



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**PROPUESTA DE UNA RED DE AIRE COMPRIMIDO UTILIZADA
PARA LA FABRICACIÓN DE MUEBLES DE AGLOMERADO Y
CON REVESTIMIENTO DE LAMINADOS PLÁSTICOS**

Juan Elizandro López Gómez

Asesorado por Ing. Byron Estuardo Ixpatá Reyes

Guatemala, junio de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE UNA RED DE AIRE COMPRIMIDO UTILIZADA PARA LA
FABRICACIÓN DE MUEBLES DE AGLOMERADO Y CON REVESTIMIENTO
DE LAMINADOS PLÁSTICOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JUAN ELIZANDRO LÓPEZ GÓMEZ

ASESORADO POR EL ING. BYRON ESTUARDO IXPATÁ REYES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JUNIO DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luís Pedro Ortiz de León
VOCAL V	P.A. José Alfredo Ortiz Herincx
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXÁMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Walter Leonel Ávila Echeverría
EXAMINADOR	Ing. Leonel Estuardo Godínez Alquijay
EXAMINADOR	Ing. Julio Cesar Molina Zaldaña
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

PROPUESTA DE UNA RED DE AIRE COMPRIMIDO UTILIZADA PARA LA FABRICACIÓN DE MUEBLES DE AGLOMERADO Y CON REVESTIMIENTO DE LAMINADOS PLÁSTICOS

Tema que me fue asignado por la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, en octubre del año 2009.



Juan Elizandro López Gómez

Guatemala, 09 Febrero 2011

Ingeniero César Urquizú
Director de Escuela de Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Por medio de la presente informo a usted, que como Asesor del trabajo de graduación del estudiante universitario **JUAN ELIZANDRO LOPEZ GOMEZ**, procedí a revisar el trabajo de graduación, cuyo título es **“PROPUESTA DE UNA RED DE AIRE COMPRIMIDO UTILIZADA PARA LA FABRICACION DE MUEBLES DE AGLOMERADO Y CON REVESTIMIENTO DE LAMINADOS PLASTICOS”**, el cual encuentro satisfactorio.

En tal virtud, LO DOY POR APROBADO, solicitándole darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me es grato subscribirme a usted.

Muy deferentemente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Byron Estuardo Ixpatá Reyes
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado No. 6791
Ing. Byron Estuardo Ixpatá Reyes
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



REF.REV.EMI.041.011

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA DE UNA RED DE AIRE COMPRIMIDO UTILIZADA PARA LA FABRICACIÓN DE MUEBLES DE AGLOMERADO Y CON REVESTIMIENTO DE LAMINADOS PLÁSTICOS**, presentado por el estudiante universitario **Juan Elizandro López Gómez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑADA A TODOS”

Ing. Danilo González Trejo
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO ACTIVO No. 6.182

Ing. Erwin Danilo González Trejo
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, marzo de 2011.

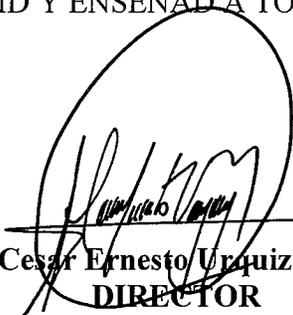
/mgp



REF.DIR.EMI.063.011

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROPUESTA DE UNA RED DE AIRE COMPRIMIDO UTILIZADA PARA LA FABRICACIÓN DE MUEBLES DE AGLOMERADO Y CON REVESTIMIENTO DE LAMINADOS PLÁSTICOS**, presentado por el estudiante universitario **Juan Elizandro López Gómez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, mayo de 2011.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE UNA RED DE AIRE COMPRIMIDO UTILIZADA PARA LA FABRICACIÓN DE MUEBLES DE AGLOMERADO Y CON REVESTIMIENTO DE LAMINADOS PLÁSTICOS**, presentado por el estudiante universitario **Juan Elizandro López Gómez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, mayo de 2011

