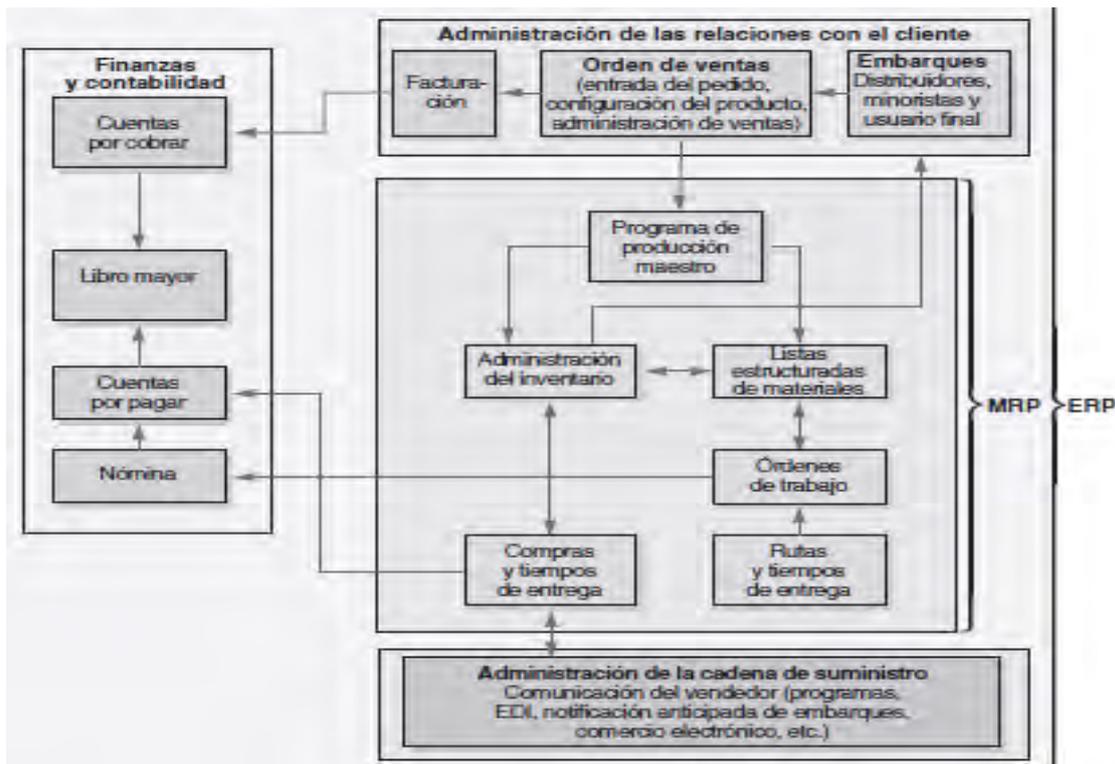


Figura 30. Flujos de Información de MRP y ERP. Tomado de Haizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de Administración de Operaciones*. México, DF: Pearson Educación.

2.10 Gestión y Control de la Calidad

En este marco de competitividad global la calidad se ha convertido en una de las etapas más importantes del control de operaciones, (D'Alessio, 2002). Su aplicación involucra desde la calidad del diseño (CC₀), de los insumos e indirectos (CC₁), calidad del proceso (CC₂) calidad de los productos bienes y servicios (CC₃) y del servicio post venta (CC₄). En la Figura 31 se muestra un modelo esquemático de un sistema de control de calidad.

En la Figura 31 se puede observar que el control sigue una lógica dual, en donde la empresa es una consumidora de bienes y servicios en la logística de entrada y una proveedora o generadora de los mismos en la salida. El nivel de exigencia del control varía según el tipo de producción. En la producción única el control es altamente demandante y lo es menos en los procesos continuos. Para controlar en una producción continua los planes muestrales traen un riesgo en la docimasia estadística (D'Alessio, 2002) que es tomar el error I o tipo II,

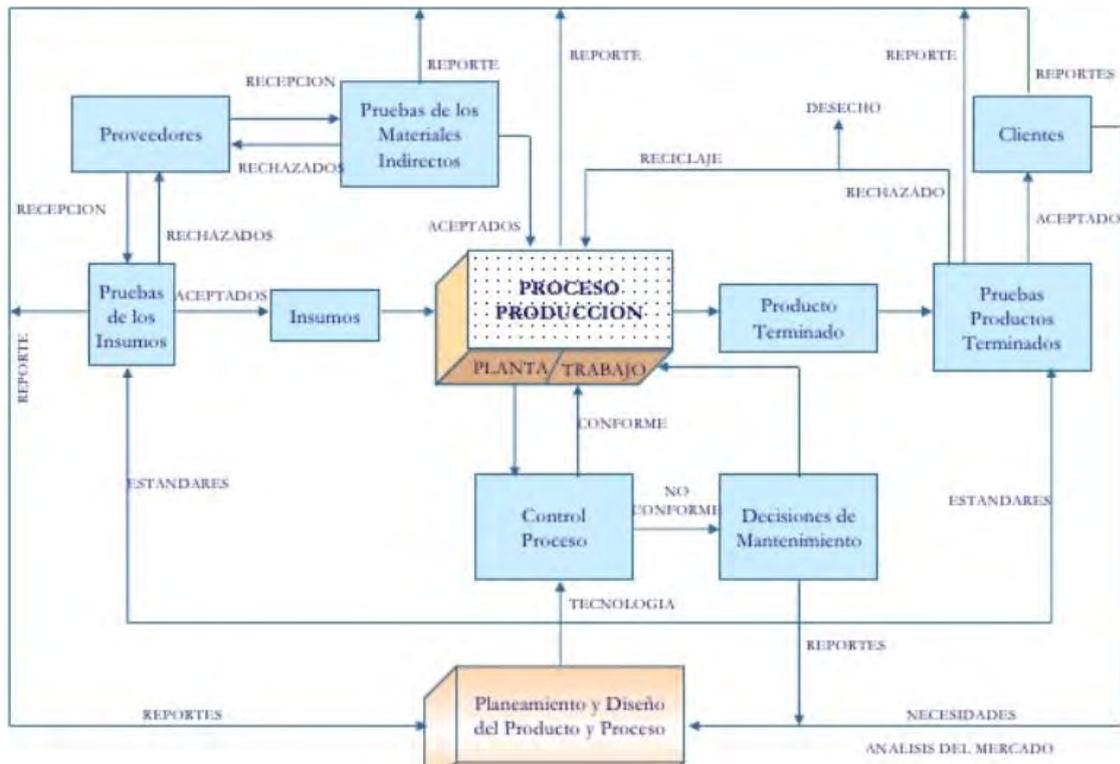


Figura 31. Esquema y Flujo de Control de Calidad Total. Tomado de D'Alessio Ipinza, F. (2002). *Administración y Dirección de la Producción*. México DF: Pearson.

según sea el riesgo alfa para el productor y beta para el consumidor, en la Figura 32

observamos los errores en la docimasia de hipótesis.

	ACEPTO	RECHAZO
BUENO	No error	Error tipo I riesgo productor α
MALO	Error tipo II Riesgo consumidor β	No error

Figura 32. Docimasia de hipótesis y error muestral. Tomado de D'Alessio Ipinza, F. (2002). *Administración y Dirección de la Producción*. México DF: Pearson.

Continuando con el concepto de calidad, se define según Haizer & Render (2009), como “la totalidad de rasgos y características de un producto o servicio que respaldan su habilidad para satisfacer necesidades establecidas o implícitas” Así también se tiene la idea de que existen varias acepciones de la calidad según el área o el cristal con que se mire. Por ejemplo, la calidad puede estar en los ojos del observador como concepto orientado al cliente

especialmente por el área de marketing, para los gerentes de producción la calidad significa hacerlo bien la primera vez. Entonces la calidad es un tema multidisciplinario que genera ventaja competitiva y diferenciación para la empresa. La calidad, en los tiempos actuales donde el margen de maniobra ante errores frente a los consumidores, se presenta como una cultura, tal como lo asevera Srinivasan y Kuren (2014) “Definimos una verdadera cultura de la calidad como un entorno en el que los empleados no solo siguen las pautas de calidad, sino que también ven a los demás tomar acciones enfocadas en la calidad, oír a otros hablar de calidad y sentir la calidad a su alrededor”.

Asimismo, Tarí (2000) afirma que para que un programa de calidad total tenga éxito y alcance la mejora continua debe basarse en principios tales como, enfoque basado en el cliente para sobrevivir y competir; cultura de calidad centrada en mejora continua; implicación de la alta dirección; participación de todos los miembros de la organización; un adecuado sistema de comunicación; involucración de los proveedores; sensibilidad y preocupación de la organización por su entorno social.

2.10.1 Implementación de la TQM (*Total Quality Management*)

La forma fundamental de determinar la calidad en un proceso de producción, conocida como TQM, nace de las ideas de Deming y otros pioneros, que demandaba el uso de la estadística, los métodos cuantitativos y gráficos. Según Mera, Hoffman, y Sirias (2014), existen 5 factores clave para la implementación de la TQM, enfoque de recursos humanos; la estructura gerencial de la organización; herramientas de la calidad; soporte de los proveedores o desarrollo de los proveedores y finalmente la orientación hacia el cliente de todo proyecto o estrategia de calidad.

Si bien Edward Deming indicaba que existían 14 puntos necesarios para implementar la TQM, Haizer & Render (2009) proponen 7 conceptos en los cuales desarrollar esta metodología:

1. Mejora continua, que indica que la administración de la calidad requiere un sistema infinito de iteraciones de revisión constante, la base de esta filosofía es que cada aspecto de una operación puede ser mejorado.

2. Seis Sigma, esta expresión heredada de empresas como Motorola y Honeywell, implica dos conceptos para TQM, uno de ellos en sentido estadístico porque describe con alta precisión un proceso, producto y servicio en los temas de fallas u ocurrencias. El segundo concepto en TQM es que seis sigmas se tratan de un programa para reducir defectos y ahorrar tiempo, dinero. Además, es una estrategia y una disciplina.

3. Delegación de autoridad en los empleados, que es el empoderamiento para que cada empleado en cada proceso pueda detener, sugerir o corregir los procesos donde se generan errores.

4. Benchmarking, implica la selección de un estándar demostrado de productos, servicios, prácticas y costos que son ejecutados de manera eficiente en la empresa, ellos servirán como estándar o benchmarking para los demás procesos y áreas.

5. JIT, la filosofía de esta técnica consiste en mantener el abastecimiento de suministros y recursos de manera eficaz. Su máxima es “el abastecimiento o logística debe ser como el agua del mar en la orilla, la ola la satura de agua pero rápidamente el agua se drena, pero nunca deja seca la arena” en el concepto de TQM estos sistemas se diseñan para producir y entregar bienes justo cuando se necesitan.

6. Según Taguchi, los problemas de calidad se deben en gran parte a un defectuoso diseño del producto y del proceso, en ese sentido proporcionó tres conceptos destinados a mejorar la calidad del producto y del proceso: calidad robusta, que son los que a pesar de condiciones adversas se producen con calidad; función de pérdida de calidad, que muestra los costos de tener productos y procesos defectuosos y la calidad orientada hacia una meta que coincide con la mejora continua y el *benchmarking*.

7. Herramientas de TQM .Estos métodos permiten hacer planes de muestreo para determinar la probabilidad de ocurrencia de encontrar un defectuosos, destacando para ello la construcción de las distribuciones de probabilidad Binomial, Poison y la famosa distribución normal basada en las desviaciones sobre la media. Dicho esto, vamos a describir someramente algunas de dichas técnicas estocásticas / determinísticas y estándares internacionales (Haizer & Render, 2009).

2.10.2 Herramientas para generar ideas

Dentro de las herramientas para generar ideas debemos destacar las siguientes:

Hoja de Verificación, es un formato diseñado para recopilar datos de las ocurrencias del proceso de producción y que permiten identificar patrones de falla o acierto en el ciclo del producto.

Diagrama de dispersión, que muestran la relación entre dos medidas, de manera tal que pueda establecer una tendencia en los datos, lo que a su vez permite calcular los problemas futuros en determinados pasos del proceso.

Diagramas de causa y efecto, también conocidos como diagrama de espina de pescado o diagrama Ishikawa, permiten ordenar los puntos en los que es posible que se genere un problema de control de calidad.

2.10.3 Herramientas para organizar datos

Dentro de las herramientas para organizar datos destacan las gráficas de Pareto y los diagramas de flujo. Las gráficas de Pareto son un método que permite ordenar errores, problemas o defectos, con el propósito de enfocarse en la solución de problemas que agregan valor, su máxima es que el 80% de problemas de una empresa son resultado de un 20% de causas.

Por su parte, los diagramas de flujo: método que presenta de manera sencilla un

proceso, utilizando líneas, figuras y puntos de decisión, muy útiles como descriptores iniciales.

2.10.4 Herramientas para identificar problemas

Dentro de las herramientas para identificar problemas se deben destacar los histogramas y el control estadístico del proceso. Los histogramas miden la frecuencia de ocurrencia de un valor en la cadena de producción, su gráfica permite determinar la media, la mediana y la desviación estándar de una agrupación de ocurrencias.

El control estadístico del proceso permite monitorear los estándares, tomar medidas y realizar acciones correctivas justo cuando el producto y servicio está en proceso. Se trata de un método basado en el muestreo aleatorio. Según Everett y Ebert (1978) un gerente no debe tomar los pronósticos generados a través de modelos como algo totalmente seguro, dado que al intervenir los seres humanos hay una alta probabilidad estocástica.

2.11 Gestión del Mantenimiento

Históricamente la evolución de los negocios ha hecho énfasis en determinadas áreas de la empresa, de acuerdo a la coyuntura económica que ha enfrentado. Así en las épocas de inflación se ha utilizado fuertemente el área financiera, en el nacimiento de los TLC se ha usado el área de marketing y comercial. Sin embargo, el área de mantenimiento ha estado al margen de la coyuntura y existe el mito de que es un gasto, más que una inversión.

En actualidad, en la literatura al respecto, a la palabra mantenimiento se le ha agregado el término confiabilidad, porque hoy en día el fallo en el proceso de producción puede devenir en pérdida de competitividad de la empresa e incluso en la alteración de los mercados mundiales, como cuando, por ejemplo, la minera Cerro Verde estuvo paralizada dos semanas. Entonces los precios del cobre se incrementaron para venta a futuros. Si bien la paralización fue por una huelga, imaginémonos si esto se debiese a una falla estratégica del proceso de producción. Conviene por lo tanto recordar la definición de mantenimiento que formula

D'Alessio (2002): “mantenimiento es un recurso potencial que genera valor para la empresa, por el valor agregado que aporta a los procesos, mientras que considerar dichas actividades como recursos que no participan de manera directa en el proceso principal o esencial, sino que solo colaboran o apoyan a través de las actividades secundarias de la empresa, genera pérdidas de competitividad”. Asimismo, según Parra y Crespo (2012) debemos diferenciar entre mantenimiento que es un proceso básicamente operativo de la gestión del mantenimiento que forma parte de las actividades de la gerencia de operaciones y está orientada a preservar las maquinarias y equipos a fin de obtener beneficios económicos y estratégicos a través del logro de fiabilidad del proceso de producción.

2.11.1 Estrategia de Mantenimiento y Confiabilidad

El concepto de confiabilidad está asociado al mantenimiento, y significa (Haizer & Render, 2009) “la confiabilidad es la probabilidad de que un producto, o las partes de una máquina, funcionen correctamente durante el tiempo especificado y en las condiciones establecidas”. Existe un modelo de mantenimiento centrado en la confiabilidad que fue desarrollado, según RCM – Confiabilidad. (Octubre 2005) fue diseñado para la aviación civil hace 30 años y que consiste en un proceso que permita determinar cuáles son las tareas adecuadas de mantenimiento para un activo, las mismas que son homologadas por la norma JAE JA1011. Por otro lado Haizer & Render (2009), existen, dentro de la estrategia de mantenimiento y confiabilidad, cuatro tácticas:

Las tácticas de confiabilidad:

- *Mejorar los componentes individuales.* Está determinado que la confiabilidad de los componentes es individual, por tanto la confiabilidad de un sistema se reduce conforme aumentan el número de partes de un proceso, la unidad básica para medir la confiabilidad es la tasa de falla del producto.

- *Proporcionar redundancia.* Esto consiste en una técnica que se usa mucho en operaciones y consiste en poner partes de respaldo para evitar que el sistema se detenga por la falla de una parte. Es decir, en paralelo al componente principal se ubica otro que redunda la función del principal de manera que en caso de falla entre a reemplazarlo.

Las tácticas de mantenimiento

- *Implementar o mejorar el mantenimiento preventivo,* según Haizer & Render (2009) consiste en realizar inspecciones y servicios rutinarios, además de generar un sistema que permita ubicar rápidamente las fallas dentro del sistema y hacer un cronograma de fallas posibles. El costo de mantenimiento preventivo se justifica contra el lucro cesante que se produce por el paro de una máquina, se debe aplicar mantenimiento preventivo hasta el extremo en donde la curva de lucro cesante coincida con el costo de mantenimiento.

- *Incrementar las capacidades o la velocidad de reparación.* En un modelo TQM es necesario mejorar la capacidad de respuesta para evitar pérdida de competitividad con los clientes que esperan los despachos a tiempo. La mejor manera de hacerlo es empoderando y capacitando a los operadores de las máquinas para que ellos mismos reparen las fallas menores que estas sufren en el proceso. De esta manera la curva de eficiencia de la máquina se incrementa significativamente.

2.11.2 Logística de Mantenimiento

Cuando en la logística moderna se firma un contrato de compra de máquinas medianas y grandes, hay una sección que se conoce como *comissioning*, en la jerga del EPCM (*Engineering Procurement Construction and Management*), de acuerdo a Loots y Henchie (2007) “el significado de EPCM (a diferencia del EPC) es todavía relativamente desconocido entre una gran parte de la fraternidad de la construcción. La confusión clave que a menudo surge es que mientras que la "C" en "EPCM" significa "Construcción", esto está en el contexto de "CM", es decir, gestión de la construcción. Bajo el modelo EPCM, el

contratista no es propietario del edificio o construcción, sino que desarrolla el diseño y gestiona la construcción” En ese marco existe una parte del contrato que se le conoce como *Spare Parts*, y es la cláusula en la cual el proveedor se compromete a entregar, junto con las máquinas, un paquete completo de las piezas con mayor probabilidad de fallar. Así, por ejemplo, en una faja transportadora entrega polines para recambio, los cuales son por el usuario conforme los usa. Esta práctica comercial es parte de la logística de mantenimiento, en la cual se incluyen los materiales para el mantenimiento:

Repuestos, que pueden ser los de uso cotidiano y los de uso no regular que sirven para reparaciones mayores.

Suministros, son de uso regular y se consumen con frecuencia, tales como lubricantes, refrigerantes, combustibles, etc.

Materiales generales, son de uso regular y sirven para instalar repuestos o refacciones, tales como pernos, soldaduras, etc.

2.11.3 Costo de parada o lucro cesante

En el entorno actual, en el que la exigencia de la calidad de los productos ha sufrido un incremento, lo cual ha repercutido en los procesos que los generan, los costos se han tenido en cuenta como un camino al aumento de la competitividad, por lo que es importante tener en cuenta el costo de parada del proceso más conocido como lucro cesante. Este es definido por D’Alessio (2002) como “la pérdida o renuncia de lo que habría podido haber ganado o lograrse de no ocurrir un hecho o un acto dado”. A este concepto se asocian otros como “cadena de suministro”.

2.12 Cadena de Suministro

La cadena de suministro es una imagen de cómo se relacionan las distintas líneas de abastecimiento de un proceso productivo. Estas líneas de abastecimiento proporcionan materias primas e indirectos que serán transformados en el proceso para finalmente ser

distribuidos. El objetivo de la cadena de suministro es brindar una ventaja competitiva en costos y calidad a la empresa, a la vez que se brinda también valor agregado que impacte en el consumidor final mediante la calidad, la innovación y la confiabilidad de los productos que se producen. Para llegar a una cadena de suministro de alta eficiencia y de clase mundial, Burt y Starling (2003) proponen integrar “la filosofía de mejorar continuamente el proceso de diseño, desarrollo y administración del sistema de suministro de una organización, con el objetivo de mejorar la línea de abastecimiento“

Según Haizer & Render (2009), “la competencia actual no es entre empresas sino entre cadenas de suministro que son cada vez más globales (...) una administración efectiva de la cadena de suministro convierte a los proveedores en socios de la estrategia de la compañía para satisfacer un mercado siempre cambiante. Una ventaja competitiva puede depender de una relación estratégica de largo plazo con unos cuantos proveedores”.

Al realizar el marco para idear el diseño de una cadena de suministro se debe tener en cuenta que el problema principal de los gerentes de operaciones para idear y diseñar una cadena de suministros es la falta de un marco conceptual dentro del cual unir ideas y procesos. Con este propósito Fisher (1997) ideó un marco que describiremos a continuación:

Establecer la naturaleza de la demanda de los productos que la empresa produce, teniendo en cuenta el ciclo de producto, su variedad y los estándares del mercado.

Determinar si el producto es funcional, es decir, si es de consumo cotidiano y masivo, o es innovador y de ciclo de vida largo.

Basado en el punto anterior, la cadena de suministros puede desempeñar dos tipos de funciones: una función física que es poner los productos en los centros de distribución a tiempo y la otra función de la cadena de suministros es la de mediadora con el mercado, es decir, la cadena de suministro ayuda a sintonizar el gusto del público.

A continuación, mostramos en la Figura 33 la matriz de coincidencia entre el tipo de cadena de suministro y el tipo de cadena de suministros.

2.12.1 Diseño de la cadena de suministro ideal

Dado que la demanda de los bienes que produce la empresa es lo que determina el diseño de la cadena de suministro, lo primero que tiene que hacer el gerente de operaciones es definir que productos tienen demanda predecible y cuáles demanda impredecible. Para lograrlo, Fisher (1997) sugiere que se analice la respuesta de cada cadena de suministro frente a cada tipo de demanda. El paso siguiente es decidir si la cadena de suministros es físicamente eficiente o responde al mercado. Una vez que se ha determinado lo anterior, los gerentes de operaciones deben determinar, utilizando la matriz de la Figura 33 para determinar la Por lo general, las compañías no se ubican en la parte inferior izquierda. Los productos funcionales requieren una cadena de suministro eficiente, ubicándose en la celda izquierda superior de la matriz.

Basados en la matriz de la Figura 33, se pueden proponer dos tipos de cadena de suministro de acuerdo al tipo de producto que la empresa va a producir. Fisher (1997) propone lo siguiente:

Cadena de suministros eficiente para productos funcionales. Aunque el desempeño de muchas cadenas está basado en los costos, de un tiempo a esta parte han aparecido nuevos factores que predominan en el diseño de la cadena de suministros, el tema actual pasa por establecer conexiones directas entre los proveedores y la empresa, las mismas que van más allá de la relación comercial, generándose una dinámica sincronizada entre proveedor y demandante, este modelo cooperativo suele ser muy usado pero tiene sus fallos, especialmente cuando el proveedor quiere tomar el negocio de la empresa.

Cadena de suministros de alta respuesta para productos innovadores. Estos productos tienen una demanda poco predecible, por lo cual al momento de diseñar una

cadena de suministro para este tipo de productos se debe aceptar la incertidumbre como parte de los factores de ésta cadena, una vez dado este paso la empresa que enfrenta esta incertidumbre debe emplear una de estas tres estrategias: puede continuar reduciendo la incertidumbre realizando mayores estudios de *big data* o *business intelligence*; puede volver más flexible a la cadena de abastecimientos reduciendo el *lead time* y, finalmente puede incrementar la capacidad de almacenamiento una vez reducida la incertidumbre al mínimo.

	Producto Funcional	Producto Innovador
Cadena de Suministro Eficiente	COINCIDENCIA	DIVERGENCIA
Cadena de suministros proactiva	DIVERGENCIA	CONVERGENCIA

Figura 33. Matriz de Coincidencias. Tomado de Fisher, L. M. (Marzo-abril de 1997). *What is the right supply chain for your product*. Harvard Business Review, 105 - 116.

2.12.2 Importancia estratégica de la cadena de suministro

Como la cadena de suministro es la integración de todos los procesos de la empresa, Haizer & Render (2009) proponen que la administración de la cadena de suministro está formada por:

1. Proveedores de transporte.
2. Transferencias de crédito y efectivo.
3. Proveedores.
4. Distribuidores.
5. Cuentas por pagar y cobrar.
6. Almacenamiento de inventarios.
7. Cumplimiento de pedidos.

8. Compartir información con el cliente.

La estrategia gira entonces, en torno a todos estos aspectos, de manera que la empresa pueda obtener ventaja competitiva de cada paso, sobre todo que la estrategia enfocada en agregar valor al cliente es la triunfadora de estos tiempos.

2.12.3 Aspectos globales de la cadena de suministro

En el mercado global en el cual las empresas se están desarrollando, es importante poder replicar la cadena suministro local en un escenario global para poder mantener la ventaja competitiva. Según Haizer & Render (2009) las empresas deben tener cadenas productivas que sean capaces de mantener el flujo de recursos de manera constante, de manera que el plan estratégico global pueda personalizar el proceso en cada país sin perder la esencia de la empresa, estas cadenas estratégicas deben ser capaces de: (a) Reaccionar ante los cambios repentinos de disponibilidad de partes, canales de distribución, clima de negocios, etc; (b) Usar tecnología de punta para poder hacer un buen *tracking* de los materiales y productos finales y (c) Tener especialistas locales en impuestos, fletes, aduanas y clima de negocios.

Debemos además tener en cuenta, según Maldonado (2009) que deben existir “procesos de integración externa que se interpretan como una conexión entre las capacidades y las habilidades de las organizaciones participantes en la cadena; de este modo, cada una tiene una visión de conjunto y clara del proceso. Esto permite una coordinación eficaz y eficiente del mismo, sean empresas transnacionales o de otro tipo; lo importante es tener una estrategia común que integre sus enfoques”.

Capítulo III: Ubicación y Dimensionamiento de la Planta

3.1 Dimensionamiento de Planta

La empresa Sucroalcolera del Chira S. A. encargada de la molienda de la caña, es quien recibe toda la caña producida de los cuatro fundos de la empresa Agrícola del Chira (entre los que se encuentra el fundo Montelima) para producirla en etanol.

La capacidad máxima de molienda por la empresa Sucroalcoholera es de 4,800 tn/día. Trabajando 28 días al mes, y con un mes por año destinado al mantenimiento, tiene una capacidad de molienda de 1'474,000 tn de caña/año.

La empresa Agrícola del Chira cuenta con 9,330 has, y todas ellas se cultivan aproximadamente una vez al año, realizando por lo tanto una campaña al año. Teniendo en cuenta la capacidad de molienda, la cantidad de caña que debiera producirse para cumplir con la máxima demanda de molienda, es de 158tn de caña/hectárea.

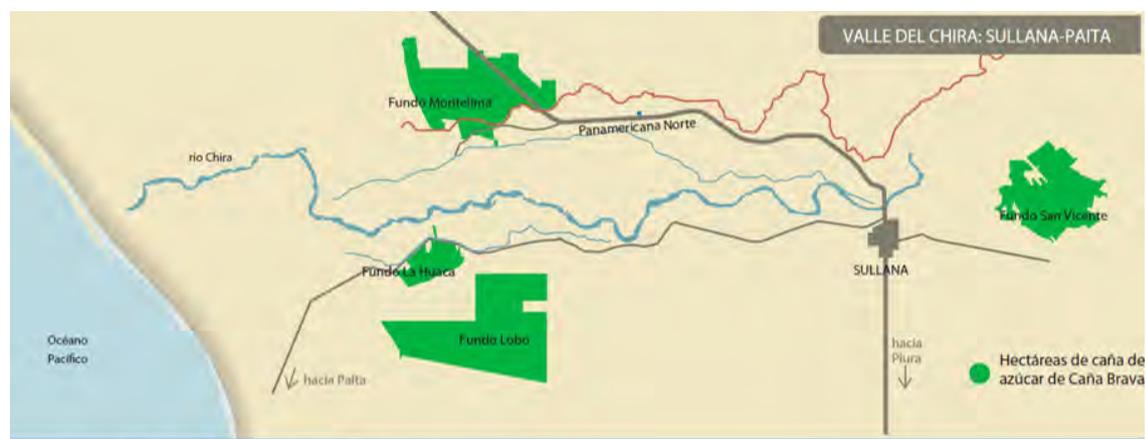
En los últimos años, la empresa Sucroalcoholera no ha llegado a producir en forma sostenible su capacidad máxima de 4,800tn/día, sino como promedio 4,150 tn/día; esto debido a pérdidas de eficiencia en la planta de procesamiento de etanol. En el caso del fundo Montelima, tampoco ha llegado a producir 158tn/ha, sino, en el mejor de los casos 136tn/año, y como promedio 130 tn/año.

En otros de los fundos de la empresa Caña Brava, este rendimiento varía desde 90 tn/año hasta 160 tn/año pero no en forma sostenible, por lo que existe la posibilidad de incrementar la eficiencia de producción de caña por hectárea, y poder cumplir con el abastecimiento de caña de máxima demanda de molienda.

3.2 Ubicación de Planta

El fundo Montelima, se encuentra ubicado en el departamento de Piura, provincia de Sullana, Distrito de Ignacio Escudero, en el centro poblado Montelima.

En la Figura 34, se indican en color verde, los cuatro fundos que posee la empresa Agrícola del Chira. Dentro de ellos, el correspondiente a Montelima.



4 Macrofundos en el Valle del Chira:

- Fundo Montelima: 2676.15 Has
- Fundo La Huaca: 543.58 Has
- Fundo Lobo: 4147.08 Has
- Fundo San Vicente: 1962.8 Has

Figura 34. Distribución de Fondos de Agrícola del Chira.

3.3 Propuesta de Mejora

Para llegar al rendimiento adecuado y aprovechando disponibilidad de agua en una de las zonas de fundo Montelima, se propone incrementar las hectáreas de terreno cultivado en fundo Montelima, de tal manera que con el mismo rendimiento de 130 tn/año cumpla la cuota de tn/año para alimentar la capacidad máxima de molienda; es decir, tomando en cuenta el rendimiento máximo que se solicita que es de 158 tn/ha, se debiera producir 422,831.7 tn/año. Si esta última cantidad la dividimos entre la eficiencia actual de 130tn/año, tendríamos la cantidad de has que deberíamos tener para llegar a la capacidad de molienda máxima, que sería de 3,252.5 has; restándole las has actuales, tendríamos las has adicionales que deberíamos de implementar para cumplir con la cuota de fundo Montelima, que es de 576.4 has. El costo aproximado de una hectárea de terreno en la zona de Montelima es de USD 13,000.00 lo que sumaría un costo total de 7'493,200.00 por la compra de las 576.4has. Conociendo que el precio de venta de caña es de \$114.00 por hectárea, y el rendimiento de

130 tn por año por hectárea, el precio de venta por año debido a ésta adquisición es de \$8'545,994.6, generándose un beneficio de \$1'052,794.6

3.4 Conclusiones

Incrementando las áreas cultivadas en 576.4 has se puede llegar en fundo Montelima a la cuota de toneladas por año que es solicitada por el área de molienda.



Capítulo IV: Planeamiento y Diseño de los Productos

En este capítulo se describe la secuencia que sigue fundo Montelima para el Planeamiento y diseño del producto, en este caso, la revisión de las condiciones en el sembrío y cultivo de la caña de azúcar, insumo principal que servirá para la posterior producción industrial de Etanol realizada por la empresa Sucroalcolera del Chira S. A.

4.1 Secuencia del Planeamiento y Aspectos a considerar

La producción de Caña de Azúcar de Agrícola del Chira S. A. (dentro de ellas el fundo Montelima) es vendida exclusivamente a la subsidiaria Sucroalcolera del Chira S. A., empresa que se encarga del transporte y procesamiento de la caña de azúcar para la obtención del Etanol. A su vez, Sucroalcolera del Chira S. A. vende el bagazo y los restantes residuos de la caña de azúcar a la subsidiaria Bioenergía del Chira S. A. para la generación de energía eléctrica. En la Tabla 2 se muestran los productos gestionados por cada una de las empresas.

Tabla 2

Productos de Empresas Grupo Caña Brava.

EMPRESA	PRODUCTO
Agrícola del Chira S. A.	Caña de azúcar
Sucroalcolera del Chira S. A.	Etanol
	Bagazo de caña
Bioenergía del Chira S.A	Energía eléctrica

Nota. Elaboración propia

En la Figura 12, se muestra la secuencia de planeamiento del producto que se sigue, desde la generación de idea del producto, según las necesidades del cliente, hasta obtener un producto final con calidad. Seguido se detalla cada una de las etapas que intervienen en el planeamiento y diseño de Etanol.

Generación de la Idea: Debido a la preocupación mundial por los efectos climáticos de la polución causada por los combustibles fósiles, como consecuencia de la firma del Protocolo de Kyoto y el incremento de los precios del petróleo, el grupo Romero generó la idea de la producción de Etanol a partir de la caña de azúcar con un alto potencial de adquirir una gran

importancia mundial, con precios que hacen altamente competitivas y rentables. Se vió la oportunidad de sembrío de caña en varias ciudades del País, y la que se adecuó a ésta necesidad fue la ciudad de Piura, por su clima, disponibilidad de agua y tener un puerto cercano en Talara para su exportación.

Selección del producto: Se sembraron varios tipos de caña, principalmente del tipo brasileras y mexicanas, para ver cuál de ellas tiene un desarrollo óptimo bajo las condiciones del clima de Piura, calidad de sus terrenos y tipo de agua. Entre ellas predominó la del tipo RB 72 -454 Brasileras y actualmente ocupa más del 94% del total de hectáreas de caña cultivadas.

Diseño Preliminar: En el 2006 el grupo Romero compró al gobierno regional de Piura, a través de una subasta pública, unas 3,200 hectáreas para el desarrollo de este proyecto. Después de 1 año, se midió la productividad por hectárea de caña, y vieron factible éste proyecto, y el 2008, iniciaron el diseño de la planta de etanol en el distrito de Ignacio Escudero, provincia de Sullana,

Diseño Final: Esta fábrica fue la primera de Latinoamérica con sistema de extracción directa, demandó una inversión de US\$ 60 millones para una capacidad de producción de 350,000 litros diarios de etanol al 99.9%. Actualmente cuentan con 9,300 hectáreas aproximadas de sembrío de caña, con tecnología de equipos Indú, española y brasileras.