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS	Porque a través de Él todo es posible.
MIS PADRES	Elizandro López Flores, Norma Lorena Gómez Pérez de López, como reconocimiento por sus innumerables esfuerzos.
MI ESPOSA	Maydellí Trujillo Peralta de López, por su apoyo incondicional en todo momento.
MI HIJO	Andréé Elizandro López Trujillo, por ser mi inspiración para luchar y seguir adelante.
MIS HERMANAS	Lorena Janeth López Gómez, Guadalupe Desireé López Gómez, porque siempre hemos luchado.
MI SOBRINA	Angélica Desireé.
MIS AMIGOS	José Esteban Fuentes Gálvez, Wilfredo Guzmán Mata, Madelline Scarlett Franco Tello, Aldo Rafael Marroquín Alarcón, Edgar Morataya.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por guiarme y permitirme alcanzar esta meta.
Mis padres	Por todo el esfuerzo que han realizado siempre.
Mi esposa	Por el apoyo incondicional que me da.
Mis hermanas	Por brindarme su apoyo.
Mis amigos	Por todo el apoyo que me han brindado.
Ing. Byron Estuardo Ixpata Reyes	Por su asesoría y colaboración al presente trabajo de graduación, gracias por su motivación y aprecio.

A todas aquellas personas que de alguna manera me brindaron su apoyo y ayuda.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Historia de la empresa	1
1.1.1. Misión	2
1.1.2. Visión	2
1.1.3. Objetivos de la empresa	3
1.1.4. Políticas	3
1.1.5. Organigrama	3
1.2. Neumática	4
1.2.1. Definición de neumática	5
1.2.2. Ventajas y desventajas de la neumática	5
1.2.3. Aire comprimido	7
1.3. Fundamentos físicos del aire	7
1.3.1. Aire	7
1.3.1.1. Estequiometría del aire	8
1.3.2. Presión	8
1.3.2.1. Presión atmosférica	8
1.3.2.2. Presión relativa	9
1.3.2.3. Presión absoluta	9

1.3.3.	Peso específico	10
1.3.4.	Caudal	11
1.4.	Red de distribución de aire comprimido	11
1.4.1.	Accesorios y dispositivos mecánicos	12
1.4.2.	Tuberías.....	13
1.5.	Control de costos para un proyecto de mejoramiento.....	14
2.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	17
2.1.	Red de distribución actual de la planta de producción	17
2.1.1.	Diagnóstico a la red de distribución de aire comprimido..	17
2.1.1.1.	Condensado producido en la red.....	18
2.1.1.2.	Calidad de aire en la red	18
2.1.1.3.	Pérdidas de aire por fricción	19
2.1.1.4.	Pérdidas de aire por fugas	19
2.1.2.	Consumo específico	20
2.1.3.	Compresor industrial actual	20
2.1.3.1.	Especificaciones del compresor.....	20
2.1.3.2.	Capacidad del compresor	22
2.1.3.3.	Presión de salida del compresor.....	22
2.1.3.4.	Presión de entrada en maquinaria industrial..	22
2.1.3.5.	Costos por servicio menor al compresor.....	24
2.1.3.6.	Costos por servicio mayor al compresor.....	25
2.1.4.	Tubería actual de la red.....	25
2.1.4.1.	Material de tubería	26
2.1.4.2.	Diámetro de la tubería	26
2.1.4.3.	Accesorios	26
2.1.4.4.	Trampas de agua.....	27
2.2.	Análisis financiero actual.....	29
2.2.1.	Análisis beneficio/costo de la red de distribución.....	29

2.2.2.	Costos actuales por mantenimiento	34
2.3.	Productividad actual en función de la red de distribución.....	36
2.4.	Paro imprevisto y efectos a la producción.....	38
3.	PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.....	41
3.1.	Alternativa propuesta para mejorar la red	41
3.1.1.	Consideraciones previas.....	41
3.1.1.1.	Consumo específico.....	41
3.1.1.2.	Coeficiente de utilización	41
3.1.2.	Instalación de secadora industrial.....	42
3.1.2.1.	Requisitos para una adecuada instalación.....	43
3.1.3.	Instalación de trampas de agua	44
3.1.3.1.	Tipos de trampas de agua a utilizar	44
3.1.4.	Tubería a utilizar	47
3.1.4.1.	Determinación del diámetro más económico a utilizar.....	47
3.1.4.2.	Cálculo de tubería	47
3.1.4.3.	Tubería principal	49
3.1.4.4.	Tubería secundaria	50
3.1.4.5.	Tubería de servicio.....	50
3.1.5.	Instalación preliminar de la nueva red de distribución	51
3.1.5.1.	Accesorios y herramientas necesarias para la instalación	51
3.1.6.	Presiones de trabajo	51
3.1.6.1.	Presión de salida del compresor	54
3.1.6.2.	Presión de entrada a máquinas industriales	54
3.1.6.3.	Presión de trabajo	54
3.1.7.	Pérdidas de aire.....	54
3.1.7.1.	Pérdidas por fricción	55
3.1.7.2.	Pérdidas de aire admisibles por fugas	55