Selección del proceso: Respecto a la fábrica, es un diseño estándar que se utiliza en la obtención de etanol a partir de la caña de azúcar. Respecto a los cultivos, iniciaron con las mejores prácticas de inyección de fertilizantes de otros países, introducción a campos de insectos benéficos, etc. En éstos 9 años de producción de etanol, se han realizado varias pruebas adicionales de campo que han permitido optimizar el mejor proceso.

La plantación y cosecha de la caña de azúcar realizada por Agrícola del Chira, se realiza en función a los requerimientos de la Gerencia de Operaciones; es decir de Sucroalcolera del

Chira S.A. NETAFIM también nos indica que la caña de azúcar está madura y apta para su cosecha cuando alcanza un nivel superior a 16% de sacarosa y 85% de pureza del jugo de caña.

Es importante por tanto conocer la fenología de la caña de azúcar a fin de tener en consideración los factores que conducen a una mayor eficacia y productividad en el cultivo de este producto.

Según el Senamhi (en su manual de observaciones fenológicas) la fenología es la rama de la agro meteorología que trata del estudio de la influencia del medio ambiente físico sobre los seres vivos. Dicho estudio se realiza a través de las observaciones de los fenómenos o manifestaciones de las fases biológicas resultantes de la interacción entre los requerimientos climáticos de la planta y las condiciones de tiempo y clima reinantes en su hábitat. En tal sentido, en las observaciones agro meteorológicas se realizan las observaciones de la planta y de su medio ambiente físico en forma conjunta. Estas observaciones son importantes porque permiten determinar:

1. Los requerimientos bioclimáticos de los cultivos.
2. Calendarios agrícolas.
3. Zonificaciones agroclimáticas.
4. Herramientas para una planificación de la actividad agrícola

Es importante por lo tanto diferenciar las fases del ciclo de cultivo o fases fenológicas de la caña de azúcar (Figura 35). Básicamente, la caña de azúcar tiene 4 fases de cultivo:

1. Brotación, a la que el portal NETAFIM llama también a esta fase, de germinación y establecimiento.
2. Macollaje, también llamada fase de ahijamiento.
3. Gran crecimiento.
4. Maduración.

En la Tabla 3 se muestran las características principales de las fases de cultivo de la caña de azúcar.

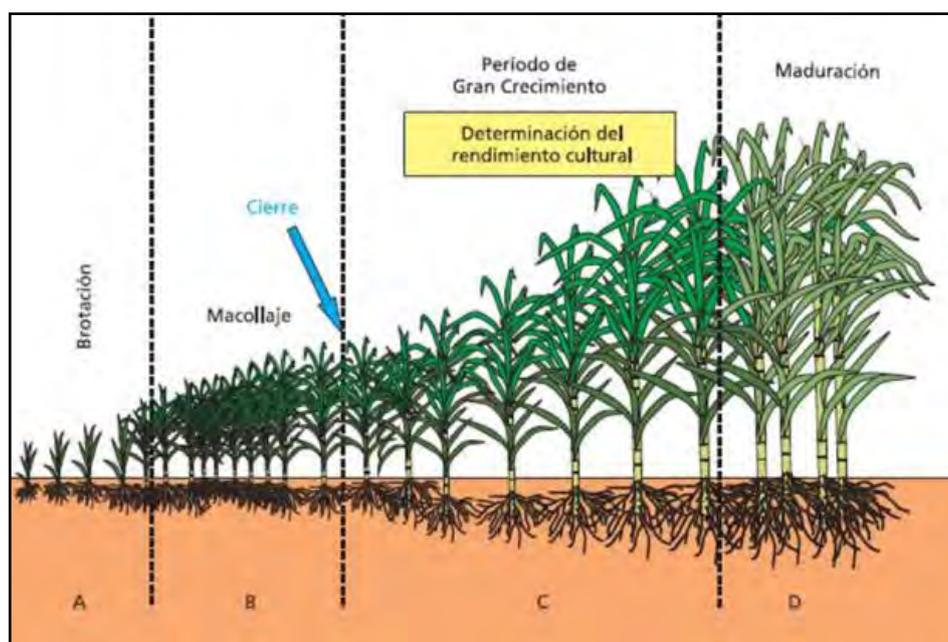


Figura 35. Fases del cultivo de la caña de azúcar. Tomado de Vera Seminario, Miguel Ángel; Manejo agronómico de semilleros del cultivo de la caña de azúcar en el valle chicama para la obtención de semilla de óptima calidad. Trujillo, 2013.

En la Tabla 4 siguiente se presentan las tecnologías utilizadas en las diferentes fases de cultivo y las incidencias en el mismo.

4.1.1 Aspectos del producto:

Características: Caña de procedencia Brasileña, con tiempo de maduración de 11 a 14 meses, con alto contenido de azúcar, alta resistencia a sequía y tolerante a herbicidas

Tecnología: Riego tecnificado por goteo, con mangueras enterradas, aplicación de fertirriego los 3 a 4 primeros meses y con monitoreo de comportamiento de caña mediante droms.

Conocimiento del personal: La empresa posee más de 9 años de operación, por lo que su personal presenta elevado know how en sus actividades. Adicionalmente, el personal presenta conocimiento adquiridas en otras empresas.

Normativas existentes: Restricciones en la quema indiscriminada de caña y broza de caña de azúcar debido al PAMA, auditado por el ministerio de agricultura, con sanciones económicas en caso se incumplan términos.

Confiabilidad: La producción de la caña se asegura básicamente con la habilitación de agua. La confiabilidad de operación de los sistemas de bombeo van a ser uno de los determinantes en el adecuado crecimiento de la caña; existen sistemas de bombeo con equipos redundantes que elevan la confiabilidad de abastecimiento de agua.

Disponibilidad: Las conforman principalmente los sistemas de bombeo y la existencia del agua. Respecto al sistema de bombeo, se eleva su disponibilidad con un adecuado planeamiento en sus intervenciones de mantenimiento, tratando de evitar en mantenimientos correctivos. La disponibilidad del agua en ríos va a depender mucho de las temporadas de lluvia, teniendo que priorizar cultivos en etapas de sequía.

Costos: El costo de producción aproximado de caña es de \$114.05 por hectárea, con un rendimiento de 120 a 140 Toneladas por hectárea.

4.1.2 Aspectos del cliente:

Prestaciones: La caña de azúcar cultivada por Agrícola del Chira, está destinada básicamente a la elaboración del etanol, en forma continua durante todo el año.

Peculiaridades: la caña de azúcar escogida para producción, ha sido seleccionada de decenas de tipos de caña por su adaptabilidad a la zona, y por rendir los más altos valores de azúcar y ART; Esta es la caña del tipo: brasileña RB72-454.

Confiabilidad: La caña debe ser habilitada a la fábrica de etanol en forma constante, para que ésta última no detenga sus operaciones por falta de caña. La empresa Agrícola del Chira posee más de 9,000 hectáreas de caña, las cuales siembran y son suficientes para habilitar de caña a la fábrica de etanol, todo el año.

Conformidad con las especificaciones: El monitoreo de crecimiento y características de la caña se ejecuta durante todo su periodo de crecimiento, maduras y principalmente en los últimos meses antes de su cosecha. La fábrica de etanol, también posee un área de control, que evalúa el producto recibido.

Calidad percibida: Básicamente se trata de la calidad de la caña, y que el transporte de éste producto sea el adecuado. Se cuenta con camiones bi trenes, adecuados para el transporte de la caña.

4.2 Aseguramiento de la Calidad del Diseño

A través del registro de Caña Brava y Sucroalcolera del Chira S.A, la empresa cuenta con el certificado ISO 9001:2008 que asegura una elevada calidad de los procesos y del producto final. Asimismo se cuenta con la certificación ISCC (*International Sustainability and Carbon Certification*) que acredita el uso sostenible de la tierra, la protección de biosferas naturales y la reducción de gases del efecto invernadero. Sin embargo hay que mencionar como hecho relevante que desde finales de Marzo del año 2016 la empresa Agrícola del Chira solicitó en marzo del 2016 la aprobación de su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) para la quema de broza de caña, cuyo periodo de implementación es de 5 años, contados a partir del 29 de marzo del 2016, según Apéndice A. Bajo la condición de no realizar esta quema en zonas aledañas a poblaciones que se vean afectadas a la contaminación pues podría ser multada como sucedió en agosto del 2016 (Apéndice B).

En Fundo Montelima se han estudiado 130 variedades de tipo de caña, entre ellas la brasilera y mexicana, ocupando el 99.8% y el 1.2% de las áreas sembradas respectivamente.

Después de estudios prácticos efectuados, la empresa Agrícola del Chira mantiene en mayor porcentaje la variedad de caña Brasilera RB 72 – 454, la cual ocupa un 97.1% del área total sembrada.

Tabla 3

Características Principales de las Fases de Cultivo de la Caña de Azúcar

BROTACIÓN	MACOLLAJE	GRAN CRECIMIENTO	MADURACIÓN
La fase de brotación se extiende desde el trasplante hasta la completa germinación de las yemas.	Esta fase comienza alrededor de los 40 días después de la plantación y puede extenderse hasta los 120 días.	La fase del gran crecimiento comienza a los 120 días después de la plantación y se extiende hasta los 270 días, en un cultivo de 12 meses de duración. Durante la primera etapa de esta fase ocurre la estabilización de los retoños. De todos los retoños formados solo del 40 al 50% sobrevive y llega a formar cañas triturbables.	En un cultivo de 12 meses de duración, la fase de maduración dura cerca de 3 meses, comenzando a los 270 -360 días.
Esta fase comienza a los 7-10 días y se extiende hasta los 30-35 días.	Es el proceso fisiológico de ramificación subterránea múltiple, que se origina a partir de las articulaciones nodales compactas del tallo primario.	Esta es la fase más importante del cultivo, en la que se determinan la formación y elongación real de la caña y su rendimiento.	Durante esta fase ocurre la síntesis de azúcar, con una rápida acumulación de azúcar y el crecimiento vegetativo disminuye.
La temperatura óptima para la brotación es de alrededor de 28-30°C. La temperatura mínima es de 12°C. Un suelo cálido y húmedo asegura una rápida brotación.	El macollaje le da al cultivo un número adecuado de tallos, que permitan obtener un buen rendimiento.	El riego por goteo, la fertirrigación y la presencia de condiciones climáticas de calor, humedad y soleamiento favorecen una mayor elongación de la caña. El estrés hídrico reduce la longitud internodal. Temperaturas sobre 30°C, con humedad cercana al 80%, son más adecuadas para un buen crecimiento.	A medida que avanza la maduración, los azúcares simples monosacáridos, (como fructosa y glucosa) son convertidos en azúcar de caña sacarosa, (que es disacárido).
La brotación produce una mayor respiración y por eso, es importante tener una buena aireación del suelo.	Diversos factores, tales como la variedad, la luz, la temperatura, el riego (humedad del suelo) y las prácticas de fertilización afectan al macollaje.		La maduración de la caña ocurre desde la base hacia el ápice y por esta razón la parte basal contiene más azúcares que la parte superior de la planta. Condiciones de abundante luminosidad, cielos claros, noches frescas y días calurosos (es decir, con mayor variación diaria de temperatura) y climas secos son altamente estimulantes para la maduración.
Por esta razón, los suelos abiertos, bien estructurados y porosos permiten una mejor germinación.	Una temperatura cercana a 30°C es considerada como óptima mientras que temperaturas inferiores a 20°C retardan el proceso.		
Bajo condiciones de campo, una brotación en torno del 60% puede ser considerada segura para un cultivo satisfactorio de caña.			

Nota. Adaptado de Portal Web NETAFIM y Vera Seminario, Miguel Ángel; Manejo agronómico de semilleros del cultivo de la caña de azúcar en el valle chicama para la obtención de semilla de óptima calidad. Trujillo, 2013.

Tabla 4

Tecnologías Empleadas en Diferentes Fases del Cultivo de Caña

FASE	FACTORES DE MANEJO	EFFECTOS OBSERVADOS
I Emergencia y macollaje	<ul style="list-style-type: none"> • Sistematización y preparación de suelos; época de plantación y/o corte; elección de cultivares; selección y tratamiento de caña de semilla; laboreo, etc. • Diseño de plantación: surcos con pendientes de 2-3 %. • Oportunidad en el control de malezas. • Frecuencias de riego. • Fertilización. • Control de plagas y enfermedades. 	<p>a. Establecimiento de una alta población inicial de tallos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aumento del porcentaje y de la velocidad de brotación. • Inicio temprano del macollaje y de mayor producción de tallos secundarios. • Mejor distribución espacial. <p>b. Cierre temprano y rápido de la fase siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alta tasa de desarrollo. • Altas tasas de crecimiento radicular, foliar y caulinar.
II Crecimiento activo	<ul style="list-style-type: none"> • Fertilización. • Malezas. • Riego. • Plagas y enfermedades. 	<p>a. Altas y sostenidas tasas de crecimiento del cultivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asegurar una óptima disponibilidad hídrica y nutricional. • Mantener una elevada población de tallos. • Máximo aprovechamiento de las condiciones ambientales naturales del verano. <p>b. Lograr un inicio temprano de la fase siguiente.</p>
III Maduración	<ul style="list-style-type: none"> • Elección de Cultivares (distribución por tipo madurativo). • Otros: regulación del riego y fertilización en dosis y época adecuada • Riegos de Pre-agoste • Maduración química. 	<ul style="list-style-type: none"> • Máxima expresión del potencial azucarero de los genotipos disponibles. • Inducir una reducción de la tasa de elongación de tallos. • Aumentar la tasa de almacenamiento sacarosa. • Mantener la actividad fotosintética. • Disminuir el contenido hídrico de tallos. • Mejorar la calidad fabril de la materia prima.
IV Cosecha	<ul style="list-style-type: none"> • Adecuada planificación de zafra. • Optimizar la eficiencia de los sistemas de cosecha. • Minimizar las pérdidas de caña en el campo. • Capacidad para reordenar el programa de molienda. 	<ul style="list-style-type: none"> • Encadenar la maduración de los distintos cultivares y edades de los cañaverales. • Lograr bajos niveles de estacionamiento, de trash y pérdidas de materia prima. • Despuntar en un óptimo nivel. • Minimizar las pérdidas de azúcar y materia prima por efecto de heladas.

Nota. Adaptado de Vera Seminario, Miguel Ángel; Manejo agronómico de semilleros del cultivo de la caña de azúcar en el valle Chicama para la obtención de semilla de óptima calidad. Trujillo, 2013.

4.3 Propuesta de Mejora

Dada la desventaja percibida en la quema de broza de caña, se propone el enterrado de broza terminada la cosecha, la cual mejora la estructura del suelo, sirve de abono a la tierra y

evita impactos negativos en poblaciones aledañas según reglamentos del PAMA. Esta acción se repetiría una vez al año y se enterraría en el mismo lugar cada 2.5 años, dado que es el tiempo de descomposición de broza bajo tierra según información de Apéndice C. La inversión según Apéndice D de realizar este trabajo es de \$ 171.90 por hectárea y con un tiempo de inversión de 3.84 horas por hectáreas; la empresa se beneficiará evitando imposición de multas por incumplimiento del PAMA como el indicado en el ver Apéndice B, considerándose 2 multas al año con un monto que asciende a los \$20,000.00 aproximadamente.

4.4 Conclusiones

1. Agrícola del Chira es la empresa medular en las operaciones de Caña Brava pues permite tener el insumo que da inicio a la cadena productiva.
2. Agrícola del Chira, dentro de ella el fundo Montelima está evaluando implementar el enterrado de broza como mejor alternativa para evitar su quema que causa contaminación.
3. El 97.1% del total de las áreas sembradas en el fundo Montelima, tienen el tipo de caña brasilera RB72-454 que corresponde a la mejor opción para la producción, seleccionada de un total de 130 variedades de tipo de caña.



Capítulo V: Planeamiento y Diseño del Proceso

5.1 Mapeo de los Procesos

5.1.1 Obtención de semilla estacas

Los semilleros son los campos que son destinados para proveer semillas vegetativas de buena calidad y de alta pureza genética. La semilla es llamada estaca y es obtenida cortando trozos de 50cm aproximadamente, de la misma caña de azúcar con 10 a 11 meses de vida. La caña de los semilleros se puede cortar hasta tres veces para obtener semillas (estacas). Luego de tres cortes, las cepas (masa vegetal enterrada) se debilita y aumenta el porcentaje de tallos no aptos para proporcionar semilla. Las características ideales de esta semilla vegetativa son según Helfor (173): tres yemas intactas, una longitud de aproximadamente 40-50cms, un diámetro de 3cm y ausencia de problemas sanitarios.

Se calcula que una hectárea de semillero puede proporcionar semilla para 10-12 hectáreas. Las estacas se amarran en cogollos (hojas verdes de la parte superior de los tallos) para formar tercios (enterciado) que consiste en un grupo de 30 a 40 estacas. Esto ayuda al transporte. Los tercios se cubren con follaje para proteger las estacas evitando su deshidratación y menos de 24 horas después, se cargan para ser transportados a los campos donde se distribuirán. Los sembradores recogen los tercios y proceden a sembrar las estacas.

5.1.2 Preparación del suelo para siembra

En el fundo Montelima se encuentran diferentes variedades de suelo como arenoso, franco arenoso, franco arcilloso y arcilloso, por lo que la actividad de labranza varía de acuerdo al terreno.

La preparación de sus suelos se hace en seco, cuando la humedad de los suelos es muy baja, luego del corte de la última soca. El suelo seco permite una mejor roturación del

perfil cuando se efectúa la labranza profunda. Existen dos escenarios para la preparación de suelo: caso de caña planta y caso de caña soca.

- **Caso de caña planta.** Se refiere al cultivo de la caña a partir de la siembra de la estaca, es decir, contempla el retiro completo de la caña, inclusive la cepa (parte enterrada de la planta), para la siembra de la estaca. En este caso la preparación del suelo se inicia con la labranza mediante tractores: los objetivos de la labranza son destruir tanto las cepas del cultivo anterior como las malezas y preparar una cama de suelo adecuada para el establecimiento de un nuevo cultivo. Se deben proporcionar al suelo condiciones físicas óptimas para aumentar sus capacidades de infiltración y retención de agua, mejorar la aireación, incrementar la capacidad de nutrientes y la actividad microbiana y fomentar un buen desarrollo radicular. Este último, a su vez, permitirá una adecuada absorción de nutrientes y agua y contribuirá a conseguir un mejor anclaje, indispensable cuando se efectúe corte mecanizado, pues se evita la despoblación para los cultivos de caña soca. Los requerimientos de labranza varían de acuerdo con el manejo del suelo, el grado de compactación, la textura y la distribución de la humedad dentro del perfil.

El siguiente paso es el Surcado mediante el tractor surcador, que apertura una zanja de 0.4 a 0.5m a lo largo del campo en donde irá sembrada la estaca. Se ejecutan zanjas paralelas con una distancia de separación aproximada de 1.6m. Esta distancia depende del hábito de crecimiento de la variedad y para nuestro caso, se ha fijado esta distancia como la óptima.

Luego se realiza la plantación de la estaca. El objetivo de un programa de siembra debe ser obtener una población de tallos que, en forma efectiva, pueda utilizar toda la energía proveniente de la luz solar. Al momento de la cosecha debe haber alrededor de 12 a 18 tallos maduros por cada metro lineal de surco, lo que equivale aproximadamente de 80 a 120 mil tallos por hectárea. En el caso del fundo Montelima, se siembran de 3 a 5 estacas por metro

lineal. Si cada estaca cuenta con tres yemas, se llegaría aproximadamente a 15 tallos por metro lineal. Una vez colocada la estaca en la zanja, el tractor tapador es el encargado de cubrir las semillas. Las semillas se cubren con 5cm de tierra aproximadamente ya que una mayor cobertura retrasaría la emergencia de los tallos.

Una vez realizada la siembra, se procede a realizar el riego por goteo (entable). Lo ideal es iniciar el riego con un máximo de 3 días después de la siembra. En el caso del fundo Montelima, se toma una mayor cantidad de días (hasta 08 días) para finalizar con el entable.

- **Caso de caña soca.** Se refiere al cultivo de la caña a partir del riego de la cepa después de la cosecha, es decir, una vez cosechada la caña (cortada al ras de suelo), se inicia el riego a la cepa para que vuelva a brotar.

Una plantación de caña soca puede durar hasta 15 años, pero en caso de fundo Montelima, se renueva cada 8 años. Esta decisión depende del despoblamiento de caña que sufre el terreno una vez realizada la cosecha de caña soca, falta de adherencia de la raíz al suelo (por suelo arcilloso) o por temas mecánicos en donde los tractores dañan la cepa en el proceso de cosecha.

En Montelima también se realiza el repoblamiento de caña, en ese caso, se realizan nuevas plantaciones de semilla. Eso se hace hasta el octavo año, para pasar después a renovar el terreno por tener aproximadamente un despoblamiento del 40%, circunstancia que hace que el repoblamiento ya no sea rentable ni beneficioso.

5.1.3 Inyección de Fertilizantes

Uno de los factores primordiales para el buen crecimiento de la caña es el tipo de suelo en el que se siembra y sus características, siempre complementado con inyección de fertilizantes. La caña de azúcar se adapta a distintos tipos de suelos, pero prefiere los de textura franca, de ph cercano a 7'0, bien drenados y profundos.

La clase y cantidad de fertilizantes depende de la fertilidad del suelo, de las características que puedan influir en la mayor o menor oferta de nutrientes y de los rendimientos que se desean alcanzar. Existen varias estrategias de fertilización de la planta.

En el fundo Montelima, se ha tomado la práctica de fertilizar la caña con fósforo, urea y vinaza, durante los tres primeros meses de vida de la caña. Esta inyección se realiza mediante bombas dosificadoras ubicadas en talleres de fertirriego, que envía este producto hacia las líneas principales de agua, en donde se realiza la mezcla y llegan a la caña. Previamente al bombeo, en tanque de mezcla se diluyen los fertilizantes, para que sean apropiados para el bombeo.

La cantidad de Fósforo, urea y vinaza que se aplica en fundo Montelima es:

1. 170 unidades de nitrógeno/ha: lo que significa aproximadamente 369kg de urea/ha.
2. 15 unidades de fósforo/ha: que significa 24,9kg de ácido fosfórico/ha.
3. 300m³ de vinaza/ha.

5.1.4 Riego con agua de río

El riego se realiza mediante el bombeo de agua del río Chira que ingresa a reservorios, y a partir de ahí, se bombea a todo el fundo, llegando a la caña mediante riego por goteo. Esta actividad se realiza desde el tercer día de vida de la planta hasta el decimoprimer mes. En este periodo hay que asegurar que no existan fugas de agua por ninguna zona, dado que esta condición implica que no llegue este producto a su zona de destino. La supervisión e inspección de campo es la clave para asegurar el correcto riego. Mantener equipos de bombeo, válvulas y accesorios operativos es otro factor importante para asegurar el correcto riego con agua. La cantidad de agua utilizada para el riego en el fundo Montelima es de 16,000 m³/ha.

5.1.5 Control de plagas

En el fundo Montelima se cuenta con un área llamada CPIU (Centro de Producción de Insectos Útiles) encargados de producir organismos benéficos para el control de plagas y enfermedades. Actualmente, se produce una avispa llamada *Cotesia Flabipes*, encargada del erradicar la plaga llamada *Diatraea Saccharalis*, que aparece todo el año en campos de caña, sin distinción de variedades. Es una plaga que siempre ha existido en cañaverales. Esta plaga es una polilla que barrena los tallos de la caña de azúcar bajando la calidad y rendimiento. Esta plaga pone huevos en la hoja de la caña, que al transformarse en larvas ingresan al cuerpo de la caña, tornándola rojiza. La avispa *Cotesia* parasita la larva, es decir, pone su huevo en el interior de la larva de la *diatraea*, matándola y produciendo de 500-800 avispas por cada larva. La forma de control de la *Diatraea* en polilla, se realiza colocando una polilla hembra virgen en el medio del plato con pegamento, y al acercarse las avispas machos, estos quedan atrapados.

La cantidad de *Cotesia* que se libera por hectárea es de 1gr/ha, a partir de la larva de *Diatraea* parasitada, es decir, en CPIU parasitan un gramo de larvas de *Diatraea* con *Cotesia* y estas se sueltan en el campo cuando están a punto de transformarse en avispas.

También existen otras plagas importantes como son el pulgón amarillo de la caña y los ácaros. Estos aparecen cuando la caña tiene algún tipo de estrés, ya sea nutricional o hídrico, y pueden aparecer en todo el ciclo de cultivo. Ambas plagas se ubican debajo de las hojas (envés de las hojas). En el caso del ácaro, rasga las células de la epidermis de la hoja, transformándola en una hoja de color blanco pálido, lo que disminuye considerablemente el proceso fotosintético y con ello su crecimiento. En el caso del pulgón amarillo, este se alimenta de la savia de la hoja e inyecta además una saliva tóxica que transforma la hoja a un color amarillento rojizo, perdiendo también la actividad fotosintética. El control de los ácaros

se realiza con aplicaciones terrestres y aéreas de azufre en polvo seco, y en el caso del pulgón, se controla con inyecciones de insecticida Imidacloprid.

5.1.6 Control de calidad de agua

Se cuenta con dos formas de controlar la calidad de agua:

1. Filtros de agua ubicados a la salida de las bombas de riego, que permiten controlar la cantidad de arcilla y arena en el agua, y que tiene como efecto, tapar los goteros utilizados para el riego.

2. Control de algas y otros organismos mediante aplicaciones de químicos. Los parámetros máximos que se debe tener al inicio y final de la manguera, es de 35,000 organismos/litro y en el gotero, tener un máximo de 10,000 organismos/litro. Si no se llega a estos parámetros, se corre el riesgo de tapado de goteros principalmente por algas.

5.1.7 Control de maleza

La maleza precisa de ciertas condiciones para que aparezca: luz, humedad, temperatura, etc. La maleza aparece en todo el periodo vegetativo, pero es menor cuando la caña tiene más de 6 meses de edad, dado que no posee la luz que le permite su desarrollo.

Para erradicar la maleza, se realizan dos tipos de controles:

1. Control manual: en el que se cuenta con el trabajo de personas para desmalezar.
2. Control químico: en el que se aplica un producto químico selectivo (metrina + atrasina) mediante aspersion, de modo que este producto no daña el cultivo de caña.

El periodo de control debe realizarse principalmente entre 0 y 4 meses de edad de la caña, dado que después de este periodo, la caña comienza a macollar y al crecer, la maleza le puede imposibilitar su crecimiento por falta de luz.

5.1.8 Periodo de agoste

Este periodo se caracteriza por el retiro del agua de la caña para secar las hojas y concentrar todo el azúcar en la misma caña. El tiempo de agoste va a depender de la clase de terreno en que la planta está sembrada. De este modo, un suelo arcilloso retiene más agua que un suelo arenoso, por lo que requiere mayor tiempo de agoste. Este periodo puede ser de 15 días de para suelos arenosos o de dos meses para suelos arcillosos. En el caso del fundo Montelima, el tiempo de agoste se define con un periodo de 1 mes que corresponde el mes número 12. En este proceso, se realizan los monitoreos de calidad de caña que se van a obtener al final del periodo, midiendo % de ART, altura de caña, peso y diámetro.

5.1.9 Cosecha y transporte

Este periodo es el corte de caña que en el fundo Montelima se realiza con cosechadoras para ser trasladadas hacia los molinos de obtención de jugo de caña. La programación de este proceso se define entre gerencias de fundo y Planta (en donde procesan la caña), y se va a ejecutar dependiendo de la carga de la planta.

5.2 Diagrama de Actividades de los Procesos Operativos (D.A.P.)

Las actividades en el proceso de producción de la caña que generan valor, son las indicadas en el cuadro DAP de la Figura 36.

5.3 Herramientas para mejorar los procesos

1. Automatización del sistema de bombeo para detectar si se tienen bombas operando con deficiencia, y usar plataforma de tecnología Scada.
2. Sistema informativo SAP para creación de Ordenes de trabajos y mantenimiento
3. Implementación de un sistema de gestión de mantenimiento para equipos móviles de riego.

TIEMPO	Operación	Transporte	Inspección	Espera	Almacenamiento	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
3 días	●	➔	■	◐	▼	Labrado de Terreno
2 días	●	➔	■	◐	▼	Surcado de Terreno
1 día	●	➔	■	◐	▼	Traslado de estacas a Fundo
3 días	●	➔	■	◐	▼	Sembrío de Estacas
30 días	●	➔	■	◐	▼	Fertirreigo
270 días	●	➔	■	◐	▼	Riego
30 días	●	➔	■	◐	▼	Agoste
4 días	●	➔	■	◐	▼	Cosecha
2 días	●	➔	■	◐	▼	Trasporte de caña a planta

Figura 36. Dap Flujo de proceso – Cultivo Caña de azúcar

5.4 Descripción de los Problemas detectados en los procesos

Los principales problemas detectados en los procesos operativos en el fundo Montelima son los siguientes:

1. Fuga de agua por mangueras de riego: estas mangueras se taponan debido a la mala calidad de agua y a la no operatividad de filtros de agua. Para evitar esta situación, se mide constantemente el coeficiente de uniformidad de las mangueras; es decir, se mide de forma aleatoria en los goteros la cantidad de agua que brota de ella. Si el gotero, tiene mayor cantidad de irrigación de agua, el sistema no está regulado; pero si bota menos cantidad de agua, quiere decir que la manguera está obstruida o cortada. La cantidad de agua que debe salir por el gotero es de 1litro/hora.

2. Rotura de mangueras de riego: al momento de pasar por el terreno agrícola los tractores pisan las mangueras, deteriorándolas. Otra forma de rotura de manguera es la

intervención de animales, como los zorros, gallinazos o ratas, que muerden o picotean las mangueras, deteriorándolas. Otra causa de degradación y rotura de las mangueras, es el propio proceso de presión. La manguera del fundo Montelima soporta 2'0bar, y si llega a valores mayores, esta se deforma y rompe.

3. Sistemas de bombeo cavitando en reservorio R1 en fundo Montelima, por mal diseño en dimensiones de tubería de ingreso hacia la succión de las bombas.

4. Deterioro de cepas en el proceso de corte de caña. Al cortar la caña mecánicamente (por el uso del tractor), levanta cepas, obligando a resembrar en zonas despobladas.

5. Rotura de tuberías de GRP por la condición del suelo. Como estas tuberías están enterradas, la propia humedad y acidez del suelo degrada y rompe los tubos.

6. Parte de la energía que consumen los motores de bombeo es suministrada por generadores propios y otra parte comprada a ENOSA. En etapa de paradas de mantenimiento de planta, se debe limitar el bombeo de agua por no contar con la energía suficiente.

7. La propia extensión del fundo Montelima. Al tener 2,676'15 hectáreas, no se llega a inspeccionar el 100% de la operación. Se requeriría gran cantidad de personal, por lo que se trata de automatizar todo lo posible.

8. La presencia de una capa de tierra dura e impermeable a partir de 2.5 mts de profundidad, contados desde la superficie del terreno agrícola, ocasiona acumulación de agua a ese nivel, originando la falta de crecimiento de la caña por asfixia radicular y presencia de sales.

5.5 Propuesta de Mejora

1. Para evitar el constante deterioro (roturas) de mangueras causado por los operadores; quienes desconocen la ubicación de estas pues no pertenecen al área de riego ni de mantenimiento. Proponemos que periódicamente el supervisor del área realice capacitaciones dentro del horario de trabajo, sobre la ubicación de mangueras y así mantener personal que

realice sus actividades con conocimiento del área de trabajo. El 2017 se tuvieron 400 roturas de éste tipo, y teniendo en cuenta el costo de mano de obra de \$5 por reparación y costo de materiales de \$4 por reparación, se podría ahorrar un monto de \$8,000.00 por año.

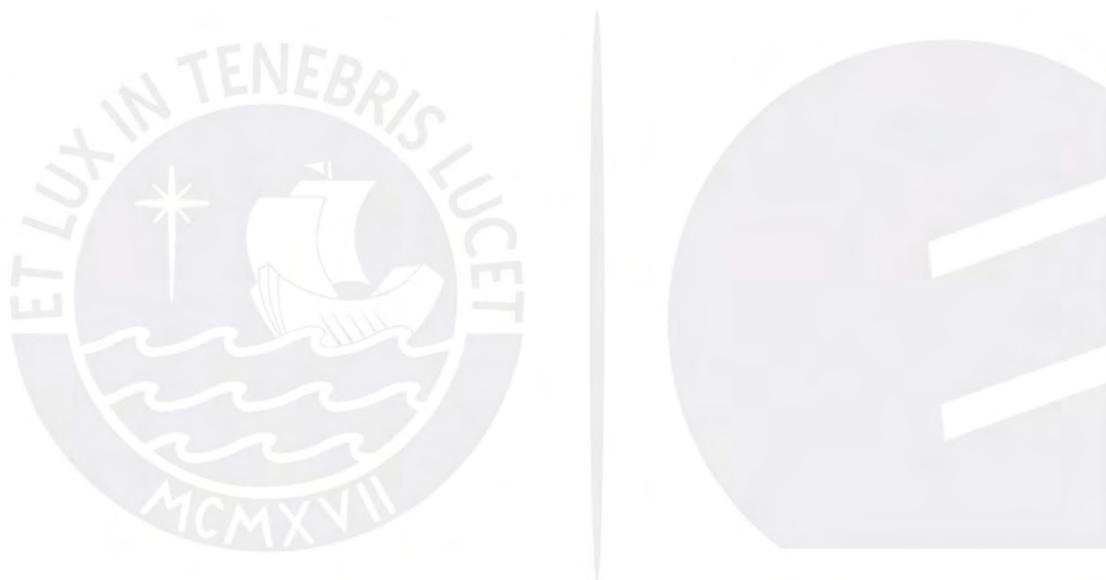
2. Dado que en reservorio R1 de fundo Montelima cuentan con 21 bombas similares, las cuales operan de manera simultánea, no se cuenta con alguna bomba que pueda servir de back up. Se propone adquirir una bomba con un motor del mismo tipo que sirva como reemplazo a cualquiera de las 21 bombas que tenga que intervenir para mantenimientos preventivos. El costo de una bomba equipada asciende a \$17,097.85 según Apéndice E. Actualmente, éstos equipos son retirados para mantenimiento por un periodo de 7 días, y al año se intervienen 9 bombas de las 21 existentes, lo que implica que una bomba deje de operar 63 días. Para efectos de determinar impactos en costos, consideramos el alquiler de una bomba del mismo tipo que reemplace la bomba en mantenimiento, con un costo de \$200 por día, lo que implica un impacto de \$12,600.00. El beneficio generado sería el incremento de la confiabilidad en la operación y un ahorro de costo \$12,600.00.

3. Para evitar roturas de tuberías de GRP por estar enterradas en suelos inestables, deben ser cambiadas a una de HDPE o PVC pesado. El cambio debiera ser paulatino, iniciando por zonas críticas (zonas de elevado tránsito vehicular). Tomando en cuenta que aproximadamente se interviene 45 reparaciones al año, y los costos en los que se incurre por reparación son de: \$32.00 por mano de obra, \$400.00 por alquiler de equipo (bomba y equipo de termofusión) y \$500.00 por materiales de HDPE (Recargo del 25% a cotización de apéndice K), entonces se incurre en un costo total el primer año de \$41,940.00 Con ésta acción logramos que al siguiente año, la tendencia sea una baja de 50% de éstos incidentes (\$20,970.00)

5.6 Conclusiones

1. Al momento no se encuentra ninguna acción que contrarreste la debilidad que presenta el suelo del fundo Montelima respecto a la presencia de una capa dura impermeable a 2.5 mts de profundidad, contados a partir de la superficie de la tierra.

2. Los problemas más frecuentes en fundo Montelima corresponden a la rotura de mangueras, tuberías matrices y aductoras de GRP en algunos tramos. Estas dos condiciones son las que representan más del 80% de problemas en procesos.



Capítulo VI. Planeamiento y Diseño de Planta

6.1 Distribución de Planta

La planta lo podemos dividir en 2 grandes zonas: (a) Zona de oficinas y fábrica de etanol y (b) Fundos, dentro de ellos, el fundo Montelima.

La zona de oficinas y fábrica de etanol se encuentra ubicada en carretera Ignacio Escudero, Tamarindo Km. 6 Sullana, Piura presenta su distribución de acuerdo al layout indicado en el Apéndice F. Este Layout distingue cada una de las zonas que intervienen en el proceso de Etanol, entre ellas la zona de recepción, molienda, difusión, evaporación, fermentación, despacho, caldera, almacenes oficinas, concha de deporte, etc. Cada una de ellas se encuentran ubicados estratégicamente para que el proceso de elaboración de etanol se ejecute de la forma más óptima.

Respecto a los fundos, nos centraremos en el fundo Montelima, que tiene un total de 2,676.15 has y posee un centro de bombeo principal ubicado en el reservorio R1, a donde ingresa agua de río por un canal y que a su vez es derivada a los reservorios R2-R4 y R5, cada uno de ellos con su propio centro de bombeo para enviar agua hacia las parcelas. En el reservorio R3 se cuenta con un segundo centro de bombeo, en donde ingresa agua de río y que su vez reenvía al reservorio R4, ver Figura 38. Las áreas conformadas por fundo Montelima son:

6.1.1 Reservorio R1

Este centro de bombeo envía agua del río desde su reservorio hacia las parcelas que corresponden a R1 regando un total de 849.26 has mediante 8 bombas de 200 HP que sumadas dan un caudal de 980 l/s. Adicionalmente, envía agua de río a los reservorios R2, R4 y R5, mediante 13 bombas centrífugas de 200 hp que sumadas otorgan un caudal de 1625 l/s. Esta área también cuenta con:

1. Un centro de bombeo de fertilizantes, principalmente compuesto por fósforo, potasio y urea, mediante bombas dosificadoras que envían estos compuestos hacia las parcelas.
2. Unidad de filtrado de agua del río.
3. Oficinas: conformadas por el área operativa de este fundo.
4. Caseta del operador.
5. Subestación.
6. Almacén temporal.
7. Cancha deportiva.

6.1.2 Reservorio R2

Este centro de bombeo envía agua desde su poza hacia las parcelas que corresponden a R2, mediante 7 bombas centrífugas de 175hp y 200 hp, que sumadas otorgan un caudal de 727 l/s para regar un total de 797.33 has. Esta área también cuenta con:

1. Un centro de bombeo de fertilizantes, principalmente compuesto por fósforo, potasio y urea, mediante bombas dosificadoras que envían estos compuestos hacia las parcelas.
2. Unidad de filtrado de agua del río.
3. Oficinas: conformadas por el área operativa de este fundo.
4. Caseta del operador.
5. Subestación.

6.1.3 Reservorio R4

Este centro de bombeo envía agua desde su poza hacia las parcelas que corresponden a R4, mediante 3 bombas de turbina vertical de 83 hp, 107 hp y 110 hp, que sumadas otorgan un caudal de 300 l/s para regar un total de 395.7 has. Esta área también cuenta con:

1. Un centro de bombeo de fertilizantes, principalmente compuesto por fosforo, potasio y urea, mediante bombas dosificadoras que envían estos compuestos hacia las parcelas.
2. Unidad de filtrado de agua del río.
3. Oficinas: conformadas por el área operativa de este fundo.
4. Caseta del operador.
5. Subestación.

6.1.4 Reservoirio R5

Este centro de bombeo envía agua desde su poza hacia las parcelas que corresponden a R5, mediante 6 bombas centrífugas horizontales entre 100 hp y 150 hp que sumadas otorgan un caudal de 662 l/s para regar un total de 534.8 has. Esta área también cuenta con:

1. Un centro de bombeo de fertilizantes, principalmente compuesto por fósforo, potasio y urea, mediante bombas dosificadoras que envían estos compuestos hacia las parcelas.
2. Unidad de filtrado de agua del río.
3. Oficinas: conformadas por el área operativa de este fundo.
4. Caseta del operador.
5. Subestación.

6.1.5 Reservoirio R3

Este centro de bombeo envía agua desde su poza, de donde ingresa agua de un canal y procede a enviarla hacia el reservoirio R4, mediante 3 bombas de turbina vertical de 106 hp, que sumadas otorgan un caudal de 295 l/s. Esta área también cuenta con:

1. Oficinas: conformadas por el área operativa de este centro de bombeo.
2. Caseta del operador.

3. Subestación.

El total de bombas de agua y de fertilizante se resumen en la Figura 37.

Bombas en Fundo Monte Lima			Total
TOTAL DE BOMBAS DE RIEGO EN FUNDO LOBO	BOMBA HIDROSTAL TIPO BTV 12HQR-L-05-10X10-1 7/16 HMSS LXAG	3	42
	BOMBA HIDROSTAL TIPO BTV 12HQR-L-06-10X10-1 7/16 HMSS LXAG	1	
	BOMBA HIDROSTAL TIPO BTV 12CG-H-04-08X8.1 7/16 HMSS LXAG	1	
	BOMBA HIDROSTAL TIPO BTV 10 HQ-H-06-08X8 1 7/16 HMSS LXAG	1	
	BOMBA HIDROSTAL CENTRIFUGA 150-400-9HE-H670-A5C6	22	
	BOMBA HIDROSTAL CENTRIFUGA 150-400-9HE-H750-AS	2	
	BOMBA HIDROSTAL CENTRIFUGA 150-315-9HE-F670-AS-5	10	
	BOMBA HIDROSTAL CENTRIFUGA 125-400-9HE-H670-AS-5	2	
TOTAL DE BOMBAS DE FERTILIZANTE	BOMBA SALMSON VERTICAL MULTI V - 206 FXV	16	28
	BOMBA SALMSON HORIZONTAL MULTI H - 206 FXV	5	
	BOMBA WAUKESHA C.216 MONOBLOCK	6	
	BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL DAG	1	
TOTAL DE BOMBAS DE NORIAS	BOMBA HIDROSTAL HORIZONTAL EQQ4K-SOR3+E2M10-M-AM	1	1
TOTAL DE BOMBAS DE SUMERGIBLES	BOMBA SUMERGIBLE VERTICAL HIDROSTAL EMM04DQ	1	1
			72
			72

Figura 37. Relación de bombas en Fundo Montelima que participan en el proceso de obtención de caña.

6.2 Análisis de la Distribución de Planta.

Según esquema de distribución de bombas en la Figura 38, se observa que las bombas del reservorio R2 envían un caudal $Q_8=726.8$ l/s al campo, y es alimentado por agua que proviene de las bombas del reservorio R1 a razón de caudal $Q_4=750$ l/s según datos de placa de la bomba. Realmente este último valor (750 l/s) no se cumple, por pérdida de caudal al tener problemas hidráulicos. Estos problemas se pueden ver al detalle en el Apéndice G.

El resultado alcanzado es menor que el requerido (726.8 l/s), por lo que se tiene un problema de ingeniería al no poder aprovechar la capacidad de las 6 bombas del reservorio R1 que alimenta al reservorio R2. Por lo tanto, sufren problemas de abastecimiento de agua al campo, compensándose en ocasiones con el agoste.

En la instalación del reservorio R1, se tienen 8 bombas que alimentan directamente al campo. Como se aprecia en la Figura 38, la oferta de agua cubre con la necesidad requerida; pero existen problemas de diseño que impiden que su caudal llegue a valores de placa.

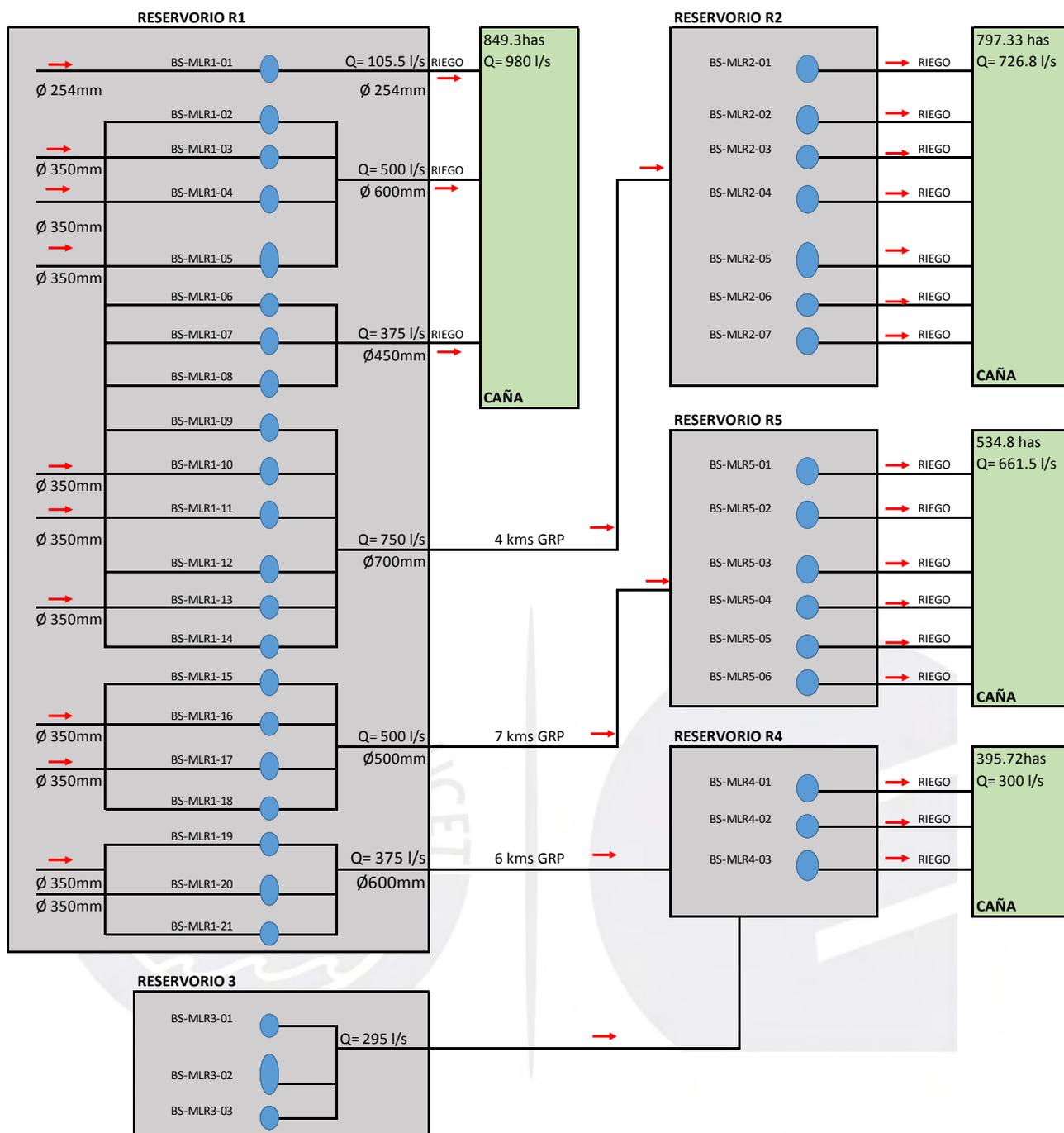


Figura 38. Esquema de distribución de bombas de Riego en Fundo Montelima.

En el esquema de distribución de bombas en la Figura 38, también se observa que se cuenta con una instalación de bombeo en el reservorio 4 que envía un caudal de $Q_{10} = 300$ l/s al campo, ingresando a su reservorio un caudal $Q_6 + Q_7 = 670$ l/s que proviene del reservorio R3 y R1. Las bombas del reservorio R3 no siempre están operativas, dado que el canal de agua que los alimenta (canal Checa) no es constante, teniendo de esta manera una instalación

sin uso permanente. Por este motivo se cuenta con las bombas de reservorio R1 que alimentan al reservorio R4 a razón de caudal $Q_6 = 375$ l/s y de esta manera se cubre la necesidad de agua. El análisis de su sistema de tuberías y bombas se puede ver al detalle en el Apéndice H.

En la Figura 38, se observa que las bombas del reservorio R5, envían caudal $Q_9 = 661.5$ l/s al campo, que es regado por agua de río que proviene del reservorio R1 a razón de caudal $Q_5 = 500$ l/s. En este caso, la demanda de agua es mayor que la oferta, teniendo algunas veces inconvenientes en la necesidad de agua (dependiendo del agoste), llegando a dejar de regar algunas parcelas. El análisis de su sistema de tuberías y bombas se puede ver al detalle en el Apéndice I.

6.3 Propuesta de Mejora

1. Según Apéndice G, la capacidad de bombeo de BS-MLR1-02 al BS-MLR1-14 que es de caudal $Q_{11} = 1625$ l/s, supera la capacidad de circulación de agua por la tubería de ingreso a bombas que es de 984 l/s. La propuesta de mejora consiste en incrementar 4 tuberías adicionales de 350mm que ingresen al manifold de éstas bombas, para poder alcanzar un valor de caudal 1640 l/s con la finalidad que ingrese la cantidad requerida de agua a las bombas, evitando la existencia de cavitación y deterioro prematuro en la parte interna de la bomba, que incrementa sus costos de mantenimiento y permita aprovechar el 100% de la capacidad de las bombas, ver Apéndice J.

Debido a éste evento, las intervenciones de las bombas, tuberías y accesorios por mantenimiento, se duplican, y tomando como referencia el costos de mantenimiento por equipo de \$3,500.00 se incurriría en \$45,500.00 adicionales por año debido a éste evento. Para el desarrollo del proyecto de la instalación de tuberías propuestas, se contempla aproximadamente 15 días e incluye la Ingeniería con un costo aproximado de \$3,000.00, los

materiales que incluyen básicamente 40m de tubería (ver Apéndice K), con un costo de \$18,000.00 y el servicio de instalación con un costo de \$25,000.00, que implica:

- Alquiler de maquinaria por 15 días con un costo de \$4,500.00
- Contratación de empresa de soldeo con un costo de \$5,000.00
- Trabajos de excavación con un costo de \$4,000.00
- Trabajos en reservorio con un costo de \$11,500.00

Sumarían un total de \$46,000.00 Es decir, el primer año, tendríamos un déficit de \$500.00, recuperándolo en el segundo año con un ahorro de \$45,000.00

2. Según Apéndice I, la capacidad de bombeo de BS-MLR1-15 al BS-MLR1-18 que es de caudal $Q_5=500$ l/s, supera la capacidad de circulación de agua por la tubería de ingreso a bombas que es de caudal 328 l/s. La propuesta de mejora consiste en incrementar 1 tubería adicional de 350mm que ingresen al manifold de éstas bombas, para poder alcanzar un valor de caudal 492 l/s con la finalidad que ingrese la cantidad requerida de agua a las bombas, evitando la existencia de cavitación y deterioro prematuro en la parte interna de la bomba, que incrementa sus costos de mantenimiento y permita aprovechar el 100% de la capacidad de las bombas, ver Apéndice I.

Debido a éste evento, las intervenciones de las bombas, tuberías y accesorios por mantenimiento, se duplican, y tomando como referencia el costos de mantenimiento por equipo de \$3,500.00 se incurriría en \$14,000.00 adicionales por año debido a éste evento. Para el desarrollo del proyecto de la instalación de tuberías propuestas, se contempla aproximadamente 10 días e incluye la Ingeniería con un costo aproximado de \$2,500.00, los materiales que incluyen básicamente 10m de tubería (ver Apéndice K) con un costo de \$4,500.00 y el servicio de instalación con un costo de \$17,800.00, que implica:

- Alquiler de maquinaria por 10 días con un costo de \$3,000.00
- Contratación de empresa de soldeo con un costo de \$1,800.00

- Trabajos de excavación con un costo de \$3,000.00
- Trabajos en reservorio con un costo de \$10,000.00

Sumarían un total de \$24,800.00 Es decir, el primer año, tengo un déficit de \$10,800.00, recuperándolo en el segundo año, obteniendo un ahorro por la suma de \$3,200.00 y generando un ahorro permanente de \$14,000 a partir del tercer año.

6.4 Conclusiones

1. Existen problemas hidráulicos en el manifold principal de ingreso a bombas del reservorio R1 por no contar con suficientes líneas de succión, que ocasionan problemas en las bombas. El incrementar éstas líneas implica dejar sin agua a todos los sembríos como mínimo 15 días, por tal motivo, la evaluación de ingeniería como las acciones de contingencia para no impactar en el crecimiento de la caña, deben ser tomadas en forma paralela.

2. El conjunto de Bombas del reservorio R1 que envían agua hacia el reservorio R5, también presentan problemas por sub dimensionamiento tanto en las tuberías de succión como la de descarga, teniéndose que cambiar su configuración según propuesta.

Capítulo VII. Planeamiento y Diseño del Trabajo

7.1 Planeamiento del Trabajo

Para iniciar el planeamiento del trabajo, se tienen que conocer lo más exactamente posible todos los recursos de los que se dispone. Debe realizarse un levantamiento topográfico del campo en forma detallada. En esta evaluación deben de determinarse las curvas de nivel, las cotas, las áreas húmedas, las áreas con problemas de drenaje o con alguna otra limitante, así como las superficies que poseen terrenos menos adecuados para la producción. También es necesario conocer la demarcación de las unidades de siembra, los caminos existentes, y el marcaje de los linderos, entre otros.

El siguiente paso consiste en determinar objetivos y metas del trabajo de acuerdo a la dimensión de la unidad productiva, (edad de la cosecha que en el caso de fundo Montelima se determinó de 12 meses), prácticas de manejo que se piensan llevar a cabo, y establecimiento de la edad y secuencia de la cosecha.

Es importante también considerar la eficiencia en el movimiento de la maquinaria dentro del campo, la longitud de los surcos, la distancia entre el centro de las unidades de producción, etc.

Lo indicado líneas arriba, va a ayudar a determinar la cantidad de personas, definir los puestos de trabajo, a definir los puntos de trabajo en campo, gestión de personas, organigrama del fundo de la parte productiva, régimen, metodología para establecer un buen clima laboral, etc.

7.2 Diseño del Trabajo

En la Figura 2 se muestra el organigrama de la empresa Agrícola del Chira, y dentro de ella, el área productiva liderada por el gerente de fundo y conformada por 4 supervisores para atender las necesidades productivas del fundo.

El supervisor de riego y fertirriego se encarga de asegurar en campo, que el agua y fertilizante llegue correctamente a las parcelas. Normalmente cuenta con personal obrero para realizar las labores con las siguientes posiciones: 18 regadores, 2 fertilizadores, 2 evaluadores de caudal y 16 personas para la limpieza ya sea por maleza y piedras. Cuenta adicionalmente con un capataz que coordina en campo con obreros según indicaciones de la supervisión que se le da un día antes. El personal obrero trabaja en solo un turno de 8 horas/día, a excepción de los regadores quienes, en turnos de 8 horas, tienen permanencia las 24 hrs del día. Dadas sus actividades, la cantidad de personas en esta área varía de acuerdo al programa de cosecha.

El supervisor de campo y labores agrícolas se encarga de adecuar e implementar los accesorios necesarios en campo para la llegada del agua y fertilizante, y apoyar en las labores de campo que se requieran; básicamente el personal obrero desempeña funciones de resiembra, entable, recojo de manguera, movimiento de mangueras, biometría, aplicaciones de herbicidas, recojo de piedras, corte de caña en lugares en donde la máquina no tiene acceso. Esta área logra tener el mayor pico de cantidad de personas en la etapa de cosecha hasta el primer mes de vida de caña, dependiendo de la cantidad de área que se va a cosechar y sembrar. Sus funciones básicamente se centran en este periodo y llegan a tener cantidades de 300 obreros en un periodo de cosecha de 900 ha. A partir del segundo mes de vida de caña solo se aplica riego y fertilizante, y lo realiza la supervisión de riego y fertilización, bajando notablemente esta cantidad de personas. El periodo de trabajo del personal es solo un turno de 8 hrs/día. Por la gran cantidad de personal que se maneja en esta área, se cuenta con 8 controladores, quienes aseguran en campo que el personal contratado realice sus labores.

El supervisor de campo y maquinaria agrícola, es el encargado de realizar toda las labores que implica una maquinaria agrícola, teniendo como equipos: 6 tractores, 1 retroexcavadora y 2 camiones. También es el encargado de la gestión de alquiler de otros equipos de maquinaria agrícola para labores adicionales que se necesiten tanto en campo

como en la zona del río. El personal asignado a estos equipos laboran solo en un turno en periodos de 8 horas/día.

El supervisor de sanidad es el encargado de la aplicación de todas las estrategias para mantener lejos de la caña el tema de plagas y evitar atoros de mangueras por presencia de algas y microorganismos.

El personal técnico tiene como hora de ingreso 6:00 am, iniciando sus labores con una charla de trabajos que deben ser ejecutados durante cada día, liderada por el capataz o líder. Cada supervisor trabaja con los líderes para poder hacer llegar las indicaciones de labores al personal obrero, conforme un plan semanal que se elabora en forma conjunta con el gerente de área. Una vez por semana se da charla de seguridad. Es el mismo capataz quien designa a las personas en los diferentes frentes de trabajo; la cantidad de frentes lo indica el supervisor.

Tanto los controladores como los capataces son las personas que están en campo el 100% del tiempo, revisando que las actividades se hagan correctamente, y el rendimiento de cada una de ellas; los reportes de avances diarios se les hace llegar a la supervisión quienes validan la información para poder ser ingresados al programa Biosal. Este programa es un sistema de información agronómico del cultivo que permite almacenar historial, registro de actividades que se ejecutan en un determinado sector, para obtener luego un reporte de actividades y rendimientos que ayuda a la gerencia al control y toma de decisiones.

Respecto al contrato de personal, es bastante variable. A aquellas personas que tienen presencia en el fundo por periodos cortos, como el personal obrero de los supervisores de campo, se le realiza contratos de 1 mes, mientras a aquellos obreros que tienen permanencia en periodos medios y largos, como personal obrero de supervisores de sanidad y riego, los contratos oscilan en periodos de entre un mes a seis meses. La empresa Agrícola del Chira, da prioridad de oportunidades de empleo a personas de la zona, que normalmente se dedican a labores agrícolas. Existen también políticas de apoyo, en el caso de obreros que siguen una

determinada carrera profesional, en darles la oportunidad de que puedan incursionar en labores relacionadas a sus estudios. Se tienen casos de obreros que han terminado la carrera universitaria y actualmente se desempeñan en el área administrativa.

Existen también contrataciones de personal especializado, que no necesariamente son de la zona, para realizar actividades como por ejemplo el corte de caña manual para que sirvan de guía a las demás personas en esta actividad.

Respecto al trabajo seguro en el fundo del área productiva, a todo el personal de Agrícola del Chira, principalmente al del fundo Montelima, se le provee de EPP's necesarios para que desempeñen sus labores, capacitaciones constantes en seguridad y se les da la oportunidad de que puedan reportar actos o condiciones subestándares mediante formatos ROP's, liderados por el área de seguridad y el sistema de gestión. Son los supervisores los encargados de levantar cualquier observación de seguridad y ser tratados en las reuniones mensuales con la gerencia agrícola.

Respecto al clima laboral, Agrícola del Chira, gestiona actividades que mantienen un clima laboral adecuado con su personal, como encuentros deportivos, premiaciones a mejores trabajadores, conversaciones *face to face* con la supervisión, entre otros.

7.3 Propuesta de Mejora

Incrementar 8 personas adicionales para la verificación de fuga de mangueras. Actualmente, en fundo Montelima se tienen 8 personas encargadas de ésta actividad, y cada una de ellas se encarga de revisar fugas en un área de 40 hectáreas, y solo llega a revisar al día 20 hectáreas, es decir, que hay probabilidades que recién se detecte la fuga al segundo día, por lo que lo ideal sería duplicar el personal a una cantidad de 16 personas. Tomando en cuenta que el costo por persona es de \$15 al día, en las 8 personas adicionales se tendría un costo de inversión de \$43,000.00 al año. El costo del impacto por fuga de agua en manguera,

se considera en \$180 al día, y tomando en cuenta las 400 fugas ocurridas en el año 2017, el costo de impacto es de \$72,000.00

El ahorro que se podría tener al año es de \$29,000.00

7.4 Conclusiones

Se tienen algunas deficiencias que deben ser levantadas para llegar a producir el rendimiento de diseño, y esto depende principalmente de una planificación, coordinación, control y seguimiento adecuados a todas las actividades. Adicionalmente, es básico que el área de producción se avoque solamente a sus funciones de producción, sin tener que estar involucrándose en la implementación de proyectos de mejora por abastecimiento de agua, que hace que se pierda el foco en obtener una caña de la mejor calidad.



Capítulo VIII: Planeamiento agregado

8.1 Estrategias Utilizadas en el Planeamiento agregado

Las estrategias del fundo Montelima para cubrir la demanda requerida por fábrica, se ajustan básicamente al plan de necesidad anual de toneladas de caña establecido por la fábrica y que, de manera mensual, se va actualizando. Existe un coordinador que unifica las informaciones de oferta y demanda tanto del fundo como de fábrica, y presenta las mejores alternativas, tomando en cuenta adicionalmente el programa de necesidades por fábrica, el programa de cosecha, la disponibilidad y eficiencia del molino, el porcentaje de ART de la caña y el crecimiento de la caña por cosecharse. Estas decisiones son tomadas en reuniones mensuales.

Otra estrategia que sigue el fundo Montelima para atender la fábrica, es realizar un programa de cosecha de cantidad de caña igual mes a mes, es decir, trata de tener cosechas *Flat* mes a mes. Esta estrategia permite alimentar en forma continua la fábrica, sin generar picos de oferta.

8.2 Análisis del Planeamiento Agregado

Actualmente, el fundo Montelima tiene un rendimiento de producción de caña de 130 tn/ha por año y dado que cuenta con 2,676 ha, va a poder cosechar anualmente 347,880 tn. El resto de fundos, con un rendimiento de 135 tn/ha año, van a poder suministrar 898,330 tn al año, haciendo un total entre todos los fundos de 1'246,210 tn/año.

Respecto a la fábrica, posee una capacidad máxima de molienda de 4,800 tn/día y trabajando 28 días por mes y 11 meses efectivos, su capacidad es de 1'478,400 tn/año. Esta cantidad, sin embargo, varía, dado que existen durante el año algunas paradas adicionales por mantenimiento de fábrica y su capacidad real se asemeja a las toneladas de caña ofertado. El año 2017, el valor de toneladas de caña planeado por fábrica para consumir fue de 1'104,587 tn.

La cosecha de la caña se realiza en periodos de 12 meses, pudiendo llegar a un máximo de 15 meses para la variedad de caña tomada en cuenta en este DOE (RB-72454). Este periodo de 3 meses, permite a los gerentes de fundo poder adecuarse a las necesidades de fábrica en caso tengan sobre *stock* o déficit de caña.

Existen ocasiones en que la fábrica debe detener su funcionamiento por necesidades de mantenimiento o por indisponibilidad de equipos necesarios. En estos periodos y en caso tenga caña en *stock*, el cultivo continúa sin ser cosechado, hasta cumplir el máximo posible de cultivo de 15 meses.

Las áreas involucradas que intervienen en el proceso de decidir la cantidad que se demanda de caña en fábrica son: mantenimiento (planeamiento de paradas), procesos (necesidades de producción, objetivos y metas), el área de laboratorio (evaluación de caña), liderada por la gerencia de fábrica. Las áreas involucradas que intervienen en el proceso de decidir la cantidad que se va a ofertar de caña son: las gerencias de fundo, lideradas por la gerencia agrícola y basadas en objetivos y metas corporativas.

8.3 Pronósticos y modelación de la demanda

Un parámetro importante del planeamiento agregado es determinar las toneladas por hectárea disponibles que se tiene en cada área del fundo. Este valor se va actualizando mensualmente con visitas a campo y tiene mucho que ver la edad de la sepa, dado que a mayor edad, menor población de caña, adicionalmente de la cantidad de resiembra que se realiza. En los 2 o 3 últimos meses antes de la cosecha, se sacan muestras de caña para evaluar su peso, sincerando valores pronosticados y llevando un registro mes a mes. Inicialmente para el planeamiento agregado, se basa en pronósticos anuales de toneladas de caña que se van a requerir, esto es, de la demanda recibida desde la fábrica, frente a la cantidad de caña que se ofrece desde el fundo, que mes a mes se van sincerando, ver Figura 39.

REAL - PROYECCIÓN											
AGRUPADOR	(Varios elementos)										
GROUP REAL-PROY.	REAL-PROY.										
AÑO_C	2017										
Suma de TN	Etiquetas de columna	1	2	5	6	7	8	9	10	11	12 Total general
Etiquetas de fila	Proy.	Proy.	Proy.	Proy.	Proy.	Proy.	Proy.	Proy.	Proy.	Proy.	
GR									7,926		7,926
HC	6,915		3,656						8,314	5,508	24,393
LB	44,888	9,345	19,391	9,632				45,777	4,872	15,287	211,906
LB2	25,978	15,612		13,593	30,101	57,224	49,582	44,939	16,493		253,522
ML	19,710	13,348	33,340	51,943	28,204	35,889	15,773	43,696	31,118	33,397	306,418
SV	9,683			17,684	32,604	29,415		15,968	44,980	34,189	184,523
TERCEROS	16,100	6,000	630		1,000	170	150	1,600	10,000	1,550	37,200
Total general	123,274	44,305	57,017	92,852	91,909	122,698	111,282	127,315	123,386	131,850	1,025,888

Capacidad Fábrica:	4393	t/día.									
Días de producción al mes:	29.00	24.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	256.00	512.00
TOTAL t/mes	125,000	45,000	68,902	100,640	101,640	140,382	102,113	124,109	150,103	146,698	1,104,587

CAMPO - PLANTA.	-1,726	-695	-11,885	-7,788	-9,731	-17,684	9,169	3,206	-26,717	-14,848	-78,699
------------------------	---------------	-------------	----------------	---------------	---------------	----------------	--------------	--------------	----------------	----------------	----------------

Figura 39. Proyección de cosecha Vs Real cosechado por fondos en Agrícola del Chira

(T/mes)

De las muestras que se retiran del fundo, también son analizados valores de humedad de caña y ART, con el objetivo de llegar a unos porcentajes de humedad de caña del 68% y de azúcares reductores totales (ART) de 15,0%. Esta es la condición óptima para que nuestro cliente, en este caso la fábrica, pueda procesar el producto.

Los valores de ART también se proyectan para todo el año, y son sincerados mes a mes, ver Figura 40.

El otro parámetro que se controla a lo largo del año como plan agregado, es la cantidad de terrenos de cultivo que se está designando para la siembra. Al igual que los casos anteriores, se inicia con una proyección de área, también sincerada mes a mes, dado que puede haber ocasiones que por fenómenos naturales, o por necesidad, no se cultiven todas las hectáreas de cultivo, ver Figura 41.

El siguiente parámetro que se controla como parte del planeamiento agregado son los rendimientos de la caña, es decir, las toneladas por hectárea que se van a obtener y los kilogramos de azúcar por hectárea, ver Figura 42.

RESUMEN DE %ART												
AGRUPADOR	(Varios elementos)											
GROUP REAL-PROY.	REAL-PROY.											
AÑO_C	2017											
Suma de %ART_Pond	Etiquetas de columna											
Etiquetas de fila	Proy.	1	2	5	6	7	8	9	10	11	12	Total general
		Proy.										
GR									15.73			15.73
HC		15.30		15.20					15.30	15.30		15.29
LB		15.20	15.20	15.00	15.00			15.00	15.30	15.30	15.30	15.17
LB2		15.00	15.14		14.71	15.30	15.30	15.31	15.30	15.30		15.23
ML		15.38	15.02	15.00	15.00	15.00	15.22	15.40	15.51	15.60	15.51	15.26
SV		15.13			15.50	14.50	14.71		15.00	15.30	15.03	15.00
Total general		15.19	15.11	15.01	15.05	14.92	15.13	15.19	15.36	15.38	15.28	15.19

Figura 40. Proyección de ART vs Real de ART por fundos en Agrícola del Chira (%).

RESUMEN DE ÁREAS												
AGRUPADOR	(Varios elementos)											
GROUP REAL-PROY.	REAL-PROY.											
AÑO_C	2017											
Suma de AREA_COSECHA	Etiquetas de columna											
Etiquetas de fila	Proy.	1	2	5	6	7	8	9	10	11	12	Total general
		Proy.										
GR									69			69
HC			77		49				105	53		285
LB		368	81	168	84			368	41	126	539	1,774
LB2		220	147		132	260	450	358	301	103		1,971
ML		216	142	278	399	213	243	101	299	227	258	2,376
SV			92		175	298	289		153	356	286	1,649
Total general		973	371	494	789	771	982	828	969	865	1,083	8,124

Figura 41. Proyección de áreas a ser cultivadas en los fundos de Agrícola del Chira.

8.4 Planeamiento de Recursos (Programa Maestro)

La empresa Agrícola del Chira no posee un programa maestro de recursos en la que engloba mano de obra, maquinaria y equipos planeados para todo un año. Los recursos necesarios para poder atender las necesidades de la producción no requieren de gran esfuerzo para ser suministrados, dado que la misma actividad del cultivo, lo permite.

Respecto al número de trabajadores necesarios, va a depender del proceso de la caña, con mayor asistencia en la etapa de cosecha y siembra. Las provincias de Sullana y Piura se caracterizan por tener gran cantidad de mano de obra (agricultores), por lo que no es difícil convocar a este personal no calificado.

RESUMEN DE RENDIMIENTO											
AGRUPADOR	(Varios elementos)										
GROUP REAL-PROY.	REAL-PROY.										
AÑO_C	2017										
MES_C	(Todas)										
		Valores									
MF	FD	REAL-PROY.	Edad.	Tn.	Area.	Tn/Ha.	Tn/Ha/Mes.	Tn/Ha/Año.	%ART.	KgAzucar/ha/Año.	
⊕GR				386	7926	69	115	9.06	108.75	15.73	17,106
⊕HC				374	24393	285	86	6.97	83.68	15.29	12,791
⊕LB				366	211906	1774	119	9.92	119.09	15.17	18,065
⊕LB2				366	253522	1971	129	10.70	128.35	15.23	19,547
⊕ML				376	306418	2376	129	10.42	125.09	15.26	19,091
⊕SV				376	184523	1649	112	9.05	108.54	15.00	16,277
Total general				372	988688	8124	122	9.96	119.57	15.19	18,161

Figura 42. Proyección de Tn/ha de caña a cosecharse en los fundos de Agrícola del Chira.

Respecto a los materiales, solo son necesarias mangueras de regadío que se cambian cada dos o tres temporadas y tampoco es difícil obtenerlas en pocos días. En lo que respecta a otros equipos agrícolas, la empresa Agrícola del Chira cuenta con el equipamiento básico, y de igual manera que los casos anteriores, las provincias de Piura y Sullana cuentan con gran cantidad de oferta de alquiler de maquinaria.

En Agrícola del Chira, se planifica desde dos a tres meses antes de acabar el año, todos los costos que involucran las necesidades del fundo, estableciéndose un PB con todas las actividades relacionadas. Dentro de estos costos se contemplan los recursos necesarios que se van a necesitar durante todo el año, aunque no se tiene un plan maestro, sino tan solo uno de recursos mes a mes.

8.5 Propuesta de Mejora

1. Elaborar un plan maestro de recursos mes a mes para conocer con anticipación las necesidades. Este documento sería revisado y aprobado por la gerencia agrícola, no necesitándose mayores costos para su implementación. El beneficio sería el evitar caer en costos no proyectados que eleven el presupuesto del área. En el 2017, se han contratado grúas, camiones grúas y palas no presupuestas, llegando a un monto de \$30,000.00

2. Existen meses en los que en el fundo Montelima no se realiza cosecha, por lo que no se cuenta al 100% con una distribución equitativa mes a mes de la cosecha de todo el fundo.

El inicio de la siembra debe ser tal que permita cosechar en forma uniforme todo el año. La mejora consiste en planificar más eficazmente los periodos de siembra y cosecha, para no incurrir en costos adicionales, principalmente en la contratación de controladores quienes tienen la función de supervisar trabajos, y equipos de la zona con bajos costos. Tomando en cuenta el 2017, en la etapa de máxima cosecha, se han contratado 10 personas adicionales por periodos de 3 meses, cada una con un costo de \$75 por día, lo que se incurre en un costo de \$2,250.00; también en contratación de equipos con mayores costos de los usuales por periodos de 2 meses, con un costo adicional de \$10,000.00

Lo que corresponde a un ahorro de \$12,250.00 por año.

8.6 Conclusiones

1. La cantidad ofertada de caña es muy similar a la demanda de caña. Se deben mejorar los rendimientos de campo para poder asegurar una mayor demanda de caña. Existen cultivos que llegan a rendimientos de 160 tn/ha en el fundo Lobo, y debemos de enfocarnos en incrementar el valor actual en el fundo Montelima, que se acerca a 130 tn/año, o en todo caso ver posibilidad de incrementar mayor cantidad de hectáreas de caña para asegurar la demanda.

2. La fábrica aún posee variabilidad en su eficiencia, que no permite recibir en forma constante y uniforme una cantidad determinada de caña mes a mes. Esto impacta en reprogramaciones de cosecha por exceso de demanda.

Capítulo IX: Programación de Operaciones Productivas

9.1 Optimización del Proceso Productivo

Para poder determinar las medidas de optimización del proceso productivo, se mostrará primero la secuencia o circuito que se manejará en la atención del proceso productivo de la caña, ver Figura 43.

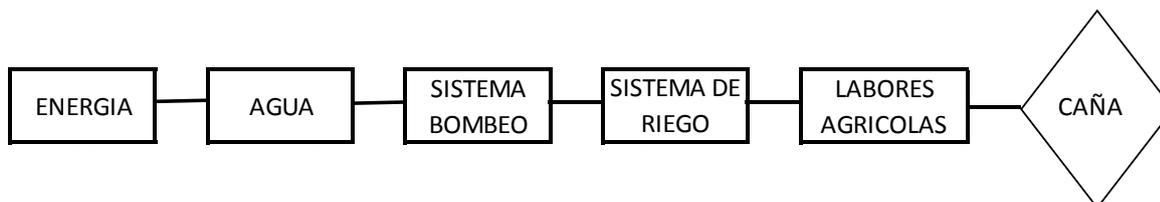


Figura 43. Secuencia de atención a caña.

La energía es básica para atender principalmente al sistema de bombeo necesario para habilitar agua y fertilizante a la caña. Esta es suministrada en baja tensión a todos los motores de riego y fertilización.

El agua es captada desde el río o canales previa coordinación con la población. Este corresponde al principal recurso necesario para la producción de la caña.

El sistema de bombeo corresponde a todas las bombas que impulsan el agua y el fertilizante habilitando energía a sus motores.

El sistema de riego corresponde a todas las tuberías y accesorios que salen desde la bomba hasta la última válvula de riego.

Las labores agrícolas inician desde la última válvula de riego hasta los goteros que alimentan a la caña, incluyendo las mangueras.

Estos cinco sistemas deben trabajar en forma conjunta –en serie– para poder atender la producción. Si uno de ellos falla, impactará definitivamente en la producción.

Para optimizar el proceso productivo, necesitamos conocer primero sus problemas que se detallan en la Figura 44

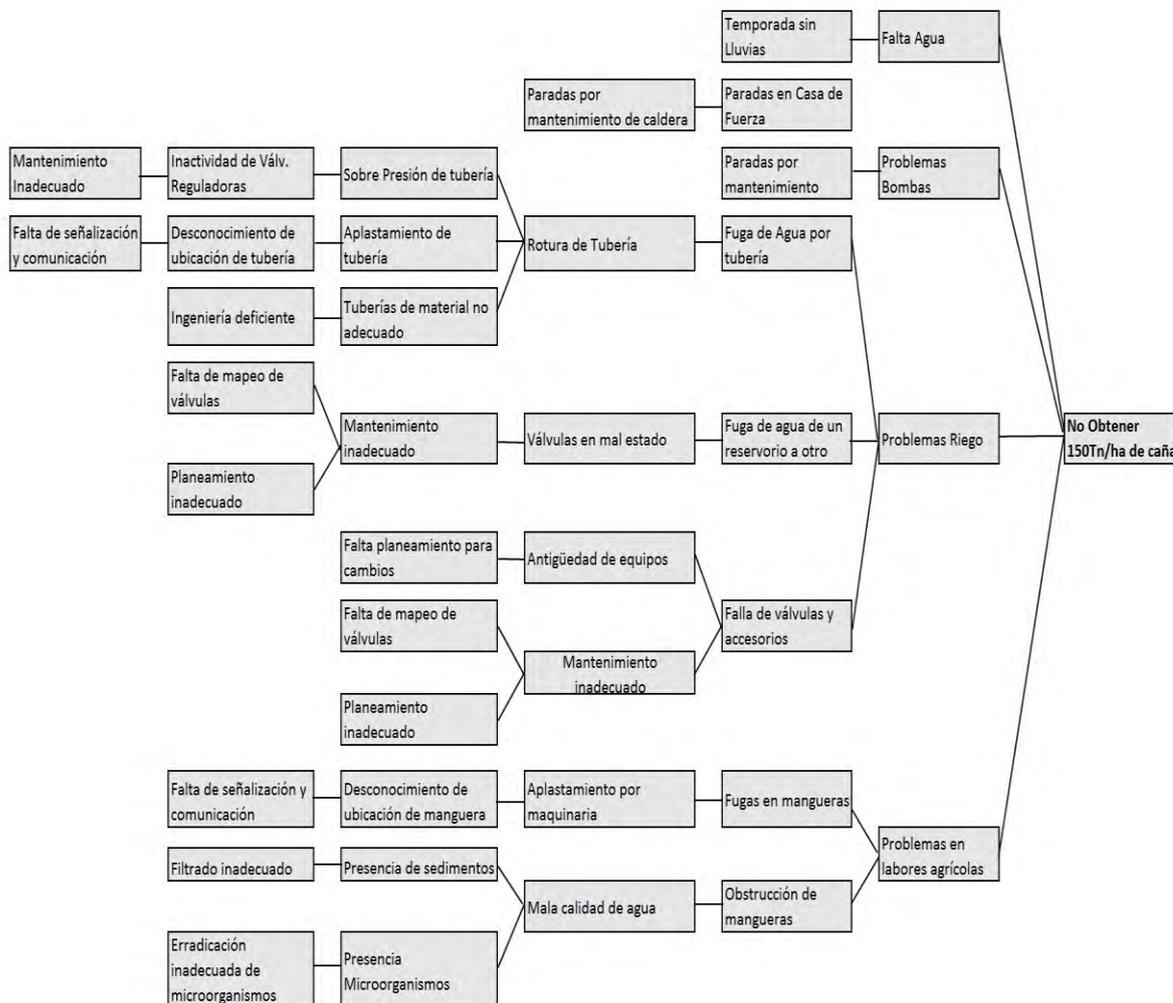


Figura 44. Árbol de causas de los diferentes problemas en el cultivo.

De la Figura 44, se deduce los siguientes puntos para optimizar el proceso:

1. Evaluar el plan de mantenimiento del sistema de riego.
2. Existen varios motivos por lo que las tuberías que transmiten el agua sufren daños; uno de ellos es la falta de señalización, que conlleva a que los vehículos transiten encima o cerca de tuberías de fibra o HDPE, que ocasionan rajadura o rotura de ellas.
3. Los proyectos que se generan deben tener controles de calidad.

4. El sistema cuenta con válvulas reguladoras de presión, que al no operar correctamente, dejan que el sistema tenga mayor presión que las adecuadas, rompiendo tuberías. También se tienen algunas válvulas que no cierran completamente o son difíciles de cerrar dado que no se les ha efectuado un mantenimiento preventivo adecuado.

5. Existen en el sistema de tuberías de agua, ciertas cantidades de agua y elementos extraños, que detienen bombas o hacen que estas pierdan su eficiencia, dado que no se cuenta con un sistema de rejillas de protección adecuados ni sistema de filtrado de agua adecuado.

6. Dentro de las labores agrícolas, existen también falla en mangueras de riego producida por atoramiento a causa de la presencia de arena y micro-organismos que atoran los goteros de riego. Esto es debido a un inadecuado sistema de filtrado de agua.

7. Parte de la energía eléctrica que consume Agrícola del Chira, es brindada por el área de Bioenergía de Caña Brava, cuyo equipo principal es la caldera. En varias ocasiones la energía es restringida al fundo Montelima por mantenimiento o falla de caldera.

9.2 Programación

Para la programación de las operaciones productivas, se requiere de una estrecha coordinación entre las áreas de producción, es decir, aquellas que efectúan las labores agrícolas.

La necesidad de agua, energía, y la operación del sistema de bombeo y riego, son generadas por la necesidad de producción, de tal modo que si en algún momento el sembrío no requiere de agua, no se programa la habilitación de este recurso. Por este motivo nos centraremos en las labores agrícolas, que pueden dividirse en cuatro frentes: trabajo de campo, trabajo de riego y fertilización, trabajo de mantenimiento de la maquinaria y control de plagas. A continuación pasaremos a analizar la programación de cada una de ellas.

9.2.1 Trabajos de campo

Estos trabajos corresponden a las labores de entable, resiembra, acomodo de caña, recojo de piedras de campo y alineamiento de manguera de riego en caso de manguera superficial. El proceso de entable está a cargo del supervisor de campo y consiste en la instalación de las mangueras de riego después de la cosecha; su trabajo radica básicamente en realizar la programación del uso de mano de obra. Para esta programación, es indispensable conocer el área que se tiene que intervenir. Esta actividad debe ser ejecutada dentro de los 10 días posteriores a la cosecha, con un ratio de 1,8 jornales/ha día. La cantidad de personas necesarias para este trabajo se programarán de acuerdo al área a trabajar.

El proceso de resiembra consiste en colocar plantas pequeñas de caña (plantines) en los lugares en donde no hay y su necesidad se mide de acuerdo al porcentaje de despoblamiento de caña en campo. Preventivamente, se planifica una cierta cantidad de plantines de resiembra por ha (aproximadamente 3,000 plantines/ha), y se siembra según lo que se encuentre en campo. La cantidad de personas que se designan para esta actividad es de dos personas por ha, y su ratio de siembra es de 1,500 plantines/persona al día. La programación del personal también está en función del área que se va a intervenir. Esta actividad se ejecuta 20 días después de realizado el entable esto es, 30 días después de la cosecha.

La actividad de acomodo de caña, consiste en dirigir la caña en los lugares de carretera para que no se vea afectada por las movilidades que transitan. Esta actividad se ejecuta al octavo mes de la cosecha con un ratio de 0.6 jornales/ha al día, y se efectúa una sola vez en el periodo fenológico.

En caso de uso de manguera superficial, se ejecuta el alineamiento de manguera, que consiste en asegurarse de que la manguera se encuentre pegada a las plantas. Esta se ejecuta dos veces dentro del periodo fenológico (a los 60 días y 100 días de vida de la planta).

Su ratio de atención es de 1,6 jornales/ha al día y la cantidad de personas depende del área a trabajar.

9.2.2 Trabajo de Riego y Fertilización

Estos trabajos corresponden a labores necesarias para la correcta nutrición de la planta mediante la aplicación de agua y fertilizantes. Esta actividad está a cargo del supervisor de riego y la programación que ejecuta depende del área en la que se aplicarán estos componentes. Para la programación de estos trabajos, la podemos dividir en 3 zonas:

Zona de fertirriego: lugar en donde se realiza la mezcla de fertilizante y agua para ser diluido y enviado por bombas al campo. En esta zona se aplican los siguientes fertilizantes: Nitrógeno (desde el día 20 al día 120 después del entable); Fósforo (desde el día 10 al día 30 después del entable) y Potasio el día 5 (después del entable). Mediante la revisión de la fecha de entable y las áreas que ingresan a fertilización, se programan estas actividades con dos personas, que recorren las cuatro zonas de fertirriego para realizar las mezclas. Estas dos personas son las únicas contratadas para esta actividad en todo el fundo Montelima.

Zona de bombeo de agua: el bombeo se efectúa con bombas de riego desde un reservorio. El envío de agua se realiza desde el entable hasta antes del ingreso a la etapa de agoste. Se cuenta con 5 centros de bombeo y en cada lugar se encuentra un encargado que, en coordinación con los supervisores, enciende y apaga bombas. Tienen presencia las 24 horas del día.

Zona de cultivo: lugar a donde mediante goteo llegan el agua y los fertilizantes. En la zona de cultivo se encuentran los capataces y los regadores. Los capataces son los que coordinan y monitorean las labores de los regadores. Estos, por su parte, son los encargados de asegurar que llegue agua y fertilizante a las plantas según lo programado. En total, se tienen 11 regadores en fundo Montelima y su ratio de atención al cultivo es de 40 ha/día. Ellos revisan que no existe obstrucción de manguera, inyectores de agua en mal estado,

desgaste de goteros, etc. Su control principal lo realizan a través de la revisión de las válvulas sostenedoras, mediante la verificación de las presiones; si se tiene una presión mayor a la que debería ser, es un indicador de que las mangueras se encuentran obstruidas o no activaron algunas parcelas. Si se tiene una presión menor a la que debería ser, es un indicador de que existe una fuga, se está regando más zonas de la que debería ser o existe desgaste de goteros por donde sale mayor cantidad de agua de lo normal. En caso se encuentren alguna de estas condiciones, los regadores ingresan al campo a corregir las fallas.

9.3.3 Trabajo de Maquinaria

Encargado principalmente del movimiento de tierras después de la cosecha y el enterrado de broza. La cantidad de maquinaria utilizada depende de los m² de área a ser intervenido y del tipo de terreno (existen zonas arenosas y otras arcillosas). Aunque se cuenta con maquinaria propia en ocasiones es necesario el alquiler de más maquinaria. Su principal trabajo lo realizan dentro de los 10 primeros días después de la cosecha, para luego pasar al proceso de entable.

9.3.4 Trabajo de control de plagas

Estos trabajos corresponden a aplicaciones de Agroquímicos y otros para controlar la aparición de plagas. Esta actividad está a cargo del supervisor de Sanidad Vegetal y la programación que ejecuta depende del tipo de plaga que se va a atacar. Existen dos aplicaciones preventivas que se ejecutan a los plantines: La primera es al día 20 del entable para el control de nematodos (parásitos de raíces) mediante la aplicación de Paiselomises y al día 30 del entable, la segunda es aplicación de trampas de melaza para el control de elasmopalpus que es un tipo de polilla que pone huevos en el tallo y lo mata. Preventivamente también se hacen inspecciones en campo a partir del día 30 y se repite cada 20 días hasta que la planta tenga 240 días, para verificar la presencia de plagas como el pulgón y los ácaros (que atacan la hoja) y la diatraea (que ataca los tallos).

9.4 Gestión de la Información

En Agrícola del Chira, se cuentan con tres sistemas utilizados para la gestión de la información: SAP, BIOSALC y QLIKVIEW. El sistema SAP es un conjunto de aplicaciones con el fin de integrar muchas o todas las funciones de la empresa. Es un sistema integrado, lo que significa que una vez que la información es almacenada, está disponible a través de todo el sistema, facilitando el proceso de transacciones y el manejo de información.

Los diferentes módulos que componen el sistema SAP son:

1. Finanzas
2. FI (Gestión financiera)
3. CO Controlling o (Contabilidad de costes)
4. EC Controlling (Corporativo)
5. IM (Gestión de inversiones)
6. TR (Tesorería)
7. Logística
8. LO (Logística general)
9. SD (Ventas y Distribución)
10. MM (Gestión de Materiales)
11. PP (Planeamiento de la producción)
12. PM (Mantenimiento)
13. QM (Control de calidad)
14. PS (Sistema de control de proyectos)
15. WM (Gestión de almacenes)
16. Recursos Humanos
17. PA (Administración de personal)
18. PD (Desarrollo y planificación personal)

19. IS (Solución vertical para industrias)

El sistema de información BIOSALC permite registrar toda la información de campo que se obtiene en el proceso productivo de la caña para poder almacenarla y tratarla. Los datos que se ingresan se resumen en la Figura 45.

El sistema informático QLIKVIEW permite analizar los datos que se obtienen a través del SAP y BIOSAL con gráficas, tendencias, cuadros, etc. En la Figura 46 se observan todos los ítems que podrían ser analizados y en la Figura 47 se puede observar el análisis de uno de esos ítems: Avisos de Parada.

9.5 Propuestas de Mejora

1. Reubicar las rutas de los equipos móviles que circulan en zonas cercanas a tuberías para evitar rotura de ella, y colocar señales con las que se indique la presencia de tubería enterrada. En el año 2017 se han tenido 4 eventos de éste tipo, con paradas de 3 días cada uno, dejándose de regar un aproximado de 12 días. Para evaluar los impactos en costos, se contempla el alquiler de una bomba por la misma cantidad de días, haciendo un total de \$4,000.00 que pudo haberse ahorrado.

2. Uno de los problemas que se tiene en los fundos es la falta de mantenimiento de válvulas en general. Algunas válvulas no cierran completamente o son difíciles de cerrar dado que no se ha efectuado un mantenimiento preventivo. Esta situación procede de la falta de planeamiento para la intervención de válvulas. Tampoco se tiene un mapeo del tiempo de vida de cada uno de estos equipos, por lo que se debería planificar adecuadamente la intervención de estos equipos. El 2017, en el centro de bombeo la Chira, se tuvo que detener 16 bombas por un periodo de 3 días por no poder independizar equipos al no tener las válvulas operativas. Tomando como referencia el costo de alquiler de 1 bomba de éste tipo de \$8,000.00 al mes, se hubiera podido ahorrar \$12,800.00 en impactos.

988 - BIOSALC Agrícola

Definiciones Planificación Báscula/Calidad Servicios Control Agronómico Recomendaciones Consultas Interfaces Logística

Análisis Clima PreCosecha Fases Visitas Proyectos Reportes Importación TAG

Control Agronómico

Tipos de Análisis

Digitar

Opciones

Código	Descripción
CHI_RIEGO	CUMPLIMIENTO DE RIEGO Y FERTILIZACIÓN
CHI_PRG_RF	PROGRAMA DE RIEGO Y FERTIRRIGACIÓN -MARGEN
CHI87	APLICACIONES DE VINAZA
CHI86	DOSIFICACION DE CORRECTORES DE AGUA
CHI85	ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA
CHI84	Evaluación de parasitismo
CHI83	CONTROL DE RETROLAVADOS
CHI82	INFESTACIÓN DE DIATRAEA (EIV COSECHA)
CHI81	INDICE POBLACIONAL DE DIATRAEA
CHI80	Evaluación Parasitismo en Diatraea
CHI79	Evaluación de Carbón
CHI78	ANÁLISIS PREDICTIVO DE BOMBA
CHI77	CARTILLA DE EVALUACIÓN - INCIDENCIA DE ROYA
CHI76	MEDICION DE PRESIONES Y CAUDALES POR FUNDO
CHI74	Evaluación de Pulgón
CHI72	Registro de aplicación de Nematocidas
CHI71	DETECCIÓN Y ERRADICACION DE CARBON
CHI70	MONITOREO NEMATOLÓGICO
CHI66	ASIGNACION DE BOMBA A EQUIPO
CHI61	PROGRAMA DE OPERATIVIDAD DE ELECTROBOMBAS ML
CHI60	EVALUACIONES BIOMETRICAS
CHI59	CONTROLADORES BIOLÓGICOS
CHI58	Registro de KC por etapa y cultivo
CHI52	ANALISIS DE CALIDAD
CHI48	ANALISIS DE AGUA ESPECIAL
CHI32	Análisis Foliar Físico-Químico
CHI30	Chrysopas Liberación
CHI24	% DE INFESTACION
CHI102	IDEALES BIOMETRICOS
CHI101	IDEALES NPK
CHI100	IDEALES BIOMETRICAS
CHI10	Captura Adultos Cyparissius
CHI02	ANALISIS FISICO

Proximo Anterior Diferenciar letras

:Análisis / Visita
 :Evaluación de actividades
 :Contempla el Trabajador
 :Controla Planta Cultivada

Figura 45. Modelo de registro de información BIOSALC.

Cumplimiento de Riego - Resumen	Cumplimiento Riego - Evolución	Cumplimiento Riego - Detalle	Cumplimiento Riego - Riego x Safra			
Cumplimiento de Fertilización.	Goteros - Resumen	Goteros - Distribución	Caudales - Evolución	Caudales - Análisis	Caudales - Detalle	
Caudales - Tabla	Caudales - Proceso	Avisos de Parada - Resumen	Avisos de Parada - Análisis	Avisos de Parada - Evolución	Avisos de Parada - Detalle	
Disponibilidad - Evolución	Disponibilidad - Comparación	Disponibilidad - Detalle	Mtto. Resumen	Mtto. Comparación	Mtto. Periodos	Mtto.Fundo
Actividades sin Notificar	Mano de Obra - Jor/Ha Acumulados	Producción	Biometría	Datos Metereológicos	PBs - Presupuesto base	Maquinaria
Acaro - Resumen	Acaro - Distribución	Acaro - Evolución	Acaro - Detalle	Pulgón - Resumen	Pulgón - Distribución	Pulgón - Análisis
Pulgón - Evolución	Pulgón - Detalle	Diatraea II - Distribución	Diatraea II - Evolución	Diatraea II - Detalle	Diatraea IP - Resumen	
Diatraea IP - Distribución	Diatraea IP - Evolución	Diatraea IP - Detalle	Diatraea PC - Detalle	Grado Roya - Distribución	Incidencia Roya - Distribución	
Grado & Incidencia Roya - Evolución	Grado & Incidencias Roya - Detalle	Dias de Entable - Evolución	Dias de Cosecha - Evolución			
Dias de Entable y Cosecha - Detalle	Mano de Obra - Avances y Rendimientos.	Ordenes Mtt. Listado	Análisis Predictivo de Bombas			
Maqueta Costos - Resumen	Maqueta Costos - Detalle	Maqueta Costos - Gráficos	Maqueta Costos - Ordenes	Maqueta Costos - Resumen Plantilla		
Maqueta Costos - Detalle Plantilla	Maqueta Costos - Areas	Proyecciones mensuales - Recursos agrícolas	Maqueta Costos - Plantillas			
Análisis de calidad de la caña	Análisis de calidad de la caña - Dispersión	Matriz FODA - Areas y Objetivos Estratégicos	Matriz FODA - Resumen			
Matriz FODA - Detalle	Matriz FODA - Resultados	Avisos de Parada - Autores/Creadores	Diatraea II - Comparación			

Figura 46. *Ítems que podrían ser analizados por el sistema informático QLIKVIEW.*

3. Instalar un sistema de rejillas de protección a cada bomba con costo aproximado de \$200.00 por bomba, para que evite que elementos extraños como las algas u otros elementos, no ingresen al sistema. Esto va a permitir que las bombas de agua no sufran atoramientos por obstrucción. En el 2017, la cantidad de bombas que se tuvieron que detener para aperturarlas debido al ingreso de elementos extraños, fueron de 10 bombas, por un promedio de 1 día de parada. Tomando en cuenta el alquiler de una bomba por \$180.00 al día, y el costo de mano de obra para desmontaje, revisión, armado y montaje de bomba es de \$800.00; se pudo haber

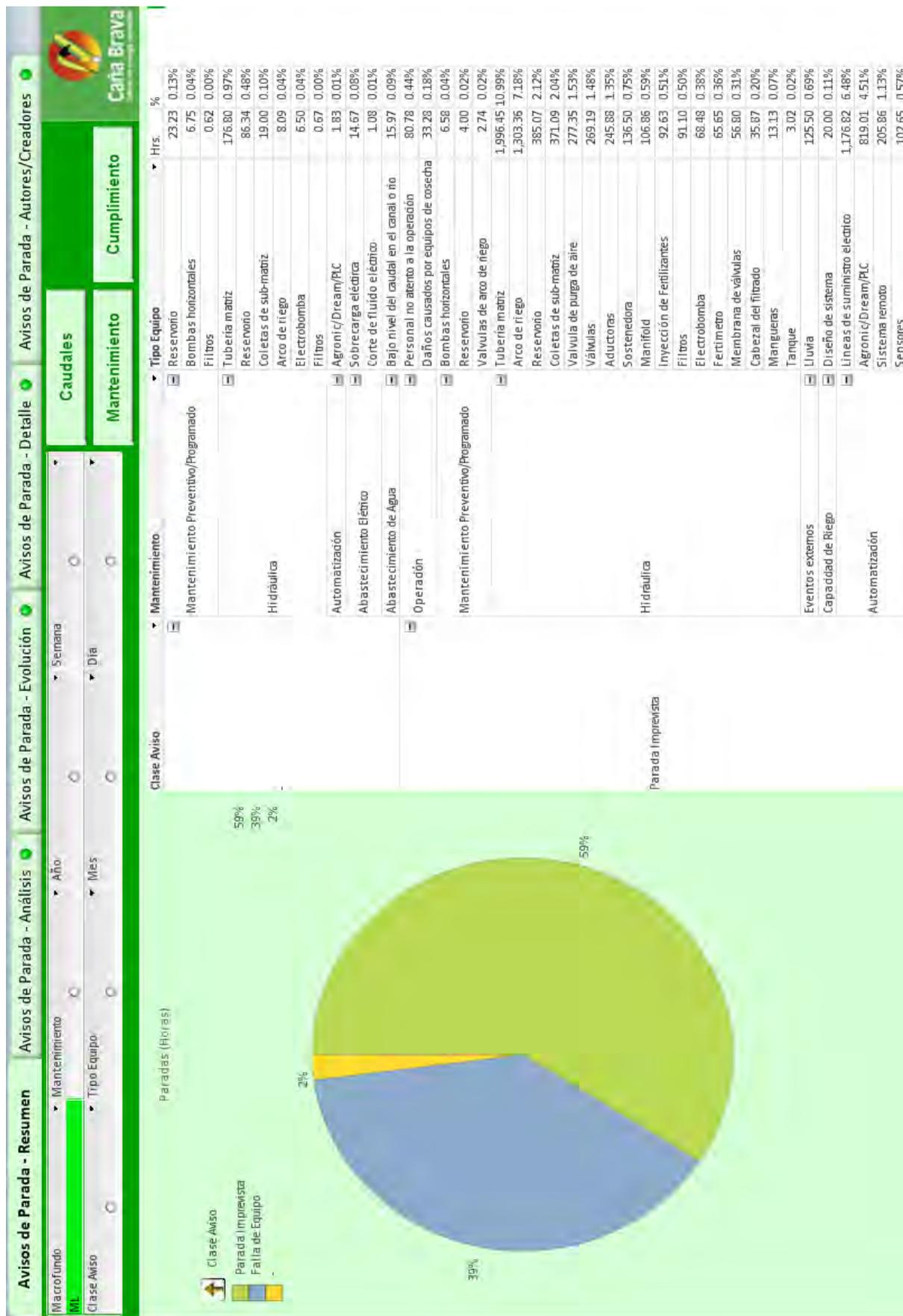


Figura 47. Modelo de Avisos de Parada.

ahorrado \$7,800.00 en éstos eventos.

9.6 Conclusiones

1. Basta que uno de los elementos como la energía o el agua, o cualquiera de los sistemas de bombas o riego, fallen, las labores agrícolas se van a ver perjudicadas directamente. Todos estos sistemas se encuentran en serie por lo que es necesario que todos funciones para poder cumplir el objetivo de la producción eficiente del Etanol.

2. En la actualidad los problemas que aparecen en el proceso de producción de caña son repetitivos, y al parecer no se llega a una solución definitiva para erradicarlos. El liderazgo para afrontar estos problemas debe incrementar, dando mayor seguimiento y comprometiéndose con fechas reales de levantamiento de observaciones, llevando un control de la ejecución de cada una de ellas y revisando frecuencias del comportamiento de cada una de las fallas.

3. Se debería tener una persona para todos los fundos que solo se dedique a analizar fallas, al seguimiento a planes de acciones y realice mejoras continuas.

4. Se cuenta con sistemas informáticos como el quilkview, sap y biosal bastantes bondadosos, en el sentido en que permiten registrar datos para tomar adecuadas decisiones y que ayudan en el proceso de planeamiento de actividades y muestra de datos respecto a los resultados en los diferentes procesos, pero mientras no se alinee con el control de fallas, este sistema no va a ser suficiente para el cumplimiento de objetivos.

Capítulo X. Gestión Logística

10.1 Diagnóstico de la Función de Compras y Abastecimiento

En la empresa Agrícola del Chira, existe un proceso definido para realizar la función de compras y abastecimiento. Son varias áreas que interactúan entre ellas para poder llevar a cabo esta actividad.

1. El proceso de compra nace con la necesidad de adquisición de algún producto. Todo elemento o componente que se quiere adquirir debe estar debidamente catalogado. Se cuenta con el sistema informático SAP. En él se puede visualizar toda la lista de componentes con los que trabaja el Grupo Romero con sus respectivos códigos de producto. En caso de que el producto no esté catalogado, se genera una solicitud por parte del asistente de fundo, completando una ficha con toda la información necesaria sobre producto a adquirir, y enviándola al área de catalogación del grupo Romero, para la generación del código y su inclusión en el catálogo.

2. Una vez catalogado el producto, el siguiente paso es la generación de la solicitud de pedido (SP), documento generado por el asistente de fundo en el que se plasma en el sistema Informático SAP la necesidad de compra de un producto. En dicha solicitud se especifican las unidades a comprar, el código SAP del material, persona quién solicita el producto, almacén en donde debe llegar el producto, etc. El área de compras recibe la SP y procede a cotizar el producto. Cuando se trata de un componente crítico, estas cotizaciones pasan al solicitante para que pueda visualizar y escoger el producto. Una vez definido, el área de compras genera una Orden de Compra (OC) que se carga al sistema SAP para proceder a la compra. Este proceso requiere de una serie de liberaciones en el sistema Informático, y su aprobación, dependiendo del monto, queda a cargo del supervisor, la Gerencia de Área, la Gerencia de

Fundo o la Gerencia General. Una vez aprobada por todos los niveles correspondientes, se procede a la compra.

3. El material, es recibido por el área de almacenes, que registra el producto una vez que ha llegado (previa verificación del solicitante en caso el componente sea crítico), y comunicando a las áreas respectivas de la llegada de las mismas.

4. Periódicamente proceden a calificar a todos los proveedores inscritos en la base de datos.

En este proceso, para acelerar la compra es común que el mismo solicitante proceda a cotizar el producto con algunas empresas, pero siempre en coordinación con el área de compras. De esta manera se evita la adquisición de un producto que no sea el deseado.

Existen componentes que son comprados puestos en almacén o puestos en tienda. Se pone bastante interés en revisar que el producto llegue a los almacenes en las mejores condiciones. Respecto a los tiempos de entrega, la empresa Agrícola del Chira trata de contactar a empresas que ofrecen este producto en el menor tiempo posible, dado que el objetivo es tener el producto *Just In Time*. En general, el proceso anteriormente descrito es el adecuado, pues no se encuentran muchos inconvenientes a la hora de adquirir el componente que se necesita.

10.2 La función de los almacenes

El área de almacén en Agrícola del Chira agrupa sus funciones en 4 grandes procesos:

1. Recepción: todos los componentes comprados deben de ser ingresados previamente al área de almacén antes de ser trasladados para su uso. La llegada de estos componentes son registrados en el sistema SAP y comunican al área solicitante su arribo.

2. Almacenamiento: estos componentes son guardados adecuadamente en RACKs.

Ante alguna duda sobre la calidad del producto o producto diferente al esperado, el personal

de almacén convoca al solicitante para que proceda a la verificación del producto antes de ser ingresado o almacenado.

3. Despacho: los materiales que el personal requiere son despachados en un cierto horario de trabajo (de 8:00 am a 12:00 m y de 2:00 pm a 5:00 pm), salvo alguna emergencia. Este despacho se puede efectuar de dos maneras diferentes: la primera es a través de la generación de reserva de producto: en este caso se genera un número de reserva para retiro del producto, siendo liberado, dependiendo del monto, por la supervisión, la Gerencia de Fundo o la Gerencia agrícola; y la segunda es cargar un material a una Orden de mantenimiento (OM): en este caso, se genera un número de OM para atender a un equipo cargando todos los materiales necesarios a ser retirados de almacén. Al igual que en el caso anterior, son liberados de acuerdo al monto por las distintas gerencias.

4. Control de inventario: el área de almacén informa periódicamente a todos los consumidores, respecto de la lista de todos los elementos encontrados en almacén, y su tiempo de permanencia en stock: cantidad de repuestos con bajo nivel de rotación; costos incurridos por almacenamiento.

10.3 Inventarios

En toda empresa, uno de sus principales objetivos es reducir al mínimo posible los niveles de repuestos y tratar de conseguirlos en el menor tiempo posible, de acuerdo con la modalidad *Just In Time* (JIT). En agrícola del Chira, se ejecutan las siguientes acciones:

1. El área de almacenes involucra a los supervisores, que normalmente solicitan repuestos, a comprometerse con una fecha de retiro de elementos en stock. Se analizan asimismo los casos de repuestos que, por no ser utilizados por mediana frecuencia, salen a venta.

2. Se cuenta con un sistema de control de MRP para elementos críticos y de alta rotación.

3. En forma periódica, se tienen reuniones con las gerencias para ver el comportamiento de curvas de costos por materiales almacenados.

10.4 La Función de Transporte

Para Agrícola del Chira, no todos los proveedores entregan los productos en sus almacenes. Muchos de ellos los entregan en tienda, tanto locales como en ciudades diferentes a Piura.

Para la entrega de productos fuera de la ciudad de Piura, se cuenta con una empresa de transportes contratada para este servicio, que se encarga del traslado de los materiales hasta su recepción en los almacenes de Agrícola del Chira, solo los días martes y viernes. Para las empresas locales, son los días lunes, miércoles y jueves.

El embalaje también es generado por la misma empresa de transporte, pero en algunas ocasiones y para dar mayor rapidez al traslado, se contrata un tercero que embala los equipos.

El transporte consiste básicamente en camiones que para en caso de cargas pesadas, se debe de contar en almacén con sistemas de izaje que ayuden a bajar la carga.

10.5 Definición de los principales costos logísticos

En Agrícola del Chira, los costos logísticos se dividen en tres áreas:

1. Gestión de compras: corresponde a costos en trámites administrativos, costos que se pueden incurrir por inadecuada selección de proveedores, mala recepción, costos por compra de un equipo inadecuado, etc.

2. Gestión de stocks y almacenes: corresponden a los gastos operativos, costos de inventario, embalaje, inversiones y retornos en tecnología de la información, costos de mantenimiento, costos de obsolescencia, costos de renovación, costos de mano de obra dentro de almacén, cantidad económica de pedido, costo de manipulación, etc.

3. Gestión de transporte: el movimiento de las mercancías desde su origen hasta sus respectivos destinos constituye en la mayoría de los casos uno de los componentes más

Material	VALOR USD	Stock	Un	Observación	
807976	PLACA SOPORTE D 60011 POS 11	4,484.62	8.00	UND	Vender
70011421	EJE I4S, L4S C (EJE CORTO) - HCE6006464	2,228.81	1.00	UND	Vender
70011423	IMPULSOR I10K-H/B - H711340034	2,043.13	1.00	UND	Vender
70010797	KIT SHAFT SEAL KID PN 25 - 4043095	812.16	2.00	UND	Vender
875368	CANASTILLA C/ESTRUCT. Y MALLA DE ACERO	790.90	1.00	UND	Vender
755668	KIT 1ra.ETAPA 4025875 BOMBA MULTI V 206	756.19	8.00	UND	Vender
70011440	RODAMIENTO UN 2228 ECML	723.70	1.00	UND	Vender
879386	BOCINA EJE 14 F HCB8001668	712.79	1.00	UND	Vender
853973	SELLO MECANICO P/BOMBA FS B-HYGIA-I-K	703.06	3.00	UND	Vender
819954	BRIDA LADO BOMBA 2 3/16" OU341B5400	690.04	2.00	UND	Vender
819931	PARRILLA DE RESINA POLIESTER REF (FRP)	683.77	1.00	PL	Vender
70010794	KIT STAGE KID 3RO - 4043102	616.40	2.00	UND	Vender
842577	IMPULSOR C02C-5.7T EN MATERIAL "316"	326.14	1.00	UND	Vender
70011429	LABERINTO L4+I4 - 02L117010041	274.64	1.00	UND	Vender
70018231	COMPLETE COUPLING 4019527	264.97	2.00	UND	Vender
748922	Acople PHE F90 NR SKF	264.11	1.00	UND	Vender
70019642	PHE F120NRTYRE ELASTOMERO	214.41	3.00	UND	Vender
70010792	KIT STAGE KID 1RO - 4043101	199.69	2.00	UND	Vender
844035	HC14840041 ANILLO DESGASTE 200	192.80	1.00	UND	Vender
834719	RESORTE 7.5X11 F,H,I,L-C (W)/S LS160014	191.29	20.00	UND	Vender
70017716	SHAFT EQUIPMENT NEXIS V16 / 4159088	187.70	3.00	UND	Vender
804983	Kit 1ra. Etapa 4025887	184.69	2.00	UND	Vender
70011430	LABERINTO M.S H4-I-L - HC18540041	166.82	1.00	UND	Vender
CC15010055	Aceite Morlina 10 Shell	163.71	3.00	GAL	Vender
70011412	BOCINA EJE I+L-S - HCB8002866	162.88	1.00	UND	Vender
877313	NIPLE NPT 1/2" X 1. 1/2" JIC 1220111500	146.91	4.00	UND	Vender
70016428	KIT DE EQUIPO DE EJE - 4043093	146.01	2.00	UND	Vender
868811	EMPAQUETADURA B TIPO L (LS040003)	135.13	2.00	UND	Vender
70010796	KIT OTHER STAGE KID - 4043106	126.68	2.00	UND	Vender
760263	SELLO 1 1/8 T 43	1,384.72	2.00	UND	Vender
734949	GRASA SKF LGEP 2/1	124.31	4.00	BLD	Vender
748342	ACOPLE FLEXIBLE TG 1080	1,990.26	4.00	UND	Vender
880397	ORING DE NITRILO DELANTERO NHVRINGN1	273.14	4.00	UND	Vender
880398	ORING DE NITRILO POSTERIOR NHVRINGN12	375.15	6.00	UND	Vender
70002566	COPE FLEXIBLE TG 1090 IS060057	5,559.66	8.00	UND	Vender
70002567	COPE FLEXIBLE TG 1080 IS60056	1,049.20	2.00	UND	Vender
70003228	GRID DE ELEMENTO FLEXIBLE TG 1080 IS0600	150.68	1.00	UND	Vender
833102	VALVULA VENDEO G3/8" 4005764	177.12	8.00	UND	Vender
833103	TAPON DE DRENAJE G3 / 8 "4005762	372.21	19.00	UND	Vender
847321	BACK PLATE PIN	5.54	2.00	UND	Vender
847322	WINK NUT	252.77	2.00	UND	Vender
806847	Impulsor 32-160L # 5.7T	377.31	2.00	UND	Vender
884446	COLLARIN 80L C0-216-D	221.40	4.00	UND	Vender
831423	IMPULSOR D04Q-EMN CONO 28 MATERIAL SP 80	806.44	1.00	UND	Vender
834717	CHAVETA 14 X 9 X 38 DIN 6880 HCCX005066	227.74	1.00	UND	Vender
868812	GUIADOR C2C-5 (HC13990041)	142.68	2.00	UND	Vender
839639	VENTING VALVE G 3/8" BOMBA SALMSON 40057	43.67	2.00	UND	Vender
748253	Empaq. Teflonada 3/4"	210.60	1.00	KG	Vender
		32,338.75			

Figura 48. Lista de Repuestos de Bombas Obsoletos.

importantes del costo logístico. Los costos de transporte están relacionados con los orígenes y destinos, las mercancías, la modalidad de transporte empleada y el peso o volumen de mercancías transportadas y tienen la característica de comportarse de forma discontinua para una etapa determinada.

10.6 Propuesta de Mejoras

1. El control de materiales obsoletos dentro de los almacenes es deficiente. Se tiene aún alguna cantidad de materiales que pertenecen a equipos que ya fueron dados de baja y no tienen similares en operación. La propuesta de mejora consiste en la venta de repuestos obsoletos, que involucra un costo de \$32,338.00, según Figura 48.

2. Para evitar costos de almacenes y tener componentes disponibles para ser usados (just in time) se debe negociar con diferentes proveedores para contar con repuestos en consignación, con la oportunidad de tener gran cantidad de repuestos, principalmente los de alta rotación y críticos. Esto nos permitirá mantener alta disponibilidad de equipos por tener a la mano los repuestos necesarios, sin incurrir en costos adicionales de embalaje, transporte, tiempo, etc. En promedio de los últimos años, son 12 equipos de bombeo anuales que han tenido que estar sin trabajar aproximadamente 4 días debido a la falta de repuestos en almacenes. Haciendo un comparativo de alquiler de bomba por éste periodo, con un costo de \$4,500.00 se hubiese evitado el impacto de \$7,200.00

10.7 Conclusiones

1. La empresa agrícola del Chira tiene gestionado adecuadamente todo su sistema de almacenes con un control adecuado propio del grupo Romero. Poseen áreas de almacenamiento en cada uno de sus fundos con una persona responsable en cada una de ellas, que permite que la atención sea rápida y adecuada; esta atención se efectúa en horario administrativo.

2. Utilizan adecuadamente el sistema informatizado SAP para poder verificar las liberaciones de los materiales antes de ser entregados, y es una de las pocas áreas dentro de la empresa que realiza encuestas de calidad de trabajo, solicitando adicionalmente *feedbacks*.



Capítulo XI: Gestión de Costos

11.1 Áreas de actividades de producción

En Agrícola del Chira se cuenta con un área de costos en la que se centraliza toda la información que corresponde a los costos involucrados de la empresa. Se cuenta también con un sistema informático en SAP a donde se ingresa la Data de Órdenes de trabajo y todos los costos involucrados en la producción de la caña.

La empresa divide sus actividades de producción agrícola en tres grandes áreas:

1. Área de Bombas: a ella corresponden los costos asignados a todas las bombas tanto de riego como de fertilización. Está conformado por un solo sistema, llamado sistema de bombas.
2. Área de Riego: a ella corresponde todo el sistema de tuberías, filtrados y accesorios necesarios para transportar el agua y fertilizantes hacia las diferentes zonas de cultivo. Está conformado por los sistemas de automatización, de fertilización y de riego.
3. Área de Producción: al que corresponde la inyección de agua y fertilizantes de la forma correcta al cultivo.

A su vez, el área de Producción está conformada por los siguientes subsistemas o agrupadores:

1. Agua (AG): corresponde a los m³ de agua aplicada.
2. Agroquímicos (AQ): corresponde a todos los productos químicos aplicados a la planta que no son fertilizantes y mantienen o conservan el cultivo.
3. Controladores Biológicos (CB): que son los controladores de plaga.
4. Correctores (CO): encargados de mantener el agua en buen estado.
5. Energía (EN): encargado de dotar de energía necesaria para la activación de los sistemas de bombeo de agua y fertilizantes.
6. Fertilizantes (FE): corresponde al abono aplicado a la planta.

7. Labores Mecánicas (LM): labores que corresponden a Maquinarias, como el enterrado de broza, el traslado de fertilizante o la preparación de terreno.

8. Mano de Obra: corresponde a la mano de obra de las áreas de bombas, de riego y de producción.

9. Resiembra: actividad que se ejecuta cuando se realiza el cambio de cogollo.

11.2 Costeo por órdenes de trabajo

El costeo por órdenes de trabajo es aplicado por las áreas de bombas y riego y se maneja mediante dos clases de órdenes: orden de mantenimiento (OM) y orden de servicio (OS), que son registrados en el sistema informático SAP. Respecto a la orden de mantenimiento (OM), los costos se generan a partir de las reservas de materiales, en donde se cargan todos los materiales que van a ser utilizados, a la OM generada. Estas son ejecutadas por personal propio y sus costos pasan por un proceso de liberación por las gerencias de acuerdo al monto de reserva antes de ser ejecutadas. En esta clase de orden no se cargan los costos de mano de obra.

Respecto a la orden de servicio (OS), sus costos son generados por trabajos realizados por personal externo, es decir, por personal que no pertenece a la empresa. En ella se cargan los materiales a partir de una reserva, liberados por las gerencias de acuerdo a sus montos.

Tanto las OM como las OS son cargadas a los equipos en los que se efectúan los trabajos, para poder dar un seguimiento del comportamiento de los costos que se incurren en cada uno de ellos. Esto también nos permite elaborar indicadores de comportamiento de equipos respecto a los costos involucrados. En la Figura 49 se especifican los costos en el fundo Montelima, con las órdenes de trabajo generadas en el 2016 y 2017 con cierre en el mes de septiembre.

Area	Sistema	Ordenes Trabajo	Real	
			2016-Dic	2017-Set
BOMBAS	SISTEMA DE BOMBEO	Ordenes Manto.	23,017	61,235
		Ordenes Serv.	94,322	125,920
RIEGO	SISTEMA DE AUTOMATIZACION	Ordenes Manto.	6,780	3,507
		Ordenes Serv.	-	-
	SISTEMA DE FERTILIZACIÓN	Ordenes Manto.	3,256	746
		Ordenes Serv.	279.36	-
	SISTEMA DE RIEGO	Ordenes Manto.	131,067	92,872
		Ordenes Serv.	81,552	120,737.75
		Costos USD	340,273	405,018

Figura 49. Gastos de Mantenimiento. Área de Riego y Bombas. Fundo Montelima.

11.3 Costeo Basado en Actividades

Este tipo de costeo es aplicado por el área de producción, es decir, el área que establece, monitorea y controla la correcta habilitación de agua y fertilizante a la caña, y en ella los costos se asignan mediante reservas por la actividad a ejecutarse directamente en cada zona de cultivo. En la Figura 49, se muestran todas las actividades que se generan en el área de producción de caña.

La suma de los costos de las tres áreas corresponde al costo total de producción. En las Figuras 47 y 48, no se están contemplando los costos administrativos, movilidades, etc. Existen adicionalmente los costos de inversiones, que se manejan por documentos denominados API (Aprobación para Inversión) aprobados previamente por la gerencia general y que corresponden a cualquier implementación de mejora o cambios, que se aplican a cualquiera de las tres áreas. Estos costos pueden comprender una orden de compra o una orden de servicio, cuyo monto no se carga ni al área de bombas, riego o producción, sino directamente al código generado como inversión.

Suma de USD		Año	2016	2017	Total general
Rubro	Grupo				
= AG	AG - Agua		275,928.42	269,495.39	545,423.81
= AQ	AQ - Agroquímicos		215,655.50	119,083.26	334,738.76
= CB	CB - Controladores Biológicos		71,790.20	57,002.00	128,792.20
	LM - Sanidad Vegetal		14.18		14.18
	MOF - Sanidad Vegetal		4,282.64	3,546.84	7,829.48
	MOV - Preparación y limpieza de campo pre y post cosecha		9.19		9.19
	MOV - Sanidad Vegetal		51,979.81	43,865.78	95,845.59
= CO	CO - Correctores		153,244.19	131,316.18	284,560.37
= EN	EN - Energía		540,625.21	476,262.43	1,016,887.64
= FE	FE - Fertilizantes		405,516.73	299,590.75	705,107.48
= LM	LM - Enterrado de Broza		27,379.72	96,786.51	124,166.23
	LM - Labores Agrícolas		1,497.24		1,497.24
	LM - Mantenimiento de Fundo		2,342.37	2,996.64	5,339.01
	LM - Mantenimiento de Sistema de riego		6,300.28	1,235.02	7,535.30
	LM - Maquinaria Agrícola		113,586.40	140,261.00	253,847.40
	LM - Preparación de Terreno		781.32		781.32
	LM - Preparación y limpieza de campo pre y post cosecha		6,211.88	8,882.13	15,094.01
	LM - Recojo ,Tendido y Movimiento de manguera			2,263.98	2,263.98
	LM - Siembra		8,655.64		8,655.64
	MOV - Labores Agrícolas		7,612.03	25,359.19	32,971.22
	MOV - Maquinaria Agrícola		4,129.24	5,872.64	10,001.88
= MO	MOF - Mantenimiento de Fundo		22,841.91	7,619.13	30,461.04
	MOF - Mantenimiento de laterales de riego		54,521.37	43,295.31	97,816.68
	MOF - Mantenimiento de Sistema de riego		131,660.25	73,593.61	205,253.86
	MOF - Mantenimiento de Tractores y Vehiculos		12,158.77		12,158.77
	MOF - Mezcla de fertilizantes		3,571.50	5,308.24	8,879.74
	MOF - Operadores del Sistema de riego		136,492.25	86,142.25	222,634.50
	MOF - Regadores		65,210.21	65,828.82	131,039.03
	MOF - Supervision de Labores		12,628.30	7,327.38	19,955.68
	MOV - Aplicacion manual de agroquímicos y fertilizantes		38,281.82	10,438.06	48,719.88
	MOV - Enterrado de Broza		10,374.55	3,735.65	14,110.20
	MOV - Evaluacion de Ensayos		1,313.32		1,313.32
	MOV - Evaluaciones Biometrica - Pre cosecha		23,230.90	19,345.26	42,576.16
	MOV - Labores Agrícolas		91,263.24	72,424.68	163,687.92
	MOV - Mantenimiento de Fundo		27,004.68	19,328.62	46,333.30
	MOV - Mantenimiento de laterales de riego		41,227.50	41,892.86	83,120.36
	MOV - Mantenimiento de Sistema de riego		17,520.19	23,370.81	40,891.00
	MOV - Mezcla de fertilizantes		485.97	973.10	1,459.07
	MOV - Preparación de Terreno		-485.40		-485.40
	MOV - Preparación y limpieza de campo pre y post cosecha		87,017.80	59,489.89	146,507.69
	MOV - Recojo ,Tendido y Movimiento de manguera		335,903.40	131,513.76	467,417.16
	MOV - Siembra		497.37		497.37
= SE	LM - Resiembra		4,202.47		4,202.47
	LM - Resiembra con plantines			1,030.73	1,030.73
	MOV - Resiembra con estacas		157,256.13	31,926.89	189,183.02
	MOV - Resiembra con plantines		44,230.56	62,090.79	106,321.35
	MOV - Siembra		1,020.77		1,020.77
	SE - Semilla		93,310.24	98,754.42	192,064.66
= SR	MOV - Siembra		3,129.85		3,129.85
	SR - Siembra		386.54		386.54
Total general			3,313,798.64	2,549,250.00	5,863,048.64

Figura 50. Gastos de Mantenimiento en el área de producción. Fundo Montelima.

11.4 El Costeo de Inventarios

Corresponde a los costos de flete, transportes, recepción, mantenimiento, costo de espacio y costo de entrega de los materiales que ingresan a almacén.

En agrícola del Chira los costos de flete y transporte se asignan directamente al equipo comprado, esto es, si el equipo es puesto en tienda, el costo de colocarlo dentro de los almacenes se carga al equipo y se refleja al momento de ser retirado, por lo tanto este ítem no afecta a los costos de inventario.

Respecto a los costos de recepción de equipos, estos son ejecutados por personal de almacén, cuyos costos se cargan a mano de obra general del personal y no impacta en costos de inventarios. En cuanto a los costos de espacio, en Agrícola del Chira no se toman en cuenta, es decir, que el costo de tener almacenado un equipo no se refleja como costo para la empresa, como tampoco se reflejan los costos de entrega, dado que cada usuario retira los componentes desde Almacén.

Por otro lado, todo equipo almacenado está sujeto a depreciación conforme pasan los años. En el caso de agrícola del Chira no existe depreciación del activo, y su costo es el mismo si se retirase de almacén en ese momento o varios años después, por lo que el costo de Inventario se podría considerar como cero en la empresa Agrícola del Chira.

11.5 Propuesta de Mejoras

Los costeos por órdenes de trabajo (OM) representan los costos más altos de la empresa, principalmente por los nuevos componentes a instalar propios de cada actividad. Estos repuestos son adquiridos directamente del fabricante, y representan costos elevados por tener la garantía del equipo dentro de año. Los costos de éstas órdenes de trabajo se van a reducir si es que dichas piezas a utilizar son fabricadas por otras empresas con el mismo material, características y cualidades, que se instalarían después de 1 año, cuando la garantía del fabricante por falla del equipo, ya haya pasado. En la Figura 51 se presenta cuadro comparativo del ahorro al año con piezas de alta rotación.

CODIGO SAP	CODIGO HIDROSTAL	DESCRIPCION	MATERIAL	CONSUMO ANUAL	COSTO FABRICANTE (US\$)	COSTO TALLER	AHORRO (US\$)
844034	HC14620041	ANILLO DESGASTE 150	A48CL30	16	151.20	150.00	19.20
844035	HC14840041	ANILLO DESGASTE 200	A48CL30	15	172.80	170.00	42.00
70003441	HC1H080045	ANILLO DESGASTE B16C	COR 13-4	30	448.80	344.00	3,144.00
884957	HC1E970051	ANILLO DESGASTE B16C IMPULSOR	A890-1B	32	515.20	328.00	5,990.40
829877	HC1C750051	ANILLO DESGASTE T12H	A890-1B	85	364.00	287.00	6,545.00
844043	HC1C740048	ANILLO DESGASTE T12H IMPULSOR	B585872	60	361.60	257.00	6,276.00
70004312	HC1E540049	BOCINA CAJAPRENSAESTOPA 1. 7/8X2. 1/2 X 95	B143-1A	7	402.40	350.00	366.80
70003443	HC29268053	BOCINA COL 1.15/16 X 3 RANURADA	C89835	26	525.60	360.00	4,305.60
829882	HC20592049	BOCINA DESCARGA 14 G L X AG	B143-1A	21	656.80	454.00	4,258.80
844065	HCB7000368	BOCINA EJE 1. 7/16	416	10	45.60	45.00	6.00
844066	HCB7000568	BOCINA EJE 1.11/16	416	15	70.40	70.00	6.00
70003440	HC1H150045	BOCINA EJE 2. 3/16X2.5/8X215	COR 13-4	50	582.40	219.00	18,170.00
835024	HCB8002666	BOCINA EJE 670 CONO 63	420	12	204.00	171.00	396.00
70004311	HC1E400045	BOCINA EJE PRENSAEST 1. 7/16-210MM	COR 13-4	8	643.20	187.00	3,649.60
70004992	HC20450049	BOCINA EJE PRENSAEST 1.11/16	B143-1A	4	280.00	187.00	372.00
70003437	HC1E090045	BOCINA EJE PRENSAEST 1.15/16-BARRICK	COR 13-4	38	483.20	296.00	7,113.60
844040	HC1C570045	BOCINA EJE PROTECTOR 1. 15/16	17-4PH	18	401.60	230.00	3,088.80
70003435	HC1C730053	BOCINA PRENSAEST 2. 3/8	C89835	10	241.60	218.18	234.18
70002565	HC13930049	BOCINA PRENSAEST 14	B143-1A	6	60.80	60.00	4.80
844042	HC1C730049	BOCINA PRENSAEST. 2.3/8	B143-1A	8	279.20	218.18	488.15
70003439	HC1F580053	BOCINA RED 4 X3 X2. 3/16	C89835	10	501.60	500.00	16.00
829883	HC20040049	BOCINA SUCCION 14 G	B143-1A	16	283.20	227.27	894.84
829873	HC20180049	BOCINA TAZON 14 G	B143-1A	106	123.20	106.06	1,816.78
844068	HCCM001868	COPL EJE 1. 15/16 (CON GUIA)	416	25	482.40	171.00	7,785.00
844070	HCCM003566	COPL EJE 1. 7/16	1045	15	39.20	39.00	3.00
70004954	HCCM001168	COPL EJE 1.11/16	431	10	77.60	75.00	26.00

75,018.54

Figura 51. Cuadro Comparativo del Ahorro al Año con Piezas de Alta Rotación.

11.6 Conclusiones

El costeo basado en actividades se aplica para los sistemas de bombeo y sistema de riego, cargando los costos a cada equipo, y esto nos permite llevar un adecuado control de gastos por equipo con una trazabilidad año tras año; también nos permite ver si un equipo está incurriendo en constantes intervenciones y los gastos que genera en cada uno de ellos; este es uno de los monitoreos que nos permite dar de baja a equipos.

En el área de producción, no es recomendable la aplicación de este tipo de costeo, dado que los únicos componentes que tienen son manguera y la misma caña. La mejor forma de control de costos en ésta área es por costeos basados en actividad, como se maneja actualmente. Esto permite llevar un control en costos de cada actividad que se realiza en las parcelas.

Capítulo XII: Gestión y Control de la Calidad

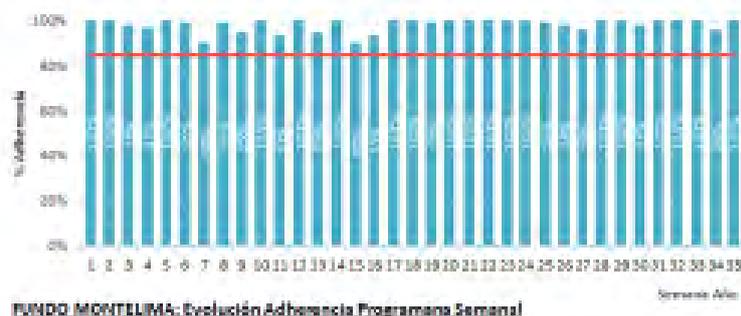
12.1 Gestión de la Calidad

La gestión de la calidad se efectúa desde las diferentes áreas que participan para poder tener la calidad óptima de caña. Se cuenta con sistemas informáticos (SAP y QLIKVIEW) en donde se ingresan todos los datos obtenidos en este proceso, facilitando el análisis y la obtención de reportes con los resultados de la gestión. Para poder obtener una caña de la más alta calidad, se debe llevar una adecuada gestión en las áreas de Bombeo de agua, Riego, Fertilización y Producción. El área de Bombeo posee indicadores que miden el sistema de gestión del área con indicadores como Disponibilidad, MTBF, MTTR, porcentaje de repuestos de baja rotación, cumplimiento en seguridad, porcentaje de cumplimiento de programa semanal, porcentaje de horas trabajadas y reportes de trabajos adicionales fuera de programa, ver Figura 52. Los resultados de estos indicadores son reportados semanalmente a la gerencia para su información. Los datos de esta data se obtienen principalmente del sistema SAP, de las Órdenes de mantenimiento y servicios generados.

La gestión de calidad del área de riego se efectúa mediante indicadores de cumplimiento de inyección de m³ de agua planeados frente a los ejecutados, cumplimiento de inyección de fertilizantes, proyectado en el sistema informatizado Qlikview, desde donde se puede monitorear el comportamiento de estos ítems con trazabilidad desde años anteriores, ver Figura 53.

Para el sistema de gestión de calidad en producción, se cuenta con las áreas de control de plagas, control de maleza y producción de insectos benéficos. Estas sub-áreas van a permitir que la caña no sea impactada negativamente en su desarrollo. El área de producción también cuenta con una trazabilidad del comportamiento de caña desde sus inicios y de años anteriores se puede analizar cómo es el comportamiento del fundo respecto a la producción. Para este fin también se utiliza el sistema informático Qlikview.

1.- ADHERENCIA SEMANAL SEM 35 – FUNDO MONTELIMA



2.- DISPONIBILIDAD SEM 35 – FUNDO MONTELIMA

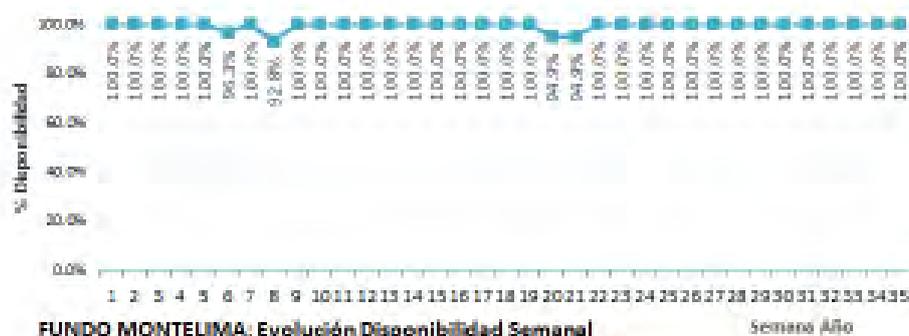


Figura 52. Evolución Adherencia y Disponibilidad Semanal.

12.2 Control de la Calidad

El control de la calidad de la caña se realiza a través de la “Biometría” y “Pre Cosecha” de la planta en donde se va controlando y monitoreando el crecimiento de la caña en todas sus fases. La calidad de la caña es también monitoreada desde el programa Qlikview. Las áreas de cultivo se dividen entre equipos y turnos (medidos en ha) para poder diferenciar áreas de monitoreo. Un turno equivale aproximadamente a 8 parcelas y cada parcela aproximadamente a 3.3 ha.

Respecto a la Biometría, el muestreo inicia 30 días después de realizado el entable con una frecuencia de muestras de una vez al mes. Se obtiene una muestra por cada media hectárea. En ella se controla la edad de la planta, el tallo por metro lineal (TML), así como su

longitud (L), tasa de crecimiento, diámetro del tallo, longitud de nudo (o distancia de un nudo a otro nudo en el tallo), número de nudos y riego aplicado, ver Figura 54.



Figura 53. Cumplimiento de inyección de fertilizantes. Programa Qlikview.

Biometría

Macrofundo: ML, Fundo: ML01-EQ01-TR01, Equipo: EQ01, Turno: TR01, Año de cosecha: 2017, Variedad: Caña Brava

Equipo - Turno	Área	Fecha de Cultivo	Edad	Fecha de Eval	Código de registro	TML (und/ml)	Longitud (cm)	Tasa de crecimiento (cm/día)	Diámetro (cm)	Longitud de Nudo (cm)	Número de Nudos (und)	Riego (m³/ha)
ML01-EQ01-TR01	19.97	07/06/2016	30	07/07/2016	509117	6.78	12.34	0.41	0.00	0.00	0.00	28.935
			59	05/08/2016	509362	9.57	23.60	0.39	0.00	0.00	0.00	10.040
			93	08/09/2016	509559	16.34	40.10	0.49	0.00	0.00	0.00	18.800
			129	14/10/2016	509878	16.45	71.70	0.88	0.00	0.00	0.00	25.061
			162	16/11/2016	510106	13.75	105.47	1.02	2.86	0.00	0.00	25.316
			188	12/12/2016	510279	12.73	132.25	1.03	2.88	11.56	11.43	25.226
			220	13/01/2017	510458	12.22	167.95	1.12	2.80	12.18	13.72	24.094
			244	06/02/2017	510744	12.22	202.01	1.42	2.79	12.23	16.45	23.784
			276	10/03/2017	511124	12.03	261.65	1.86	2.78	13.10	19.96	29.105
			305	08/04/2017	511400	12.03	308.15	1.60	2.77	13.39	23.01	15.431
ML01-EQ01-TR03	20.35	06/08/2016	51	27/07/2016	509327	12.14	24.66	0.48	0.00	0.00	0.00	33.606
			61	06/08/2016	509371	4.04	17.45	-0.72	0.00	0.00	0.00	7.196
			94	08/09/2016	509570	11.10	25.12	0.35	0.00	0.00	0.00	20.671
			132	16/10/2016	509893	11.61	56.68	0.79	0.00	0.00	0.00	23.362
			164	17/11/2016	510110	13.46	86.70	0.88	2.76	0.00	0.00	19.894
			189	12/12/2016	510280	12.93	115.16	1.14	2.77	11.37	10.05	18.046
			221	13/01/2017	510459	11.55	148.39	1.04	2.79	11.36	13.00	23.437
			245	06/02/2017	510745	11.52	192.18	1.82	2.80	12.04	15.32	25.401
			277	10/03/2017	511125	11.52	260.90	2.15	2.83	13.53	19.25	25.366
			306	08/04/2017	511401	11.52	308.61	1.65	2.77	13.53	22.82	13.771
ML01-EQ01-TR04	21.06	06/08/2016	29	05/07/2016	509110	10.63	9.65	0.33	0.00	0.00	0.00	24.153
			61	06/08/2016	509372	15.57	23.73	0.44	0.00	0.00	0.00	25.498
			94	08/09/2016	509571	24.50	53.74	0.91	0.00	0.00	0.00	32.074
			132	16/10/2016	509894	24.50	107.30	1.41	0.00	0.00	0.00	28.163
			164	17/11/2016	510111	16.01	146.05	1.21	2.83	0.00	0.00	19.416
			189	12/12/2016	510281	14.46	163.19	0.89	2.75	15.49	10.85	19.338
			221	13/01/2017	510460	12.81	192.30	0.75	2.74	14.64	13.10	21.049
			245	06/02/2017	510746	12.81	238.22	1.81	2.72	14.37	16.56	29.487
			277	10/03/2017	511126	12.81	299.63	1.92	2.71	15.03	19.93	26.654
			306	08/04/2017	511402	12.81	361.28	2.12	2.70	15.44	23.42	15.316
ML01-EQ01-TR05	22.53	08/01/2016	59	07/03/2016	509780	14.16	62.63	1.06	0.00	0.00	0.00	57.374
			87	04/04/2016	508067	15.48	77.59	0.53	0.00	0.00	0.00	4.246
			101	18/04/2016	508243	16.02	87.52	0.71	0.00	0.00	0.00	3.910
			118	05/05/2016	508409	16.02	97.73	0.57	0.00	0.00	0.00	8.821

Figura 54. Registro de Biometría. Fundo Montelima.

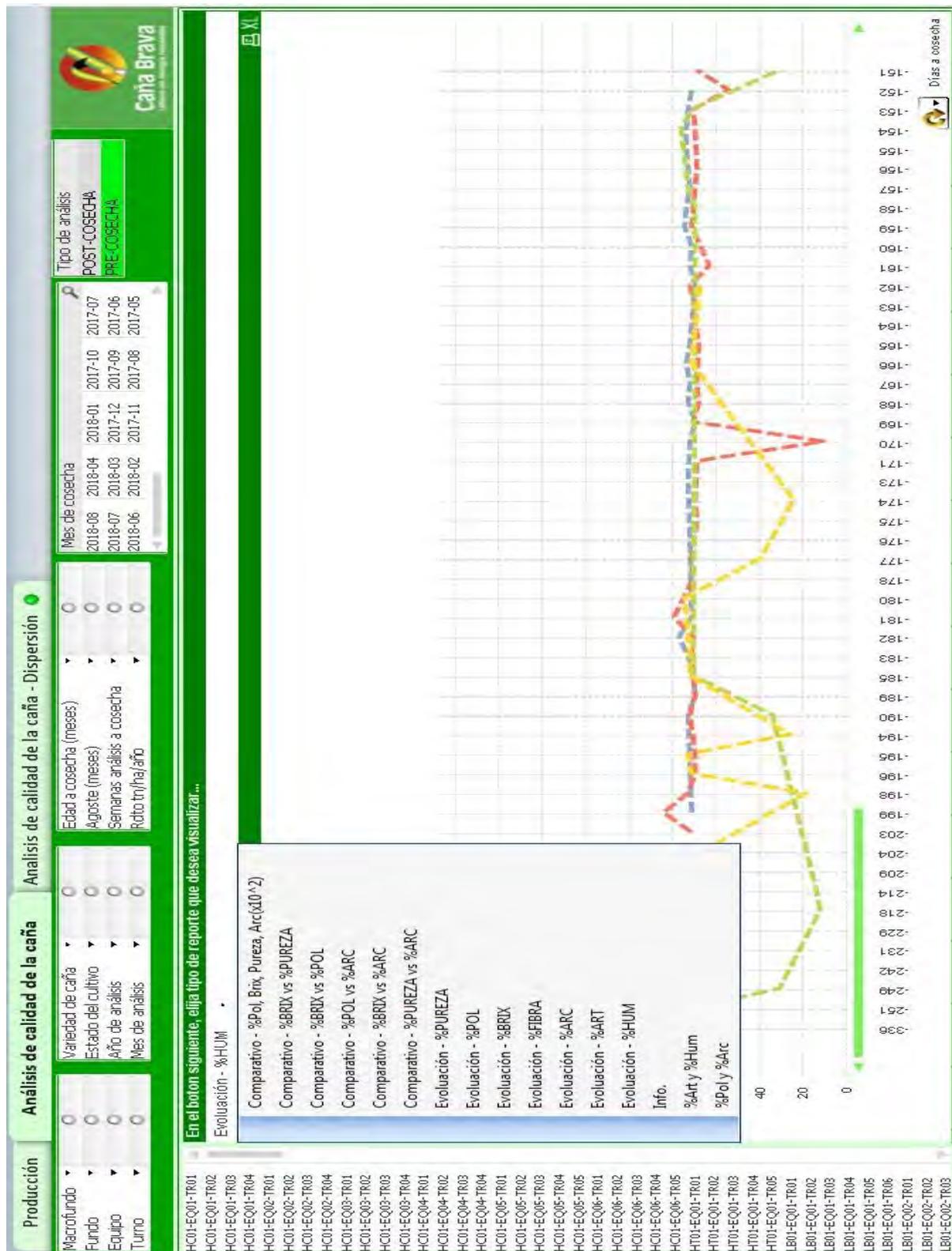


Figura 55. Análisis de la calidad de la caña.

La Precosecha se inicia aproximadamente 90 días antes de la cosecha, y el sistema de muestreo difiere de la Biometría. En este caso, se saca una muestra por cada parcela y la

frecuencia de muestreo va desde los 90 días, los 60, los 30, los 15 y los 10 días antes de la cosecha. Los tipos de muestras que se obtienen son: % Pol, %Brix, %Pureza, %ART, %ARC, % Humedad, Edad. De este modo, la cosecha se programará de acuerdo con estos parámetros y con la necesidad de molienda, ver Figura 55.

12.3 Propuestas de Mejora

Compra de un caudalímetro para la medición de calidad de impulsión de agua en las principales líneas de bombeo. Actualmente solo cuentan con manómetros para medir presiones en la salida de bombas, pero no existe una medición sistemática de caudales. Esto nos va a permitir monitorear desgaste de impulsores y planificar con anticipación su mantenimiento, antes que el equipo presente falla funcional. Como promedio entre 2016 y 2017, se han tenido 8 equipos de bombeo con falla de éste tipo, incurriendo en 4 días de parada adicionales por ser correctivo y no estar planificado. Para determinar el costo de éste impacto, realizamos la comparación del alquiler de una bomba de éste tipo por un monto de \$5,500 por mes. El costo de éste impacto es de \$5,866.66

12.4 Conclusiones

1. El monitoreo del crecimiento, de las plagas y de la condición de la caña se efectúa considerando las mejores prácticas agrícolas de varios fundos. Los sistemas informáticos Qlikview y SAP ayudan definitivamente en éstos controles.
2. Se ve necesario la medición sistemática de caudales en las principales líneas de bombeo.
3. Actualmente se realiza monitoreos de indicadores de gestión de calidad en forma mensual, lo que ayuda a tomar decisiones preventivas rápidamente evitando impactos negativos en la calidad del producto final.

Capítulo XIII: Gestión del Mantenimiento

La empresa Agrícola del Chira, posee un equipo de personas en las áreas de Bombas, Riego y Producción que realiza el mantenimiento programado general, lo cual evita tener fallas repentinas y grandes en los equipos de los fundos.

Los costos más altos de mantenimiento los genera el área de bombas, por tener la mayor cantidad de equipos necesarios para el cultivo de caña.

El tipo de mantenimiento que se trata de cumplir con bastante disciplina, es el de tipo preventivo, dado que es sabido que mientras mayor cantidad de mantenimiento preventivo se ejecute, menores mantenimientos correctivos se deberán realizar. En la Figura 56, se muestra esa tendencia.

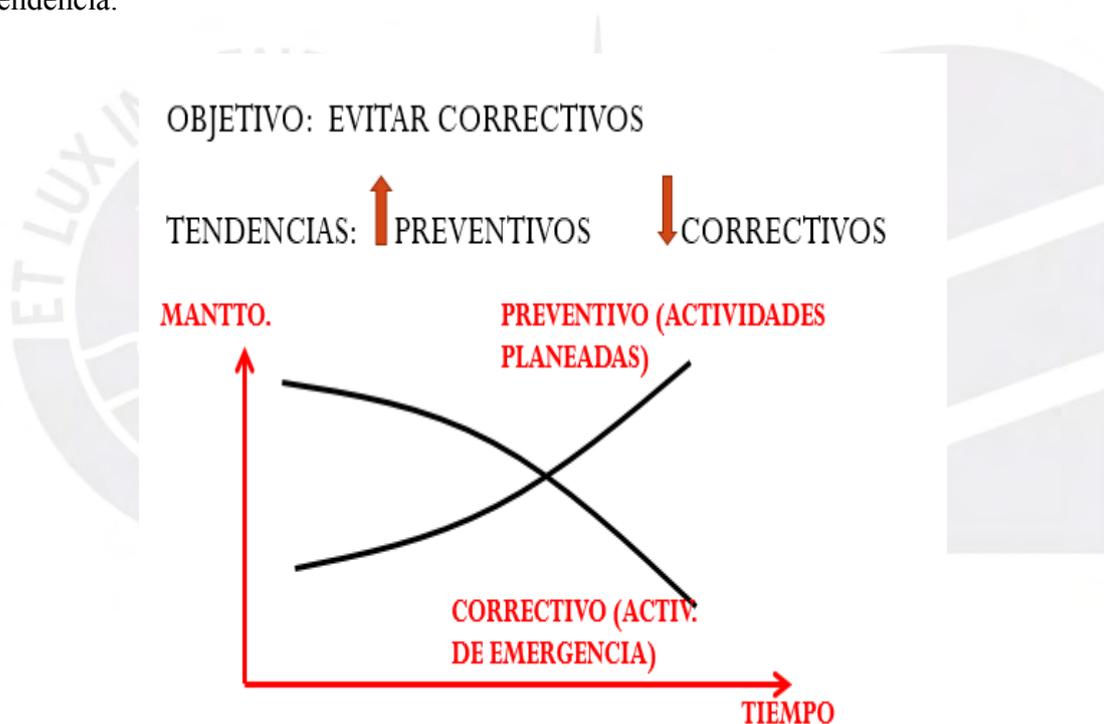


Figura 56. Tendencias entre mantenimientos preventivo y correctivo.

En la Figura 57 se muestra la llamada pirámide de mantenimiento, que representa los niveles de implementación que debe tener esta área para lograr una adecuada gestión con resultados óptimos.

Actualmente, la empresa Agrícola del Chira, (incluido el fundo Montelima), tiene desarrollado todo el primer nivel, es decir, tiene implementados en su totalidad los siguientes

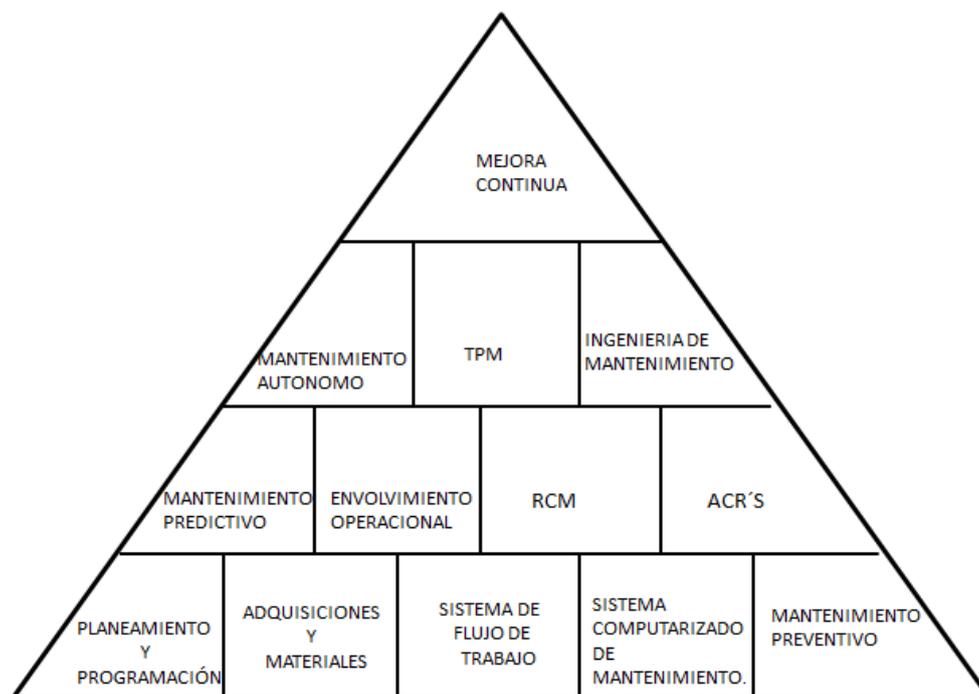


Figura 57. Pirámide de implementación del mantenimiento.

sistemas: planeamiento y programación, adquisición y materiales, sistema de flujo de trabajo, sistema computarizado de mantenimiento (basado en SAP) y mantenimiento preventivo.

Respecto al segundo nivel, tiene desarrollado el mantenimiento predictivo y el involucramiento operacional. Aún no tiene desarrollado RCM ni ACR's, ni tampoco el tercer ni último nivel. Una de las estrategias de mantenimiento que se aplica en la empresa Agrícola del Chira (y dentro de ella el fundo Montelima), está basada en mantener una disciplina en el mantenimiento preventivo, y alargar la vida de los materiales, con monitoreos predictivos, con el objetivo de optimizar costos.

En la Figura 58 se muestra cómo afectan las diferentes estrategias de cambio de componentes por mantenimiento frente a los costos. En el caso de Agrícola del Chira, se mantiene el cambio por condición. En éste último periodo se ha generado adicionalmente otras estrategias de mantenimiento que han permitido optimizar el área, estas son:

- Eliminar tercerización de mantenimiento en talleres fuera del área de Agrícola del Chira.

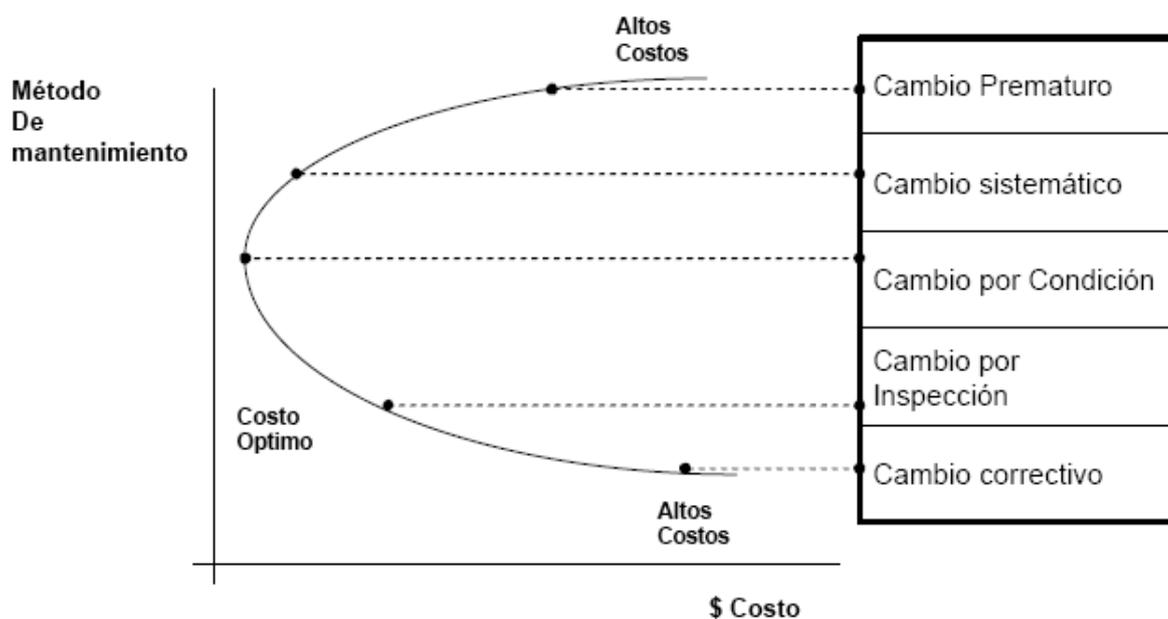


Figura 58. Estrategias de cambio de componentes por mantenimiento

- Contratación de una empresa que dé mantenimiento IN SITU.
- Gestión de repuestos mediante consignación.
- Mapeo de 100% de nuestros equipos. Gestión de Tags e ingreso a SAP.
- Incrementar Mantenimientos preventivos para disminuir correctivos mediante una adecuada asignación de tareas preventivas en SAP con asignación en materiales lo que se muestran en la programación semanal.
 - Implementación de mantenimientos predictivos en SAP que ayuden a alargar la operación de los componentes: Mediciones de vibración, Temperatura, Termografía, amperaje,
 - Creación de indicadores que permitan conocer el comportamiento de los equipos.
 - Detección de fallas correctivas de mayores impactos y/o repetitivos, y el levantamiento de ellos.
 - Incremento de un practicante y un auxiliar, que permita una adecuada planificación y control de actividades en el área de bombas.

- Crear históricos de equipos mediante el ingreso de datos en SAP.
- Control semanal de costos.

Estas acciones han ayudado al área a su crecimiento y consolidación.

13.1 Mantenimiento correctivo

Este tipo de mantenimiento se ocupa de la reparación una vez se ha producido la falla y el paro súbito de la máquina o instalación. Cuando se realiza de manera inmediata se denomina “mantenimiento correctivo”; en cambio, cuando se programa el día para revisar y corregir la falla del equipo se conoce como “mantenimiento correctivo programado”. El mantenimiento correctivo se caracteriza por poner operativo nuevamente el equipo reparando la falla, logrando que el sistema o equipo vuelva a operar correctamente.

En el caso de Agrícola del Chira (incluyendo el fundo Montelima), se cuenta con un *pull* de personas encargándose de mantenimientos preventivos y correctivos al mismo tiempo. El objetivo es levantar en el menor tiempo posible las observaciones de equipos que generan su parada, tomando en cuenta la prioridad de levantamiento de observación y los costos involucrados.

Este tipo de intervenciones son registradas en el sistema informatizado SAP mediante órdenes de mantenimiento para registrar los eventos que ocurren por equipos y mapeo de costos. Normalmente, son los operadores (personal que opera los equipos) quienes detectan las fallas, para inmediatamente comunicarlo vía telefónica y por correo electrónico a sus jefes. Estos últimos, de acuerdo al evento, comunican al área de mantenimiento responsable para que levanten las observaciones.

De acuerdo al tipo de falla y habilitación de repuestos, se toma la decisión de reparación, cambio o simplemente se apaga el equipo hasta la llegada del repuesto. Para estos eventos correctivos, se cuenta con materiales en *stock* de los equipos o procesos más críticos, que en caso de falla, necesitan ser intervenidos para que no impacte en la producción.

Es importante el mapeo de costos en este tipo de mantenimiento, dado que son costos que no están planeados de ser utilizados dentro del PB de la empresa y, por lo tanto, son estos los que elevan los gastos del área. También es importante el mapeo de las horas de intervención del personal en estas actividades, pues al no ser planeadas, se dejan de realizar actividades programadas dentro de la semana, principalmente preventivas, para poder atender los mantenimientos correctivos.

La pérdida de producción es sin duda el costo más alto. Sin embargo, también representa un costo significativo tener mantenimientos correctivos sin haberlos planificado.

Los equipos más críticos que se tienen en Fundo Montelima y en general en Agrícola del Chira son las bombas de impulsión de agua. Se realizan inspecciones constantes de estos equipos y los operadores están atentos a cualquier posible falla en ellos.

Los mantenimientos correctivos se ejecutan dentro de la empresa con personal propio o terceros, de modo que los ingenieros internos del fundo pueden monitorear en tiempo real el estado de las reparaciones. En caso muy especializado, estas actividades se tercerizan, lo cual incluye en algunas ocasiones el envío de equipos a otras ciudades como Lima y Chiclayo.

Dentro de Piura, se cuenta con empresas especializadas aliadas a Caña Brava para atender cualquier tipo de mantenimiento, como son talleres de maestranza, empresas fabricadoras de piezas especiales, empresas eléctricas, etc. que permiten tener a la mano servicios necesarios para atención a correctivos.

Dentro del almacén de Agrícola del Chira, también se cuenta con repuestos críticos y de alta rotación en consignación, que puedan atender cualquier evento no deseado que se tenga.

13.2 Mantenimiento Preventivo

Este tipo de mantenimiento se realiza en la empresa Agrícola del Chira de manera anticipada con el fin de prevenir el surgimiento de averías en equipos. Este tipo de mantenimiento consiste sin limitarse a: inspección, ajuste, limpieza, lubricación, cambio de

empaque, mantenimiento predictivo o cambio de bocinas, entre otros.

El mantenimiento preventivo se efectúa periódicamente y tiene como objetivo, adicionalmente, detectar fallas que puedan llevar al mal funcionamiento del objeto en mantenimiento y, de esta manera se evitan los altos costos de reparación y se disminuye la probabilidad de paros imprevistos. Asimismo, permite una mayor duración de los equipos e instalaciones. Este tipo de mantenimiento surge de la necesidad de rebajar el correctivo y todo lo que representa. Pretende reducir la reparación mediante una rutina de intervenciones periódicas a los equipos.

Para realizar un adecuado mantenimiento preventivo, se designa un determinado nombre a cada equipo para poder identificarlos al momento de intervenirlos. Como se indicó anteriormente, los equipos más críticos son las bombas de agua, a quienes se les ha imputado un nombre, lo que ha permitido poder llevar un registro de todas las actividades imputadas a cada equipo. Estos son llamados TAGS y su definición está de acuerdo a la Figura 59.

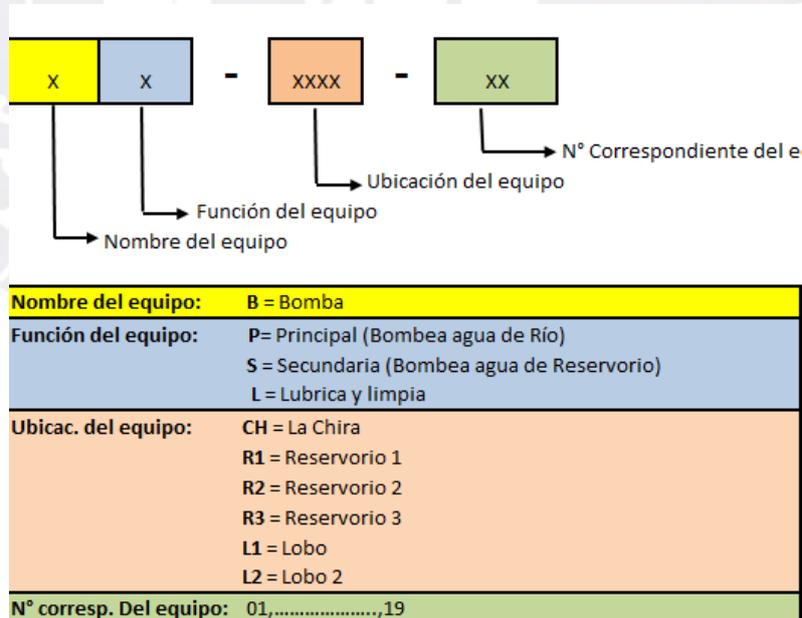


Figura 59. Variables de Identificación de Equipos.

Todo mantenimiento preventivo nace de un planeamiento en las que participan diferentes áreas de acuerdo al tipo de mantenimiento (corto, mediano o largo plazo).

La programación a largo plazo se ejecuta en tiempos mayores a un año, cuando se planea cambio de equipos por dado de baja, cambio de componentes con fechas de llegada mayores a 6 meses, limpieza de reservorios, etc. Este tipo de programaciones permite a la empresa proyectarse a realizar futuros proyectos o inversiones que normalmente no se tratan en el día a día. Se han ejecutado ya proyectos de ampliaciones de centros de bombeo, reubicaciones de bombas, estudios de nuevas tecnologías, etc. Estas programaciones a largo plazo también permiten realizar estudios de disminución de los costos de mantenimiento año tras año. En estos últimos años se han reducido aproximadamente del 6% al 10% anual en costos de mantenimiento, principalmente en bombas.

La programación a mediano plazo se ejecuta dentro del año. Aquí se encuentran todas las actividades que van a ser ejecutadas entre enero y diciembre del año entrante. Este planeamiento ayuda además a realizar la proyección de costos que se tendrá el año entrante y fechas críticas de actividades en los siguientes meses. El área más crítica es el área de bombas de riego, con un presupuesto preventivo anual de más de USD 1'000,000.00. En la estrategia de habilitación de repuestos para estas actividades, con repuestos en consignación, se planean los repuestos que van a ser usados dentro del año, se coordina con la empresa que suministra estos componentes para que lo habiliten al corto plazo, y se va facturando solo al momento de ser retirados de almacén. Esto ha permitido ahorrar a la empresa miles de dólares porque han permitido dar mantenimientos en los menores tiempos posibles. En la programación de mantenimiento anual, se distribuye mes a mes todas las actividades en forma coordinada con los gerentes de fundo, dado que se debe intervenir equipos sin impactar en el riego. En ellas se programan principalmente *Overhauls* de equipos, que en el caso de bombas pueden tener una duración de 6 días como de 1 mes, y si estas actividades no son bien planteadas, estos equipos dejarán de darse mantenimiento. En el caso del mantenimiento de bombas, la programación a mediano plazo se desarrolla teniendo en cuenta:

1. Estado de las bombas: Existen bombas que a pesar de haberse dado mantenimiento, presentan alguna falla potencial que pueda más adelante convertirse en falla funcional. Es por eso que a estas bombas se les programa para ser intervenidas.

2. Horómetro de equipos: A todas las bombas se les monitorea el tiempo de operación, y al cumplir cierto tiempo, deben ser intervenidas para no caer en mantenimiento correctivos. Normalmente se intervienen a bombas para un *overhaul*, en un rango de operación entre 12,000 horas y 20,000 horas dependiendo del tipo de bomba (vertical o centrífuga) y la calidad de agua que bombea (de río o de reservorio).

Respecto al mantenimiento en el corto plazo, se ejecutan planes de mantenimiento semanales en donde las actividades salen con órdenes de mantenimiento ya programadas con el área de producción para que no afecte el riego. Estos programas semanales permiten dividir las actividades día a día, para que el personal conozca las actividades que tiene que desarrollar en el momento que llegue a la empresa. Una vez ejecutadas estas tareas, se les genera el cierre técnico (culminación) y se va controlando el cumplimiento de las actividades programadas. El tipo de mantenimiento preventivo a corto plazo que se ejecuta es:

1. Por Condición: En la que se miden parámetros y se aplica lo siguiente: Vibración, Lubricación, Ruido, Calor, Temperatura y Amperaje.
2. Basado en el tiempo: Horas de trabajo de los equipos.

La empresa Agrícola del Chira programa sus actividades a corto plazo (semanales) basándose en primer lugar en las necesidades de campo (por ejemplo, reubicación de bombas), la cantidad de personal que tiene destinados para este fin (horas hombre disponibles), la programación que emite el sistema informatizado SAP de acuerdo a configuraciones de frecuencias de mantenimiento, necesidad de realizar mantenimientos correctivos programados, etc. Las reuniones para concretar ésta programación se realizan

todo los días viernes, y a más tardar los sábados se emiten estos programas en el sistema informatizado SAP para conocimiento de todos, ver Figura 60.

PROGRAMA SEMANAL DE MANTENIMIENTO											Fecha						
UBICACIÓN: Macrofundio Lobo 2 GRUPO DE EQUIPOS: 3202-BOMBAS DE RIEGO Semana: 50 Año: 2017 Del: 11/12/2017 Al: 17/12/2017											11/12	12/12	13/12	14/12	15/12	16/12	17/12
Clase OM	N°	Actividad	OM	Reserva	TAG	Objeto Técnico	Fecha Inicio	Fecha Fin	Puesto Trabajo	Horas Plan Trabajo	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sab	Dom
PM02		PREVENTIVO	29 actividades				11/12/2017	16/12/2017		33.50	2.00	21.00	3.50			7.00	
PM02	0030	Camb. emp./insp. boc./insp. born./Termogf.	202438254		BS-L2R2-02	LB2 - RESV 2 - BOMBA HIDROST. N° 10	12/12/2017	12/12/2017	XYLEM	3.00		3.00					
			202438255		BS-L2R2-07	LB2 - RESV 2 - BOMBA HIDROST. N° 15	12/12/2017	12/12/2017	XYLEM	3.00		3.00					
			202438295		BS-L2R2-06	LB2 - RESV 2 - BOMBA HIDROST. N° 14	12/12/2017	12/12/2017	XYLEM	3.00		3.00					
			202438361		BS-L2R2-04	LB2 - RESV 2 - BOMBA HIDROST. N° 12	12/12/2017	12/12/2017	XYLEM	3.00		3.00					
			202438384		BS-L2R2-05	LB2 - RESV 2 - BOMBA HIDROST. N° 13	12/12/2017	12/12/2017	XYLEM	3.00		3.00					
			202438424		BS-L2R2-03	LB2 - RESV 2 - BOMBA HIDROST. N° 11	12/12/2017	12/12/2017	XYLEM	3.00		3.00					
			202441175		BP-CH-12	BOMBA HIDROSTAL N° 13	12/12/2017	12/12/2017	XYLEM	3.00		3.00					
PM02	0010	Insp sensorial, ajust y limp: Motor-Bomb	202438254	185224007	BS-L2R2-02	LB2 - RESV 2 - BOMBA HIDROST. N° 10	13/12/2017	13/12/2017	TBOM-L2	0.50			0.50				
			202438255	185224008	BS-L2R2-07	LB2 - RESV 2 - BOMBA HIDROST. N° 15	13/12/2017	13/12/2017	TBOM-L2	0.50			0.50				
			202438295	185224068	BS-L2R2-06	LB2 - RESV 2 - BOMBA HIDROST. N° 14	13/12/2017	13/12/2017	TBOM-L2	0.50			0.50				
			202438348	185224122	BS-L2R2-01	LB2 - RESV 2 - BOMBA HIDROST. N° 09	13/12/2017	13/12/2017	TBOM-L2	0.50			0.50				
			202438361	185224137	BS-L2R2-04	LB2 - RESV 2 - BOMBA HIDROST. N° 12	13/12/2017	13/12/2017	TBOM-L2	0.50			0.50				
			202438384	185224159	BS-L2R2-05	LB2 - RESV 2 - BOMBA HIDROST. N° 13	13/12/2017	13/12/2017	TBOM-L2	0.50			0.50				
			202438424	185224200	BS-L2R2-03	LB2 - RESV 2 - BOMBA HIDROST. N° 11	13/12/2017	13/12/2017	TBOM-L2	0.50			0.50				
			202448080	185603731	BP-CH-10	BOMBA HIDROSTAL N° 11	16/12/2017	16/12/2017	TBOM-L2	0.50						0.50	
			202448277	185603869	BP-CH-15	BOMBA HIDROSTAL N° 16	16/12/2017	16/12/2017	TBOM-L2	0.50						0.50	
			202448364	185603955	BP-CH-12	BOMBA HIDROSTAL N° 13	16/12/2017	16/12/2017	TBOM-L2	0.50						0.50	
			202448404	185603996	BP-CH-19	BOMBA HIDROSTAL N° 20	16/12/2017	16/12/2017	TBOM-L2	0.50						0.50	
PM02	0070	Insp/ajuste/imp. caja de bornes - sens.	202448277		BP-CH-15	BOMBA HIDROSTAL N° 16	11/12/2017	11/12/2017	TBOM-L2	2.00	2.00						
PM02	0050	Limpieza de canastillas	202442968		BP-CH-10	BOMBA HIDROSTAL N° 11	16/12/2017	16/12/2017	TBOM-L2	0.50						0.50	
			202443040		BP-CH-15	BOMBA HIDROSTAL N° 16	16/12/2017	16/12/2017	TBOM-L2	0.50						0.50	
			202443059		BP-CH-11	BOMBA HIDROSTAL N° 12	16/12/2017	16/12/2017	TBOM-L2	0.50						0.50	
			202443060		BP-CH-14	BOMBA HIDROSTAL N° 15	16/12/2017	16/12/2017	TBOM-L2	0.50						0.50	
			202443061		BP-CH-17	BOMBA HIDROSTAL N° 18	16/12/2017	16/12/2017	TBOM-L2	0.50						0.50	
			202443062		BP-CH-16	BOMBA HIDROSTAL N° 17	16/12/2017	16/12/2017	TBOM-L2	0.50						0.50	
			202443113		BP-CH-12	BOMBA HIDROSTAL N° 13	16/12/2017	16/12/2017	TBOM-L2	0.50						0.50	

Figura 60. Ejemplo de programa semanal de mantenimiento preventivo.

Un tipo de mantenimiento que podemos considerar dentro del preventivo, es el mantenimiento predictivo. Consiste en predecir futuras fallas en los equipos mediante monitoreo, antes de que se produzcan. En Agrícola del Chira se utilizan técnicas y herramientas de monitoreo de parámetros físicos, no limitantes a los siguientes: Vibración, envolvente, temperatura o ruido, entre otros. Estos parámetros son tomados en forma periódica y también se emiten en los programas semanales para su ejecución.

La empresa Agrícola del Chira lleva un seguimiento del cumplimiento de estos programas, dado que se tiene claro que mientras exista una buena calidad de órdenes de mantenimiento y estos sean cumplidos al 100%, los mantenimientos correctivos serán mucho menores. Estos son reportados semanalmente a la gerencia junto a demás indicadores como:

- Disponibilidad
- MTBF
- MTTR
- Horas Hombre disponibles Vs Ejecutadas

- Porcentaje de Cumplimiento del programa semanal
- Costos involucrados dentro del mes.

Adicionalmente, dentro del ambiente de bombas (equipos críticos), se lleva un control de los costos que se vienen involucrando dentro del año, ver Figura 61.

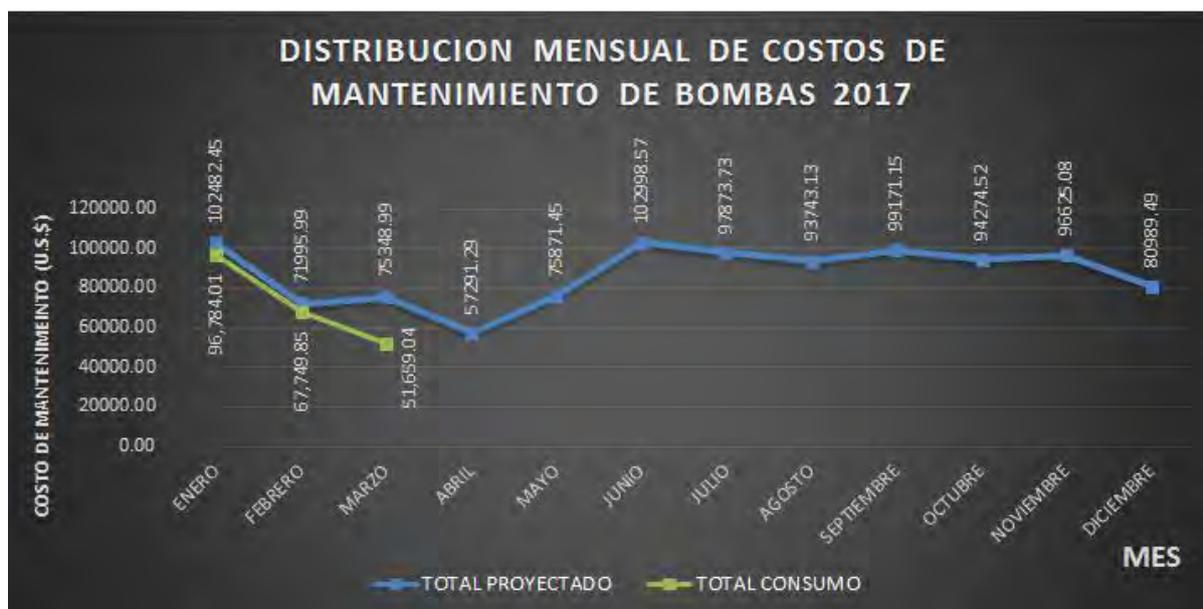


Figura 61. Ejemplo de comportamiento del mantenimiento de bombas respecto a sus costos.

13.3 Propuesta de Mejora

1. Los mantenimientos correctivos críticos (generan mayores costos) que se ejecutan en la empresa no son llevados ni solucionados mediante alguna metodología de estudio, es decir, no se tiene estudios de análisis causa raíz a los principales problemas de mantenimiento. Se propone el uso de la metodología de los “5 por qué”, para el análisis de problemas de mantenimiento, en el que podemos estudiar las causas que han originado el problema y poder tomar acción frente a cada una de ellas. Ejemplo en Figura 62. En el fondo, se ha tenido 10 casos en el 2017 de repeticiones de falla de equipos por no haber tomado acciones adecuadas en su momento. Entre ellas, el quemado de motores, amagos de incendio en tablero eléctricos, incorrectos montajes de bombas con un costo aproximado de \$22,500,000.00 en

el, fundo Montelima), posee la base para que esta área crezca en forma sólida, dado que cuenta con el primer nivel de mantenimiento, como el indicado en la Figura 63.

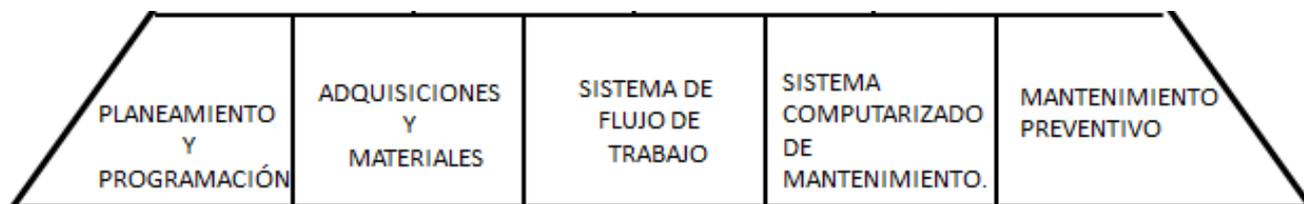


Figura 63. Base de la pirámide de mantenimiento.

El siguiente paso es implementar los siguientes niveles de la pirámide de mantenimiento. Respecto al mantenimiento predictivo, ya se tiene implementado, quedando pendiente el desarrollo de los siguientes niveles, según Figura 64.

El fundo Montelima es un área agrícola y no se va a poder comparar en procedimientos y estándares de mantenimiento como los tienen las empresas mineras o industriales de gran envergadura, pero se viene desarrollando de manera sostenible desde hace 3 años y la tendencia es que logre estos estándares en un mediano plazo.

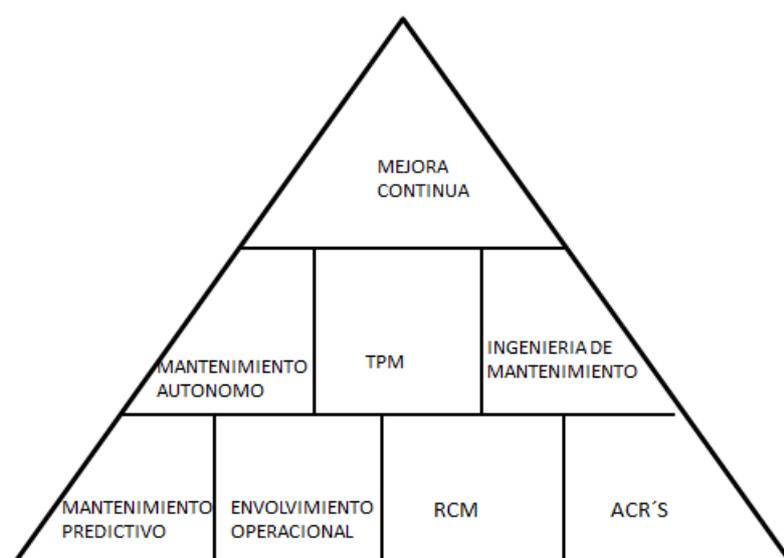


Figura 64. Zona media y superior de la pirámide de mantenimiento.

Capítulo XIV: Cadena de Suministro

14.1 Definición del Producto

La empresa Agrícola del Chira tiene como producto final la caña puesta en campo, es decir, la caña con un año de vida. Esta caña posee ciertas condiciones para ser cosechada:

- Porcentaje de ART aproximadamente del 15%.
- Humedad: 68%.
- Tiempo de vida: entre 12 y 15 meses.

Una vez cosechada, la caña es transportada a fábrica, para que continúe por un proceso de obtención de etanol, cuyo producto final tiene las características indicadas en la Tabla 5.

Tabla 5

Especificaciones de Etanol CBI

Características	Unidades	Métodos	Límite Mín.	Límite Máximo
Contenido de etanol	% m/m	EC/2870/2000 – Método I	99.6	
Contenido de metanol	% m/m	EC/2870/2000 – Método III		0.0035
Contenido de alcoholes superiores	% m/m	EC/2870/2000 – Método III		0.035
Contenido de congéneres	%m/m	EC/2870/2000 – Método III		0.08
Contenido de agua	%m/m	EN 15489		0.3
Acidez Total	%m/m	EN 15491		0.003
Contenido de cloruro inorgánico	mg/l	EN 15484 o EN 15492		4
Contenido de cobre	mg/kg	EN 15488		0.1
Contenido de fosforo	mg/l	EN 15487		0.15
Contenido de residuos secos	mg/100 ml	EC/2870/2000 – Método II		10
Contenido de sulfato	mg/kg	EN 15485 o EN 15486		1
Aspecto	No aplica	Visual	Líquido claro incoloro, volátil y brillante	
Olor			Característico, propio del alcohol etílico	
Sabor			Característico, propio del alcohol etílico	

14.2 Descripción de las empresas que conforman la cadena de abastecimiento, desde el cliente final, hasta la materia prima

El cliente final, corresponde a las personas que hacen uso de Combustible Ecológico llamado Gasohol, el cual se obtiene a partir de la combinación de 7,8 % de etanol con 92,2 % de gasolina (Bioetanol).

La producción de etanol, es elaborada por la empresa Sucroalcolera del Chira, que pertenece a la empresa del grupo Romero, y que tiene como materia Prima la caña de azúcar, producida por la empresa Agrícola del Chira. Del proceso de obtención del etanol, además del jugo de caña, se obtiene como sub producto, el bagazo de caña (residuo de la extracción) que sirve para alimentar a una caldera, cuyo vapor es usado para la generación de energía eléctrica mediante el movimiento de dos turbinas por la empresa Bioenergía del Chira, y que se consume en el mismo proceso, ver Figura 65

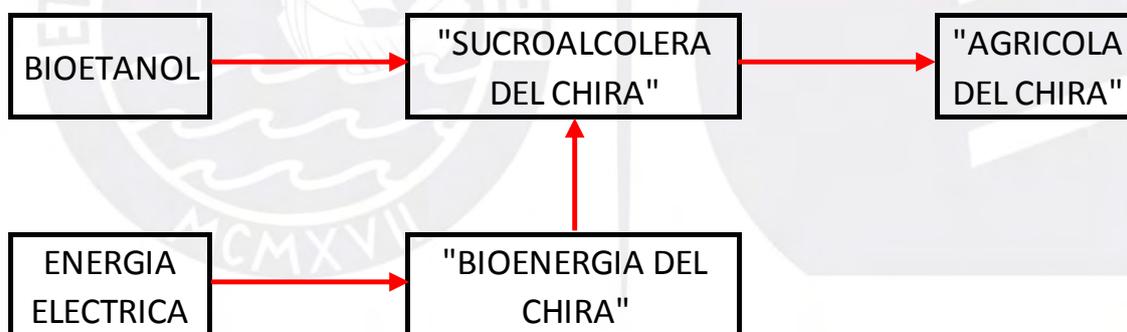


Figura 65. Empresas de la cadena de abastecimiento.

En la Figura 66 se muestra la cadena de suministro de Caña Brava, la cual está formada por todos aquellos procesos involucrados de manera directa o indirecta en la acción de satisfacer las necesidades del cliente final, produciéndose etanol y energía eléctrica. En la Tabla 6 se muestra además la descripción de las actividades que conforman la cadena de suministro de Caña Brava.

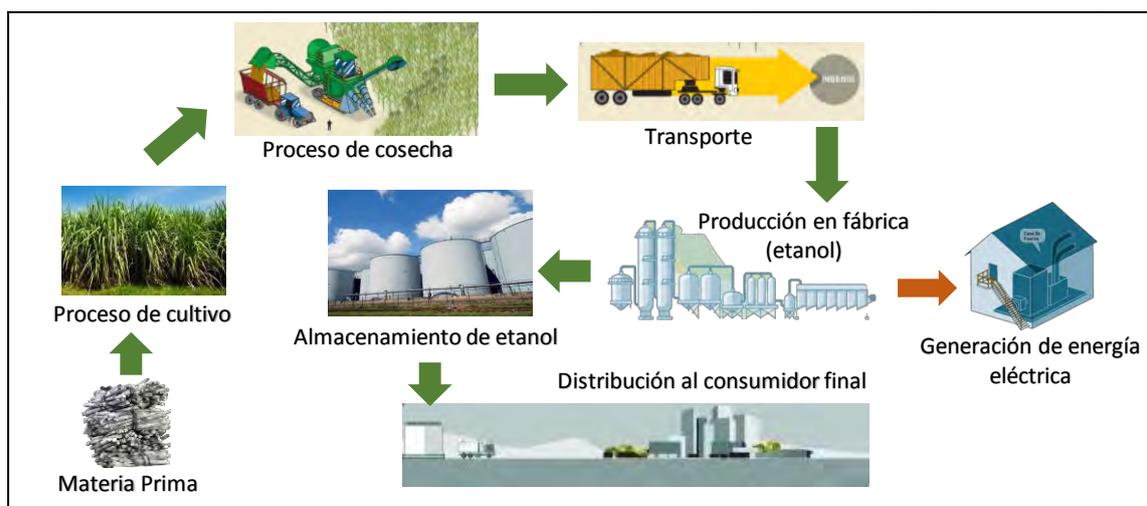


Figura 66. Cadena de suministro de Caña Brava.

Tabla 6

Descripción de las Actividades de la Cadena de Suministro

Sistema de la cadena de abastecimiento	Componentes	Descripción de las actividades
Materias primas	Semilla de caña de azúcar RB72-454.	Obtención de semillas a partir de la misma siembra.
Proceso de cultivo	Agua, energía eléctrica, proveedores de maquinaria, contratistas de mantenimiento de equipos, fertilizantes, fungicidas.	Cultivo de la caña de azúcar hasta su madurez.
Proceso de cosecha Mecanizada	Cosechadoras	Cortar, trozar, limpiar y descargar la caña en camiones.
Tranporte	Camiones	Traslado de caña de azúcar hacia fábrica de etanol
Producción en fábrica (etanol)	Equipos de planta: Alimentadores, difusores, molinos, evaporadores.	Obtención de jugo de zucar de la caña para la producción del etanol a través de la evaporación, fermentación, destilación y rectificación.
Generación de energía eléctrica	Molino y caldera	Generación de Energía Eléctrica mediante el uso del bagazo que alimenta a una caldera y su vapor alimenta a
Almacenamiento (etanol)	Tanques de almacenamiento.	Almacenaje de etanol.
Distribución del Etanol	Camiones distribuidores	Traslado de etanol a estaciones de servicio de combustibles
Uso final del Etanol	Autos con gasohol	Venta a consumidor final

14.3 Descripción del nivel de integración vertical, tercerización, alianzas o *Joint-venture* encontrados

La empresa Caña Brava, posee un nivel de integración vertical hacia atrás; es decir, posee sus propias plantaciones de caña de azúcar, y las trabaja directamente para poder lograr un mayor control y eficiencia del producto final. También se hace cargo del mismo proceso

de inyección de agua, fertilización, control de plagas, control de maleza, monitoreo de la calidad de la caña. Esto permite a la empresa reducir costos (internaliza economías de escala que dan como resultado un costo inferior al de los proveedores y distribuidores externos), Proporciona autonomía en oferta y demanda. Adicionalmente, para la producción del Etanol produce su propia materia prima que es la caña, he inclusive el bagazo sirve como materia prima para la producción de energía eléctrica; esta última es la que alimenta a todos los equipos del proceso de obtención de caña y etanol.

La empresa Caña Brava terceriza muy pocas actividades. Una de ellas son los proyectos de mejora que realiza la empresa. No posee un área de ingeniería ni personal de proyectos para realizar cualquier tema de expansión de áreas de riego, por lo que tiene que contratar a una de las empresas locales para que ejecute estas actividades.

14.4 Estrategias del canal de distribución para llegar al consumidor final

El Etanol producido por Caña Brava tiene sus almacenes en Sullana y Paita y desde allí se distribuye para la venta nacional, mediante la distribución en camiones, a un precio aproximado de \$ 600/m³. Los principales compradores nacionales y el volumen vendido en el año 2017 son los indicados en la Tabla 7.

Tabla 7

Venta Local Nacional de Etanol en el 2017

EMPRESA	CANTIDAD VENDIDA (m ³)
Petroperú	4,200
Repsol	13,000
Purebiofuels	4,500

En la Figura 67 se muestran las plantas de abastecimiento de combustibles, entre ellos el Etanol que se encuentran distribuidos a nivel nacional.

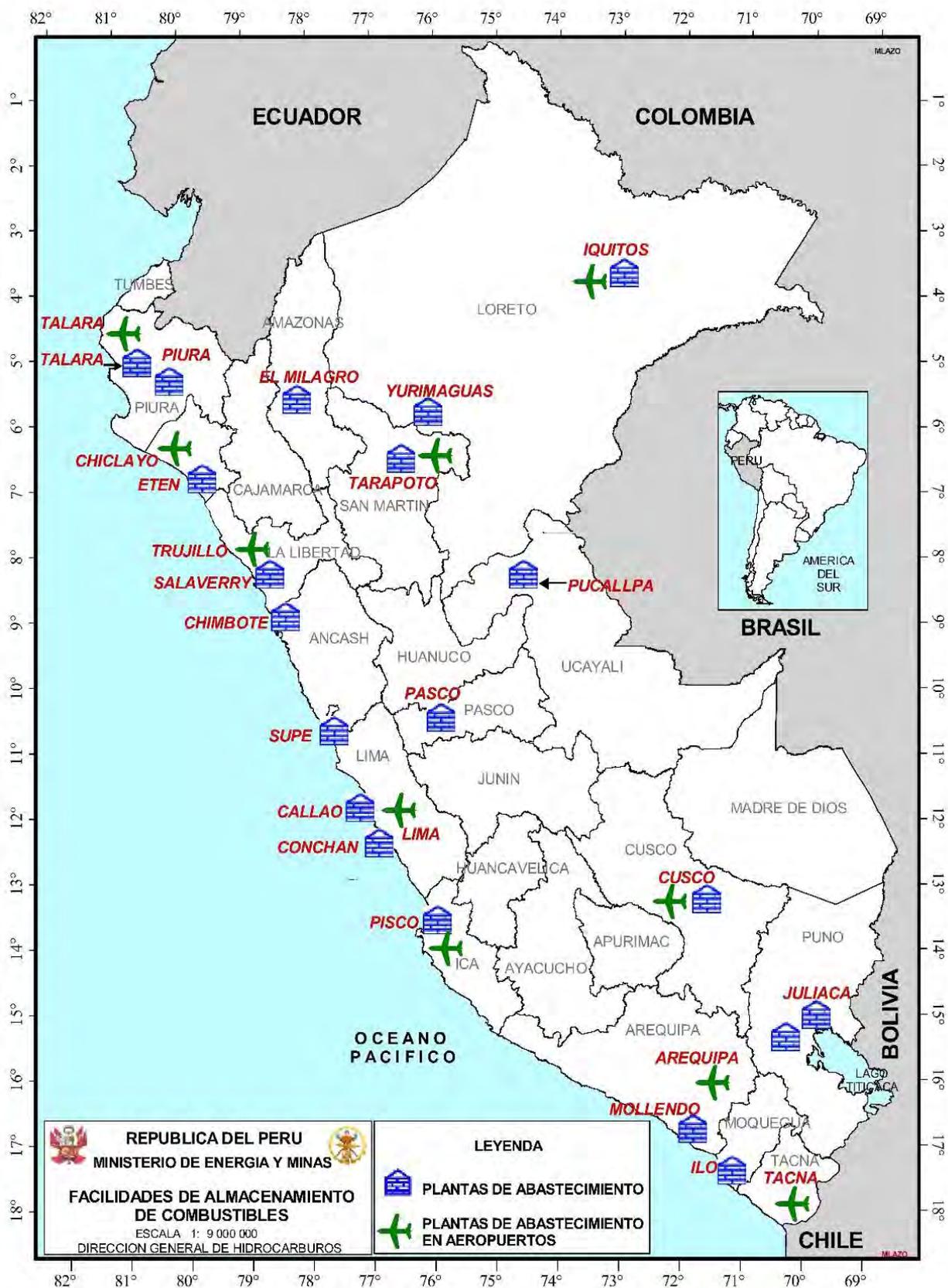


Figura 67. Plantas de abastecimiento de combustible.
 Tomado de “Ministerio de Energía y Minas”, 2017.

Respecto a Repsol, el abastecimiento que se les hace es fijo y anual, con precios pactados con un año de anticipación. Sus plantas se encuentran en Eten, Salaverry, Chimbote, Supe, Pisco, Mollendo, Ilo y Cuzco.

Respecto a Petroperú, no existe pre-negociación de venta, esta se realiza a través de commodity. El Etanol que adquiere Petroperú, lo importan con ingreso en las ciudades de Talara, Callao, Pamilla y Conchan y le compran a Caña Brava por retrasos o mayores necesidades. Sus centros de almacenamiento los tienen en las ciudades indicadas en la Figura 64.

Caña Brava tiene la oportunidad de venta de etanol en el norte del País, dado que sus centros de abastecimientos se encuentran en Sullana y Paita, y cuyos costos de transporte son menores para los centros de abastecimientos ubicados en el norte del País, motivo por el cual, la mayor cantidad de venta a nivel nacional se ejecuta en esta zona.

La mayor parte de las ventas de etanol que realiza Caña brava, son exportadas a otros países, con los volúmenes vendidos según Tabla 8

Tabla 8

Venta Internacional de Etanol en el 2017

DESTINO	EMPRESA	CANTIDAD VENDIDA (m3)
Japón y Corea	Mitsubishi	9,000
Europa	Snetor	37,000
Colombia	Silcompa	2,700
Ecuador	Codana y Soderal	4,800

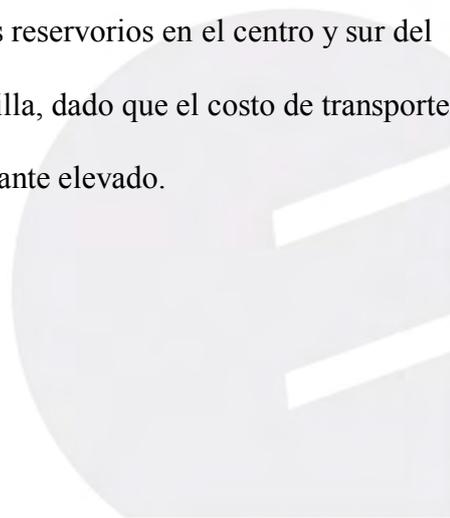
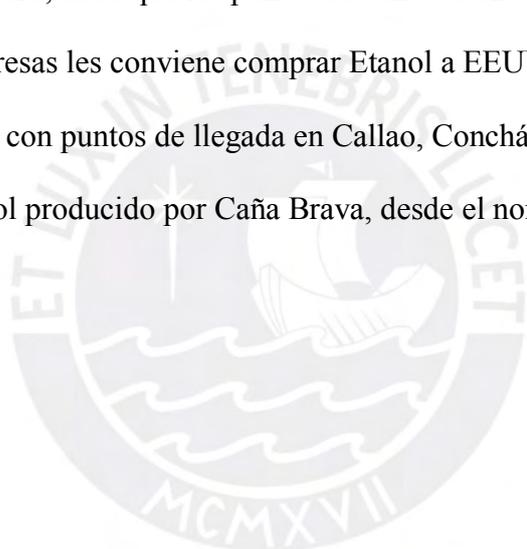
No se cuenta con ningún contrato anual con cada una de las empresas indicadas en la Tabla 8, también es un commodity, con precios que varían según el mercado internacional, que tienen un valor aproximado de \$ 346/m³ puesto en EEUU y \$ 456/m³ puesto en Perú.

14.5 Propuestas de mejora en el desempeño de la cadena de aprovisionamiento

Actualmente, los puntos de venta de Etanol producidos por Caña Brava, se encuentran en Sullana y Paita. La propuesta de mejora consiste en incrementar esos puntos de venta a nivel nacional, es decir, instalaciones de almacenamiento para venta ubicadas en el centro y sur del país, de esta manera tanto Petroperú como Repsol dejarían de importar etanol con puntos de llegada en Callao, Conchán y Pampilla.

14.6 Conclusiones

El 71% del volumen producido por Caña Brava es vendido a otros países y el resto es vendido a empresas peruanas, principalmente Repsol y Petroperú ubicadas en la zona norte del Perú, dado que los puntos de venta se encuentran en Sullana y Paita. A estas dos últimas empresas les conviene comprar Etanol a EEUU para sus reservorios en el centro y sur del país, con puntos de llegada en Callao, Conchán y Pampilla, dado que el costo de transporte de etanol producido por Caña Brava, desde el norte es bastante elevado.



Capítulo XV: Conclusiones y Recomendaciones

15.1 Conclusiones

1. Del análisis de la ubicación de la planta se concluye que, está bien ubicada ya que se encuentra en zonas aledañas al río Chira y su dimensionamiento debería ampliarse para llegar a la cuota de toneladas por año que solicita el área de molienda en fábrica.

2. Según el planeamiento y diseños de los productos se puede concluir que se han efectuado varias pruebas con distintos tipos de caña para elegir la que optimice la producción, y esta es la caña tipo brasilera RB72-454.

3. De acuerdo al planeamiento y diseño del proceso, actualmente existe un control sistemático de lo que necesita la caña en cada una de sus etapas. Pero existe aún inconvenientes en erradicar fallas, como las roturas de mangueras y tuberías y eliminar la presencia de una capa dura impermeable a 2.5 mts de profundidad en varias zonas de los cultivos.

4. En el planeamiento y diseño de la planta se determinó que cuenta con centros de bombeo y reservorios, distribuidos adecuadamente para poder regar las parcelas; pero existen problemas hidráulicos que no permiten que el agua llegue adecuadamente a todos los puntos.

5. Consideramos en el planeamiento y diseño del trabajo que existe una oportunidad de mejora en el desarrollo de la planificación, coordinación, control y seguimiento adecuado de sus actividades. Uno de estos motivos es el involucramiento de la supervisión y gerencia de fundo, en el desarrollo de proyectos de mejora por abastecimiento de agua que hace que se pierda el foco en obtener una caña de la mejor calidad.

6. Respecto al planeamiento agregado se concluye que, actualmente la demanda de caña requerida por fábrica llega a ser abastecida, pero la tendencia al corto y mediano plazo es que esta demanda se incremente, por lo que al corto plazo se debe establecer un incremento en la producción de caña.

7. Respecto a la programación de operaciones productivas, Se concluye que Agrícola del Chira cuenta con sistemas sólidos que ayudan a la gestión como son los sistemas SAP, BIOSALC Y QLIKVIEW, que permite manejar y programar el 100% de las operaciones; pero existe una oportunidad de mejora en saber liderar la solución a sus diferentes problemas operativos.

8. Respecto a la gestión logística, se llega a la conclusión de que agrícola del Chira tiene esta área muy bien desarrollada, controlando adecuadamente sus almacenes y sistemas de abastecimiento.

9. De acuerdo al análisis de la gestión de costos en Agrícola del Chira, tienen costeos por órdenes de trabajo y basados en actividad; ambos abarcan diferentes procesos complementarios y paralelos, desarrollándose así de manera eficiente.

10. Respecto a la gestión y control de la calidad, se cuenta con indicadores que reflejan eficientemente lo que ocurre en los fundos.

11. Respecto a la gestión del mantenimiento Agrícola del Chira tiene desarrollada adecuadamente la base para que esta área crezca en forma sólida, pero aún le falta implementar los demás niveles indicados en la pirámide de mantenimiento.

12. Respecto a la cadena de suministro, la mayor cantidad de etanol producido por Caña Brava es exportado a otros países y su venta en el Perú se realiza principalmente en la zona norte.

15.2 Recomendaciones

Después de los capítulos estudiados en el presente DOE, mostramos en la Tabla 9, las propuestas con sus costos y beneficios, expresados en dólares americanos, los cuales se estiman generen retorno en el corto y mediano plazo.

Tabla 9

Resumen de Propuestas de Mejora de DOE Agrícola del Chira

Item	Propuesta de Mejora	Objetivo estratégico	Beneficio esperado al primer año (\$)	Beneficio esperado a partir del segundo año (\$)	Ahorro esperado al primer año (\$)	Ahorro esperado a partir del segundo año (\$)	Ahorro esperado a partir del tercer año (\$)
Cap. 3	Compra de 576.4 ha de terreno para cultivo de caña	Llegar a producir las toneladas de caña anuales máximas requeridas	-	1,052,794.60			
Cap. 4	Enterrado de broza como alternativa de reemplazo a la quema.	No tener impactos negativos según PAMA			20,000.00	20,000.00	
Cap.5	Realizar capacitaciones por parte del supervisor, respecto a ubicación de mangueras	Evitar roturas de mangueras, personal capacitado			8,000.00	8,000.00	
Cap.5	Adquirir una bomba para reservorio R1 en fundo Montelima como backup.	Evitar pérdidas de caudal de agua por tener bomba en mantenimiento.			12,600.00	12,600.00	12,600.00
Cap.5	Cambio de tuberías de GRP a HDPE en zonas de elevado tránsito vehicular	Cambiar en su totalidad tuberías a HDPE, evitando futuras pérdidas de caudal por roturas.				20,970.00	
Cap. 6	Incremento de 4 tuberías de ingreso a manifold de bombas de R1 Montelima desde la bomba BS-MLR1-02 hasta BS-MLR1-14	Evitar cavitación, daños en bombas y aprovechar al 100% la capacidad instalada.				45,000.00	
Cap. 6	Incremento de 1 tubería de ingreso a manifold de bombas de R1 Montelima desde la bomba BS-MLR1-15 hasta BS-MLR1-18	Aprovechar el 100% de la capacidad de las bombas				3,200.00	14,000.00
Cap. 7	Incrementar 8 personas adicionales para la verificación de fugas de mangueras en fundo Montelima	Evitar pérdidas de agua por fugas en mangueras			29,000.00	29,000.00	29,000.00
Cap. 8	Elaborar plan maestro de recursos durante un año	No elevar el presupuesto asignado al área			30,000.00	30,000.00	30,000.00
Cap. 8	Promover las reuniones de planificación de cosecha entre área agrícola y área de fábrica	Tener cosechas uniformes a lo largo del año, evitando incurrir en exceso de costos por mano de obra.			12,250.00	12,250.00	12,250.00
Cap. 9	Reubicación de rutas de equipos móviles que circulan cerca a tuberías	Evitar pérdidas de caudal por rotura de tuberías			4,000.00	40,000.00	40,000.00
Cap. 9	Incrementar mantenimiento a válvulas y equipos de riego	Poder ingresarlas a un plan de mantenimiento preventivo periódico			12,800.00	12,800.00	12,800.00
Cap. 9	Instalar un sistema de rejillas de protección a cada bomba	Evitar atascamiento en bombas por presencia de elementos extraños			7,800.00	7,800.00	7,800.00
Cap. 10	Venta de repuestos obsoletos que se encuentran en almacén	Evitar costos de almacenamiento por repuestos sin rotación	32,338.00				
Cap. 10	Negociar repuestos que sean abastecidos en consignación.	Tener variedad de repuestos.			7,200.00	7,200.00	7,200.00
Cap. 11	Fabricación de repuestos en talleres, reemplazando las compras a proveedores.	Ahorro de costos en compra de material.			75,018.54	75,018.54	75,018.54
Cap. 12	Compra de caudalímetros para la medición de calidad de impulsión de agua.	Evitar falla funcional en bombas.			5,866.66	5,866.66	5,866.66
Cap. 13	Establecer la metodología del análisis de fallas de 5 porqué.	Evitar fallas repetitivas.			24,000.00	24,000.00	24,000.00
Cap. 13	Implementar un área de mejora continua.	Reducir costos.			80,000.00	80,000.00	80,000.00
Cap. 14	Establecer puntos de venta de etanol en la zona centro y sur del Perú	Incremento de ventas de etanol a nivel nacional.					
TOTAL			32,338.00	1,052,794.60	328,535.20	433,705.20	350,535.20

Referencias

- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de Administración de Operaciones* (7th ed). México: Pearson Educación
- Chase, R., Jacobs, F. & Aquilano, N. (2009), *Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros* (12th ed). México: Mc Graw – Hill / Interamericana Editores S.A de C.V.
- Bartmess, A. (1994, marzo). *The Plant Location Puzzle*. USA: Harvard Business Review.
- Baldwin, C. & Clark, K. (2000). *The Power of Modularity*. Cambridge: MIT Press.
- Groover M. (2014). *Work System: The Method, Measurement and Management of Work*. Inglaterra: Pearson
- Silver, E., Pyke, D. & Peterson R. (1998). *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*. USA: John Wiley & Sons Inc.
- Abernathy, F., Dunlop, J., Hammon, J. & Weil, D. (2000, noviembre). *Control Your Inventory In a World of Lean Retailing*. USA: Harvard Business Review.
- Corsten, D. & Kumar, N. (2003, mayo). *Profits in the Pie of Beholder*. USA: Harvard Business Review.
- Bendoly, E. & Jacobs, F. (2005). *Strategic ERP Extension and Use*. USA: Stanford University Press.
- Srinivasan, A. & Kuren, B. (2014, abril). *Creating a Culture of Quality*. USA: Harvard Business Review.
- D'Alessio, F. (2002). *Administración y Dirección de la Producción Enfoque estratégico y de calidad*. Colombia: Pearson Educación de Colombia.
- Tarí, J. (2000). *Calidad Total Fuente de Ventaja Competitiva*. España: Publicaciones Universidad de Alicante.
- Mera, S., Hoffman, J., & Sirias, D. (2014, abril). *TQM as a Management Strategy for the Next Millennia*. USA: Emerald Journals.
- Kotler, P. & Armstrong, G. (2007). *Marketing Versión para Latinoamérica*. México: Pearson Educación.
- Birsel, A. (2017, agosto). *Los Tres Pasos del Pensamiento Inverso para dar con una Idea Innovadora*. USA: Harvard Business Review en Español.
- Everett, A., & Ebert, R. (1978). *Administración de la Producción y las Operaciones, Conceptos, Modelos y Funcionamiento*. Colombia: Prentice/Hall International.

- Parra, C., & Crespo, A. (2012). *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada a la Gestión de Activos*. España: INGEMAN (Asociación Española para el desarrollo de la ingeniería de mantenimiento).
- Mc Nulty, G. (2004, mayo). 5th International Conference on Quality, Reliability And Maintenance QRM 2004. Inglaterra: Professional Engineering Publishing Limited.
- RCM – Mantenimiento centrado en confiabilidad. (2005, octubre). Recuperado de http://www.mantenimientoplanificado.com/art%C3%ADculos_rcm_archivos/ariel%20ZYLBBERBERG/RCM_Scorecard_overview.pdf
- Benzaquen, J. (2012). Calidad en las Empresas Latinoamericanas el Caso Peruano. *Revista de Globalización, Competitividad y Gobernabilidad*. Recuperado de <http://gcg.universia.net>
- Loots, P., & Henchie, N. (2007, noviembre). *Word Apart EPC and EPCM Contracts: Risk Issues and Allocation*. Inglaterra: Mayer Brown.
- Burt, D., & Starling, S. (2003). *World Class Supply Management: The Key to Supply Chain Management*. USA: Mc. Graw – Hill / Irwin.
- Fisher, M. (1997). *Framework for the Alignment of Supply Chain Management With Product Characteristic*. USA: Harvard Business Review.
- Maldonado, A. (2009, febrero). *Las Cadenas de Suministro Global un Reto para México*. México: Revista Comercio Exterior.
- Porter, M., & Stern, S. (2001). *Innovation Location Matters*. USA: MIT Sloan Management Review.
- Redacción BBC. (2017, enero). *Donald Trump Amenaza a Toyota con un Gran Arancel sino Mueve su Producción de México a Estados Unidos*. Recuperado de <http://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-38526073>
- Boothroyd, G., Dewhurst, P., & Knight, W. (2002). *Product Desing for Manufacturing and Assembly*. USA N.Y.: Marcel Dekker.
- Cooper, R. (2001). *Winning at New Products: Accelerating the Process from Idea to Launch*. USA, M.A.: Perseins Books.
- Ulrich, K., & Eppinger, S. (2012). *Product Desing and Development*. USA, N.Y.: Mc Graw – Hill Irwin.
- López, J., Jiménez, M., & Sánchez, J. (2016). Despliegue de la Función de Calidad para el Diseño del Limpiador Automático de Rodillo. *Conciencia Tecnológica*, 52, 1-7. Recuperado de <http://www.redalyc.org/jatsRepo/944/94451204008/94451204008.pdf>
- Backer, M. & Jacobsen, L. (1997). *Contabilidad de Costos un Enfoque Administrativo para la Toma de Decisiones* (6th ed.). Mexico: Mc Graw Hill.
- Laseter, T. (2000). *Alianzas Estratégicas con Proveedores, un Modelo de Abastecimiento Equilibrado*. Colombia: Grupo Editorial Norma.

- Hayes, R., & Wheelwright, S. (1986). Relacionar el Proceso de Fabricación con el Ciclo de Vida del Producto. En *Educación Cultural Recreativa. Clásicos de Harvard de la Administración, Vol III*, (47-54). Colombia: Carvajal S.A.
- Judson, A. (1986). La Incomoda Verdad sobre la Productividad. En *Educación Cultural Recreativa. Clásicos de Harvard de la Administración, Vol. IV*, (69-75). Colombia: Carvajal S.A.
- Levitt, T. (1986). Aproveche el Ciclo de Vida del Producto. En *Educación Cultural Recreativa. Clásicos de Harvard de la Administración, Vol. VI*, (25-38). Colombia: Carvajal S.A.
- Porter, M. (1999). *Ventaja Competitiva, Creación y Sostenimiento de un Desempeño Superior*. México: Compañía Editorial Continental S.A. de C.V.
- Reddy, J. & Berger, A. (1986). Tres Puntos Fundamentales de la Calidad del Producto. En *Educación Cultural Recreativa. Clásicos de Harvard de la Administración, Vol. V*, (59-67). Colombia: Carvajal S.A.
- Vinson, W. & Heany, H. (1986). ¿Está Fuera de Control la Calidad?. En *Educación Cultural Recreativa. Clásicos de Harvard de la Administración. Vol. II*, (59-66). Colombia: Carvajal S.A.
- Hayes, R. & Schmenner, R. (1986). ¿Cómo debe Organizarse el Área de Producción. En *Educación Cultural Recreativa. Clásicos de Harvard de la Administración. Vol. I*, (57-68). Colombia: Carvajal S.A.
- Malkiel, B. (1986). Productividad: El Problema Visto más allá de los Titulares. En *Educación Cultural Recreativa. Clásicos de Harvard de la Administración. Vol. VIII*, (77-87). Colombia: Carvajal S.A.

Apéndice A: Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) – Agrícola del Chira

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO N° 159-2016-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA


Resolución de Dirección General
 Lima, 28 de marzo de 2016

VISTOS:

El Expediente CUT N° 71117-2010, que contiene la solicitud presentada mediante Carta N° 034-2014/ACHSA-GG, de fecha 17 de marzo de 2014, por la empresa AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A. con domicilio legal en Carretera Ignacio Escudero – Tamarindo Km.6, distrito y provincia de Sullana, Región Piura, sobre la aprobación del Programa de Adecuación y Manejo Ambiental – PAMA; y el Informe N° 376-2016-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA-DGAA, que forma parte integrante de la presente Resolución; y,

CONSIDERANDO:

Que, mediante Carta N° 034-2014/ACHSA-GG, con fecha de recepción 17 de marzo de 2014, la empresa AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A., solicitó a la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios del Ministerio de Agricultura y Riego, la aprobación de su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental – PAMA, para sus instalaciones ubicadas en los Fundos: La Huaca, Lobo, Castellana, Buenaventura, Montelima y San Vicente, localizados a lo largo de la carretera Ignacio Escudero – Tamarindo, en las provincias de Paita y Sullana de la Región Piura;

Que, el artículo 26° de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, dispone que la autoridad competente puede aprobar Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA), para facilitar la adecuación de una actividad económica a obligaciones ambientales nuevas, debiendo asegurar su debido cumplimiento, a través de objetivos de desempeño ambiental explícitos, metas y un cronograma de avance de cumplimiento, así como las medidas de prevención, control, mitigación, recuperación y eventual compensación que correspondan; siendo que el incumplimiento de las acciones definidas en dicho documento de gestión ambiental, durante su vigencia o al finalizar la misma, es pasible de sanción administrativa, independientemente de las sanciones civiles o penales a las que hubiere lugar;

Que, a través del Oficio N° 663-14-MINAGRI-DGAAA-71117-2010, de fecha 31 de marzo de 2014, la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios del Ministerio de Agricultura y Riego solicitó a la Autoridad Nacional del Agua - ANA, Opinión Técnica dentro del marco de su competencia sobre el Programa de Adecuación y Manejo Ambiental de la empresa solicitante;

Que, con Carta N° 368-14-MINAGRI-DGAAA-71117-2010, de fecha 30 de abril de 2014, la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios del Ministerio de Agricultura y Riego, remitió a la empresa AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A., la Observación Técnica N° 073-14-MINAGRI-DGAAA-DGAA/REA-71117-2010, conteniendo treinta y siete (37) observaciones al Programa de Adecuación y Manejo Ambiental;





Que, mediante Oficio N° 264-2014-ANA-DGCRH, ingresado con fecha 06 de mayo de 2014, la Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional de Agua, remitió el Informe Técnico N° 206-2014-ANA-DGCRH/IGA, conteniendo las observaciones al Programa de Adecuación y Manejo Ambiental de la empresa solicitante;

Que, a través de Carta N° 0091-2014/ACHASA, con fecha de recepción 19 de junio de 2014, la empresa AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A., remitió a la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios del Ministerio de Agricultura y Riego, el levantamiento de observaciones sobre su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental;

Que, con Carta N° 706-14-MINAGRI-DGAAA-71117-2010, de fecha 20 de agosto de 2014, la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios del Ministerio de Agricultura y Riego, remitió a la empresa AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A., la Observación Técnica N° 163-14-MINAGRI-DGAAA-DGAA/REA-71117-2010;

Que, con Carta N° 121-2014/ACHSA-GG, con fecha de recepción 29 de agosto de 2014, la empresa recurrente solicitó a la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios del Ministerio de Agricultura y Riego, se le conceda un plazo de diez (10) días hábiles para presentar el levantamiento de observaciones al Programa de Adecuación y Manejo Ambiental de la citada empresa. Asimismo, mediante la Carta S/N, con fecha de recepción 10 de octubre de 2014, la empresa solicitante remitió a la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios del Ministerio de Agricultura y Riego, el levantamiento de observaciones de su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental;

Que, conforme a la Carta N° 866-14-MINAGRI-DGAAA-71117-2010, de fecha 22 de octubre de 2014, la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios del Ministerio de Agricultura y Riego, remitió a la empresa recurrente el Informe Técnico N° 206-14-ANA-DGCRH, elaborado por la Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional de Agua, en la cual se formularon cinco (05) observaciones al Programa de Adecuación y Manejo Ambiental, y la Carta N° 188-2014/ACHASA-GG, con fecha de recepción 12 de noviembre de 2014, mediante la cual la empresa solicitante remitió a la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios del Ministerio de Agricultura y Riego, el levantamiento de las observaciones realizadas por la Autoridad Nacional de Agua – ANA, al Programa de Adecuación y Manejo Ambiental para la evaluación respectiva;

Que, con Oficio N° 2220-14-MINAGRI-DGAAA-71117-2010, de fecha 25 de noviembre de 2014, la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios del Ministerio de Agricultura y Riego, remitió a la Autoridad Nacional del Agua -ANA, el levantamiento de observaciones al Programa de Adecuación y Manejo Ambiental de la empresa AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A. Así, mediante el Oficio N° 708-2014-ANA-DGCRH, con fecha de recepción 19 de diciembre de 2014, la Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional de Agua, remitió su Opinión Favorable al Programa de Adecuación y Manejo Ambiental de la empresa AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A.;

Que, mediante Carta N° 052-2015/ACHSA-GG, con fecha de recepción 23 de junio de 2015, la empresa AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A., remitió a la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios del Ministerio de Agricultura y Riego, el primer Informe Complementario sobre su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental; asimismo, con Carta N° 108-2015/ACHSA-GG, ingresada con fecha 28 de octubre de 2015, la empresa AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A., remitió a la referida Dirección General, un segundo Informe Complementario de su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental;





Resolución de Dirección General

Lima, 28 de marzo de 2016

Que, según lo dispuesto en el artículo 45° del Reglamento de Gestión Ambiental del Sector Agrario, aprobado mediante Decreto Supremo N° 019-2012-AG, el PAMA es exigible a las empresas que tengan actividades en curso, los mismo que deberán contemplar las normas que establezcan obligaciones ambientales que impliquen un proceso de adecuación ambiental;

Que, la Dirección de Gestión Ambiental Agraria de la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios, mediante Informe N° 376-2016-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA-DGAA, de fecha 23 de marzo de 2016, precisó que la empresa AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A., subsanó satisfactoriamente las observaciones formuladas y que cumplió con los requisitos establecidos en el artículo 48° del Reglamento de Gestión Ambiental del Sector Agrario, aprobado mediante Decreto Supremo N° 019-2012-AG, que establece el procedimiento para la aprobación del Programa de Adecuación y Manejo Ambiental - PAMA, por lo que recomienda **APROBAR** el Instrumento de Gestión Ambiental de la citada empresa;

Que, los compromisos asumidos en el Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) de la empresa AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A., están sujetos a acciones de supervisión y fiscalización por parte de la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios del Ministerio de Agricultura y Riego, de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 49° del Reglamento de Gestión Ambiental del Sector Agrario, aprobado mediante Decreto Supremo N° 019-2012-AG, por lo que deberán presentar la documentación correspondiente en su oportunidad;

Que, conforme al Principio de Presunción de Veracidad, dispuesto en el numeral 1.7. del artículo IV del Título Preliminar de la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General, se presume que los documentos y declaraciones formuladas por los administrados, responden a la verdad de los hechos que afirman;

Que, estando a lo informado por la Dirección de Gestión Ambiental Agraria de la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios mediante el Informe N° 376-2016-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA-DGAA;

De conformidad con lo dispuesto por la Ley N° 27446 - Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental y su Reglamento, aprobado mediante Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM; el Reglamento de Gestión Ambiental del Sector Agrario, aprobado por Decreto Supremo N° 019-2012-AG, modificado mediante Decreto Supremo N° 004-2013-AG y Decreto Supremo N° 013-2013-MINAGRI; Reglamento de Organización y Funciones (ROF) del Ministerio de Agricultura y Riego, aprobado mediante Decreto Supremo N° 008-2014-MINAGRI, Resolución Ministerial N° 157-2011-MINAM que aprobó la "Primera Actualización del Listado de Inclusión de los Proyectos de Inversión sujetos al Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental-SEIA, considerados en el Anexo II del Reglamento de la Ley N° 27446;



SE RESUELVE:

Artículo 1°.- APROBAR el Programa de Adecuación y Manejo Ambiental – PAMA, presentado por la empresa AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A., ubicado en los Fundos: La Huaca, Lobo, Castellana, Buenaventura, Montelima y San Vicente, localizados a lo largo de la carretera Ignacio Escudero – Tamarindo, en las provincias de Paita y Sullana de la Región Piura.

Artículo 2°.- La empresa AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A., en su calidad de titular del Proyecto, queda obligada al estricto cumplimiento de los compromisos asumidos en el Programa de Adecuación y Manejo Ambiental – PAMA, así como de las obligaciones contenidas en el numeral XV del Informe N° 376-2016-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA-DGAA, el mismo que forma parte integrante de la presente Resolución.

Artículo 3°.- El Programa de Adecuación y Manejo Ambiental – PAMA de la empresa AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A., no exceptúa a la citada empresa de cumplir con la presentación de su expediente para gestionar ante las autoridades competentes, las autorizaciones y licencias que estén reguladas expresamente por normas específicas de carácter nacional, regional y local.

Artículo 4°.- El periodo de implementación del Programa de Adecuación y Manejo Ambiental – PAMA de la empresa AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A., será de cinco (05) años, contados a partir del día siguiente de la emisión de la presente resolución.

Artículo 5°.- Notificar la presente resolución a la empresa AGRÍCOLA DEL CHIRA S.A., conforme a Ley.

Regístrese y comuníquese.



Katherine Riquero

Katherine Riquero Antúnez
Directora General

Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios

Apéndice B: Caña Brava es Multada por Quema que Contamina

5 agosto, 2016



El Ministerio de Agricultura multó con 9 UITs a la empresa Agrícola del Chira (Caña Brava), por la quema indiscriminada de caña y broza de caña de azúcar.

La información la dio a conocer Ronald Ruiz Chapilliquén, gerente de recursos naturales del Gobierno regional.

El funcionario regional informó que el Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) de la empresa, establecido por el Minagri, permite imponer esta sanción económica equivalente a 31 mil 600 soles.

Cabe indicar que este PAMA permite que el Minagri inspeccione y verifique “quemadas de caña no autorizadas”.

Es decir quemadas que no cuenten con las condiciones establecidas por el Minagri que no afectarían a la población aledaña, según este ente gubernamental.

Si bien el funcionario regional saludó las bondades de este programa, cabe preguntarse si es que una simple sanción económica soluciona la grave contaminación ambiental que se genera en la zona.

Sobre todo si ese humo originado por la quema llega a los pulmones de la población aledaña que lidia con este problema desde ya hace varios años.

Apéndice C: Estudio de Descomposición de Broza



DESCOMPOSICIÓN DE BROZA ENTERRADA DE CAÑA DE AZÚCAR EN BASE A MICROBIOS EFECTIVOS Y ÚREA – FUNDO LOBO I

1 Ubicación: Empresa Agrícola del Chira S.A. Equipo 4, Turno 2 Fundo Lobo I – Carretera Sullana Paita. Piura.

2 Tratamientos

Tratamientos	Descripción	Distribución
T 1	Úrea (Voleo) 50 Kg.ha ⁻¹	Lobo I -E4 T2 P 13, 14, 15
T2	Úrea (Voleo) 100 Kg.ha ⁻¹	Lobo I -E4 T2 P 19, 20, 36
T 3	Úrea (diluida) 56.6 Kg.ha ⁻¹ + 56.6 l de Inka Top.ha ⁻¹	Lobo I -E4 T2 P 33, 34, 35
T 4	Testigo absoluto	Lobo I -E4 T2 P 16, 17, 18

Existe una lenta tasa de descomposición a los 4 meses de haber enterrado la broza de caña, los niveles reportados a través de los análisis muestran una reducción promedio de la relación C/N de 13%. El rango ideal para una adecuada transformación de los residuos se encuentra entre 10 – 20, nuestro ensayo solo ha logrado alcanzar una mínima de 91 (tratamiento 1).

Tabla 4.2 Tasa de descomposición de la broza a los 4 meses después de la instalación

		T1	T2	T3	T4
C_Total	Inicio	38.2	36.3	38.3	38.8
	4 meses	16.38	30.78	22.45	26.92
N_total	Inicio	0.38	0.32	0.33	0.32
	4 meses	0.18	0.28	0.23	0.29
Relación C/N	Inicio	100.53	113.44	116.06	121.25
	4 meses	91.00	109.93	97.61	92.83
	%	9%	3%	16%	23%

Apéndice D: Análisis de Rendimiento (hrs/ha) y Costo de Enterrado de Broza (\$/ha)

Actividad	Rendimiento de enterrado de broza (hrs/ha)	Costo (\$/ha)
Surcado de broza	0.67	46.9
Tapado de broza	0.67	46.9
Pisado de broza	2	15.6
Ayuntamiento mecánico de broza	0.5	62.5
	3.84	171.9



Apéndice E: Cotización de Bomba de Back up para reservorio R1 - Montelima



SOLUCIONES CON TECNOLOGÍA

Oferta No. JVA-0399-17

Lima, 15 de diciembre de 2017

Señores

AGRICOLA DEL CHIRA S.A.

Presente.-

Atención : JOSE CARLOS LOPEZ PALOMINO
MANTENIMIENTO

Referencia : BOMBA 150-400-9HE-H750-AS/401 (EJE LIBRE)

Estimados señores:

Atendiendo su solicitud de cotización de la referencia y de acuerdo a los datos proporcionados por ustedes, nos es grato cotizarles como sigue:

ÍTEM 01: DESCRIPCIÓN GENERAL

Bomba centrífuga, marca HIDROSTAL, fabricada en el Perú, con certificación ISO 9001 e ISO 14001. Caja de bomba con succión axial y descarga radial. Soporte construido en fierro fundido con rodamientos lubricados por grasa.

PRECIOS

Ítem	Cant.	Descripción	Valor venta unitario	Dcto %	Valor venta total
1	1	BOMBA 150-400-9HE-H750-AS/401 (EJE LIBRE)	6,321.00	15	5,372.85
			VALOR VENTA NETO	US\$	5,372.85
			I.G.V. 18%	US\$	967.11
			PRECIO VENTA TOTAL	US\$	6,339.96

Precios: En US\$ Dólares Americanos o en Soles al tipo de cambio de venta del día de pago.

HIDROSTAL S.A.

319-1000
www.hidrostral.com.pe

- **LIMA** Sede central, Portada del Sol 722 - Lima 36, ventas@hidrostral.com.pe
- **LIMA** Tienda, Paseo de la República 2500 - Lima 14, fax: 441-8560, lince@hidrostral.com.pe
- **PIURA** Zona industrial Mz. 229 Lote 1E, Telf.: (73) 331-031, piura@hidrostral.com.pe
- **AREQUIPA** Avenida Parro 306 - Cercado, Telf.: (54) 214-090, arequipa@hidrostral.com.pe

BASC **CERT**
ISO 9001
ISO 14001

Apéndice F: Layout de la Planta de Fabricación de Etanol

Apéndice G: Análisis de Bombas BS-MLR1-02 AL BS-MLR1-14

TUBERIA SUCCION DE BOMBA

DIAMETRO(mm)	CAPACIDAD DE CIRCULACION DE AGUA POR TUBERIA(l/s)	CANTIDAD DE TUBERIAS	CAPACIDAD DE INGRESO DE AGUA A BOMBAS (l/s)
350	164	6	984

TUBERIA SALIDA DE BOMBA

DIAMETRO(mm)	CAPACIDAD DE CIRCULACION DE AGUA POR TUBERIA(l/s)	CANTIDAD DE TUBERIAS	CAPACIDAD DE INGRESO DE AGUA A BOMBAS (l/s)
600	565	1	565
450	238	1	238
700	769	1	769

CAPACIDAD DE BOMBEO

CONJUNTO DE BOMBAS		CAUDAL NOMINAL (l/s)
DESDE BS-MLR1-02 A BS-MLR1-05	Q2=	500
DESDE BS-MLR1-06 A BS-MLR1-08	Q3=	375
DESDE BS-MLR1-09 A BS-MLR1-14	Q4=	750
	Q11=	1625

ANALISIS

La capacidad de bombeo de bombas BS-MLR1-02 al BS-ML-R1-14 es de $Q_{11}=1625$ l/s, supera la capacidad de circulación de agua por la tubería de succión (984 l/s), motivo por el cual las bombas cavitan y vibran, por lo que el deterioro de bomba es acelerado.

Respecto al la tubería de salida de bomba que va desde el reservorio R1 a R2, tiene una capacidad de circulación de agua de 769 l/s, y las bombas que inyectan agua por dicha tubería que corresponden a las bombas BS-MLR1-09 hasta la BS-MLR1-14 suman un caudal nominal de 750 l/s; esto quiere decir que las tubería que va del reservorio R1 a R2 está trabajando en el límite.

Apéndice H: Análisis de Bombas BS-MLR1-19 AL BS-MLR1-21

TUBERIA SUCCION DE BOMBA

DIAMETRO(mm)	CAPACIDAD DE CIRCULACION DE AGUA POR TUBERIA(l/s)	CANTIDAD DE TUBERIAS	CAPACIDAD DE INGRESO DE AGUA A BOMBAS (l/s)
350	164	2	328

TUBERIA SALIDA DE BOMBA

DIAMETRO(mm)	CAPACIDAD DE CIRCULACION DE AGUA POR TUBERIA(l/s)	CANTIDAD DE TUBERIAS	CAPACIDAD DE INGRESO DE AGUA A BOMBAS (l/s)
600	565	1	565

CAPACIDAD DE BOMBEO

CONJUNTO DE BOMBAS	CAUDAL NOMINAL (l/s)
DESDE BS-MLR1-19 A BS-MLR1-21	Q6= 375

ANALISIS

La capacidad de bombeo de bombas BS-MLR1-19 a la BS-MLR1-21 es de 375 l/s, supera la capacidad de circulación de agua por la tubería de succión (328 l/s), por lo que está trabajando con problemas hidráulicos poco críticos.

Respecto a la tubería de salida de bomba que va desde el reservorio R1 a R4, tiene una capacidad de circulación de agua de 565 l/s, y las bombas que inyectan agua por dicha tubería que corresponden a las bombas BS-MLR1-15 hasta la BS-MLR1-18 suman un caudal nominal de 375 l/s; esto quiere decir que la tubería que va del reservorio R1 a R5 están en el rango correcto.

Apéndice I: Análisis de Bombas BS-MLR1-15 AL BS-MLR1-18

TUBERIA SUCCION DE BOMBA

DIAMETRO(mm)	CAPACIDAD DE CIRCULACION DE AGUA POR TUBERIA(l/s)	CANTIDAD DE TUBERIAS	CAPACIDAD DE INGRESO DE AGUA A BOMBAS (l/s)
350	164	2	328

TUBERIA SALIDA DE BOMBA

DIAMETRO(mm)	CAPACIDAD DE CIRCULACION DE AGUA POR TUBERIA(l/s)	CANTIDAD DE TUBERIAS	CAPACIDAD DE INGRESO DE AGUA A BOMBAS (l/s)
500	392	1	392

CAPACIDAD DE BOMBEO

CONJUNTO DE BOMBAS		CAUDAL NOMINAL (l/s)
DESDE BS-MLR1-15 A BS-MLR1-18	Q5=	500

ANALISIS

La capacidad de bombeo de bombas BS-MLR1-15 a la BS-MLR1-18 es de 500 l/s, supera la capacidad de circulación de agua por la tubería de succión (328 l/s), motivo por el cual las bombas cavitan y vibran, por lo que el deterioro de bomba es acelerado.

Respecto al la tubería de salida de bomba que va desde el reservorio R1 a R5, tiene una capacidad de circulación de agua de 392 l/s, y las bombas que inyectan agua por dicha tubería que corresponden a las bombas BS-MLR1-15 hasta la BS-MLR1-18 suman un caudal nominal de 500 l/s; esto quiere decir que la tubería que va del reservorio R1 a R5 están subdimensionadas.

Apéndice J: Análisis de Propuesta de Mejora a Tubería Ingreso de BS-MLR1-02 al BS-MLR1-14

SISTEMA DE BOMBEO ACTUAL EN BOMBAS DESDE BS-MLR1-02 A BS-MLR1-

TUBERIA SUCCION DE BOMBA

DIAMETRO(mm)	CAPACIDAD DE CIRCULACION DE AGUA POR TUBERIA(l/s)	CANTIDAD DE TUBERIAS	CAPACIDAD DE INGRESO DE AGUA A BOMBAS (l/s)
350	164	6	984

TUBERIA SALIDA DE BOMBA

DIAMETRO(mm)	CAPACIDAD DE CIRCULACION DE AGUA POR TUBERIA(l/s)	CANTIDAD DE TUBERIAS	CAPACIDAD DE INGRESO DE AGUA A BOMBAS (l/s)
600	565	1	565
450	238	1	238
700	769	1	769

CAPACIDAD DE BOMBEO

CONJUNTO DE BOMBAS		CAUDAL NOMINAL (l/s)
DESDE BS-MLR1-02 A BS-MLR1-05	Q2=	500
DESDE BS-MLR1-06 A BS-MLR1-08	Q3=	375
DESDE BS-MLR1-09 A BS-MLR1-14	Q4=	750
	Q11=	1625

SISTEMA DE BOMBEO PROPUESTO EN BOMBAS DESDE BS-MLR1-02 A BS-MLR1-

TUBERIA SUCCION DE BOMBA

DIAMETRO(mm)	CAPACIDAD DE CIRCULACION DE AGUA POR TUBERIA(l/s)	CANTIDAD DE TUBERIAS	CAPACIDAD DE INGRESO DE AGUA A BOMBAS (l/s)
350	164	10	1640

TUBERIA SALIDA DE BOMBA

DIAMETRO(mm)	CAPACIDAD DE CIRCULACION DE AGUA POR TUBERIA(l/s)	CANTIDAD DE TUBERIAS	CAPACIDAD DE INGRESO DE AGUA A BOMBAS (l/s)
600	565	1	565
450	238	1	238
700	769	1	769

CAPACIDAD DE BOMBEO

CAPACIDAD DE BOMBEO		CAUDAL NOMINAL (l/s)
DESDE BS-MLR1-02 A BS-MLR1-05	Q2=	500
DESDE BS-MLR1-06 A BS-MLR1-08	Q3=	375
DESDE BS-MLR1-09 A BS-MLR1-14	Q4=	750
	Q11=	1625

Apéndice K: Cotizaciones de Tuberías FRP



vg



O-TEK CENTRAL S.A.S.
 Planta Zona Franca Parque Central
 Variante Cartagena Calle 1, Carrera # 2-05.
 Turbaco, Bolívar - Colombia
 Teléfono Of. ppal: + (574) 444 42 42 Ext.5157



Cotización No. 40492-3

Empresa:	Caña Brava
NIT	
Contacto:	Diego Eduardo Rentería Muro.
Email:	DRenteriaM@agricolachira.com.pe
Ciudad:	Plura - Peru
Dirección:	Av. Los Tallanes MZ E Lt. 3 Urb. San Eduardo
Teléfono:	972976547
Fax:	

PROYECTO: CAÑA BRAVA

APLICACIÓN: ACUEDUCTO

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	VALOR	
				UNITARIO (USD \$)	PARCIAL (USD \$)
1	Tubería GRP DN450 PN10 SN2500	m	24	\$ 475	\$ 11.394
2	Tubería GRP DN700 PN10 SN2500	m	12	\$ 697	\$ 8.359
3	Acople GRP DN700 PN10	un	6	\$ 850	\$ 5.100
4	Acople GRP DN600 PN10	un	20	\$ 668	\$ 13.362
5	Acople GRP DN500 PN10	un	10	\$ 459	\$ 4.587
6	Acople GRP DN450 PN10	un	3	\$ 452	\$ 1.355
7	Acople GRP DN400 PN10	un	4	\$ 433	\$ 1.734
8	Empaques Aro DN700	un	40	\$ 10	\$ 384
9	Empaques Aro DN600	un	36	\$ 9	\$ 306
10	Empaques Aro DN500	un	32	\$ 5	\$ 152
11	Empaques Aro DN400	un	32	\$ 4	\$ 124
DN=Diámetro Nominal (mm), PN=Presión Nominal (bar), SN=Rigidez Nominal (N/m ²), L=Longitud (m)				Subtotal	\$ 46.856
				Flete	\$ 1.503
La tubería se suministra para sistemas a flujo libre y a presión hasta 32 bar (470 psi), en diámetros entre 300 y 3700mm, cumpliendo con todas las normas de fabricación AWWA C-950 y las NTC 3826, NTC 3870 y NTC 3871.				Seguro	\$ 45
				TOTAL	\$ 48.508

Términos Comerciales

* Moneda: Dolares Americanos

*Consideraciones:

- La longitud de la tubería se considera de 11,8 metros.
- Se cotizan las cantidades solicitadas por el cliente.

* Impuestos y Pólizas:

- Esta propuesta no incluye: Retenciones locales, pólizas, ni impuestos imputables al suministro. Estos deberán ser contemplados de manera adicional y sobre el valor ofertado.

*Transporte (CIF): El costo del transporte incluye embalaje, seguro, transporte terrestre y marítimo CIF Puerto Paita, no se incluye descargue en Puerto Paita, gastos de aduana o nacionalización ni transporte interno dentro de Perú

* El costo del transporte incluye embalaje completo de acuerdo a los protocolos estándar de OTEK. En caso que el CLIENTE se encargue del transporte este valor adicional deberá tenerse en cuenta.

* El flete ofrecido en la presente oferta, corresponde a la optimización incluyendo anidamiento, realizada con las cantidades y especificaciones técnicas recibidas a la fecha de elaboración de la oferta, en caso de cualquier variación en estas, se deberán hacer los ajustes correspondientes y los sobrecostos son responsabilidad del CLIENTE.



Cotización

O-TEK CENTRAL S.A.S.

Planta Zona Franca Parque Central
 Variante Cartagena Calle 1, Carrera # 2-05.
 Turbaco, Bolívar - Colombia
 Teléfono Of. ppal: + (574) 444 42 42 Ext.5157



Cotización No. 40492-3

Empresa:	Caña Brava
NIT	
Contacto:	Diego Eduardo Renteria Muro.
Email:	DRenteriaM@agricolachira.com.pe
Ciudad:	Piura- Peru
Dirección:	Av. Los Tallanes MZ E Lt. 3 Urb. San Eduardo
Teléfono:	972976547
Fax:	

PROYECTO: CAÑA BRAVA*** Entregas:**

- El plazo de entrega será fijado de mutuo acuerdo. El plazo de entrega dependerá de la carga de trabajo en fábrica y los compromisos acordados previamente a la recepción de la orden de compra.
- Una vez se tenga confirmado el pedido y la tubería este fabricada, el CLIENTE deberá recibir todo lo solicitado. Cualquier cambio adicional de cantidades deberá tramitarse como un pedido nuevo. Lo anterior se debe a que no se maneja inventario de este tipo de producto.
- En el momento de tener el suministro de tubería y/o accesorios en patio disponibles para el despacho, el Coordinador de zona comunicará por escrito al CLIENTE confirmándole las cantidades y así proceder con el despacho. Si pasado 10 días después de recibida esta confirmación, el CLIENTE no está en capacidad de recibir la tubería y/o accesorios confirmados, OTEK cobrará a título de bodegaje el 1,25% efectivo del valor de la mercancía disponible, por cada mes o proporcional al tiempo que la tubería permanezca en nuestras instalaciones. La mercancía no se liberará hasta tanto el CLIENTE no haya pagado la suma adeudada por concepto de dicho bodegaje.
- Cualquier cambio, cancelación, demora o atraso de los suministros solicitados por el CLIENTE (dificultad de acceso, falta de permisos, expropiaciones pendientes, etc...) no será impedimento para que OTEK pueda proceder a la facturación de materia prima adquirida o del material fabricado y no suministrado a la obra.
- Si el desarrollo de las obras sufriese paralización o retraso por un tiempo superior a los 10 días por causas ajenas a OTEK, ésta podría analizar las nuevas condiciones económicas de acuerdo con las variables del mercado. Si la obra se paralizara definitivamente el proveedor cobraría el material suministrado hasta entonces y el que se hallara en fabricación.
- OTEK no será responsable ni se considerará que ha incumplido sus obligaciones si cumple con las mismas de manera tardía o con impedimentos debido a: (a) causas ajenas a su razonable control; o (b) actos de fuerza mayor, actos (u omisiones) de autoridades gubernamentales, incendios, condiciones meteorológicas severas, terremotos, huelgas u otros disturbios laborales, huelgas en vías que impidan el tránsito por ellas, cierres de puertos o fronteras, inundaciones, guerra (declarada o no), epidemias, revueltas sociales, disturbios, retrasos en transportes; o (c) actos u omisiones del CLIENTE.

*** Tramos cortos:**

- Hasta un 10% de la longitud de la tubería puede entregarse en tubos de longitudes diferentes a las descritas. Los acoples necesarios para la unión de esta tubería serán despachados por O-tek sin costo para el cliente.
- Para instalación estándar de la Tecnología Flowtite, es requisito considerar tramos cortos y acoples adicionales, que no están considerado en esta propuesta.

*** Forma de pago:**
100% anticipado.

Fecha de elaboración: 12 de Diciembre de 2017
 Vencimiento: Treinta (30) días

Plazo de entrega: Ver términos comerciales
 Sitio de entrega: INCOTERMS 2010 (CIF) PUERTO PAITA

Siempre estaremos atentos para asistirlos técnica y comercialmente

O-tek

Ing. CARLOS MARIO
 ALVAREZ

Elaboró: MV-Estructuración Proyectos

Apéndice L: Análisis de Propuesta de Mejora a Tubería de Ingreso de BS-MLR1-15 al BS-MLR1-18

SISTEMA DE BOMBEO ACTUAL EN BOMBAS DESDE BS-MLR1-15 A BS-MLR1-18

TUBERIA SUCCION DE BOMBA

DIAMETRO(mm)	CAPACIDAD DE CIRCULACION DE AGUA POR TUBERIA(l/s)	CANTIDAD DE TUBERIAS	CAPACIDAD DE INGRESO DE AGUA A BOMBAS (l/s)
350	164	2	328

TUBERIA SALIDA DE BOMBA

DIAMETRO(mm)	CAPACIDAD DE CIRCULACION DE AGUA POR TUBERIA(l/s)	CANTIDAD DE TUBERIAS	CAPACIDAD DE INGRESO DE AGUA A BOMBAS (l/s)
500	392	1	392

CAPACIDAD DE BOMBEO

CONJUNTO DE BOMBAS		CAUDAL NOMINAL (l/s)
DESDE BS-MLR1-15 A BS-MLR1-18	Q5=	500

SISTEMA DE BOMBEO PROPUESTO EN BOMBAS DESDE BS-MLR1-15 A BS-MLR1-18

TUBERIA SUCCION DE BOMBA

DIAMETRO(mm)	CAPACIDAD DE CIRCULACION DE AGUA POR TUBERIA(l/s)	CANTIDAD DE TUBERIAS	CAPACIDAD DE INGRESO DE AGUA A BOMBAS (l/s)
350	164	3	492

TUBERIA SALIDA DE BOMBA

DIAMETRO(mm)	CAPACIDAD DE CIRCULACION DE AGUA POR TUBERIA(l/s)	CANTIDAD DE TUBERIAS	CAPACIDAD DE INGRESO DE AGUA A BOMBAS (l/s)
500	392	1	392

CAPACIDAD DE BOMBEO

CONJUNTO DE BOMBAS		CAUDAL NOMINAL (l/s)
DESDE BS-MLR1-15 A BS-MLR1-18	Q5=	500