3.1.8.	Mantenimiento a red de distribución	56
3.2.	Análisis de los costos de la maquinaria y equipo a utilizar	57
3.2.1.	Costos por implementación del proyecto	58
3.2.2.	Costo y especificaciones de maquinaria	58
3.2.3.	Costos de accesorios y herramientas	60
3.2.4.	Costos de mano de obra por instalación.....	61
3.2.5.	Costos por mantenimiento a la red de distribución	61
3.2.5.1.	Costos por mantenimiento preventivo.....	62
3.2.5.2.	Costos por mantenimiento correctivo.....	62
3.2.5.3.	Costos por falta de mantenimiento	63
3.2.6.	Costos por mantenimiento a secadora y compresor industrial.....	64
3.2.6.1.	Costos de servicio menor	64
3.2.6.2.	Costos de servicio mayor.....	64
4.	IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTA	67
4.1.	Implementación de sistema para control de costos	67
4.1.1.	Control de costos por parte de gerencia general	67
4.1.1.1.	Control de costos para los diferentes tipos de mantenimiento a red de distribución	70
4.1.1.2.	Control de costos para la red de distribución ...	70
4.1.1.3.	Control de costos para el compresor industrial	71
4.1.1.4.	Control de costos para secadora industrial.....	71
4.1.2.	Análisis financiero por implementar la propuesta	72
4.1.2.1.	Valor actual neto	72
4.1.2.2.	Tasa interna de retorno.....	74
4.1.2.3.	Análisis beneficio/costo.....	76
4.2.	Instalaciones y cambios necesarios para la red de distribución.....	81
4.3.	Cálculo de productividad en función de la implementación.....	82

4.4.	Tiempos muertos.....	84
4.4.1.	Menor tiempo muerto en producción	84
4.5.	Paro imprevisto	85
4.6.	Medio ambiente.....	86
5.	MEJORA CONTINUA	89
5.1.	Beneficios para la empresa al implementar la propuesta.....	89
5.1.1.	Toma de decisiones para inversión	89
5.1.1.1.	Corto plazo.....	89
5.1.1.2.	Mediano plazo.....	90
5.1.1.3.	Largo plazo	91
5.2.	Reducción de tiempos no productivos.....	91
5.2.1.	Reducción de paros imprevistos	92
5.2.2.	Reducción de tiempos muertos.....	92
5.2.3.	Aumento de productividad	93
5.2.4.	Disminución de costos por reducción de pérdidas de tiempo.....	94
5.3.	Estadística.....	95
5.3.1.	Estadística de los mantenimientos a realizar	95
5.3.2.	Estadística de los costos por mantenimiento de la red ...	95
5.3.3.	Pronóstico de paros a planta de producción.....	98
5.4.	Auditoría.....	99
5.4.1.	Auditoría interna.....	99
5.4.2.	Auditoría externa.....	102
	CONCLUSIONES	103
	RECOMENDACIONES	105
	BIBLIOGRAFÍA	107
	ANEXOS	109

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de Producciones Modulares, S.A.	4
2.	Diagrama de clases de presión	9
3.	Componentes de una red de aire comprimido	13
4.	Panel del compresor	21
5.	Cortadora horizontal	23
6.	Control numérico por computadora	24
7.	Trampas de agua actuales	28
8.	Colores de tubería por tipo de fluido	97

TABLAS

I.	Características técnicas de compresor	21
II.	Accesorios de la red de distribución	27
III.	Tamaño y tipo de tubería actual de la red de distribución	27
IV.	Costo anual de trampas de agua actuales	28
V.	Cálculo de mano de obra directa	30
VI.	Cálculo de mano de obra indirecta	31
VII.	Resumen de costos fijos	32
VIII.	Resumen de costos variables	34
IX.	Resumen de costos fijos y variables	34
X.	Detalle de insumos de servicio menor	35
XI.	Detalle de insumos de servicio mayor	36
XII.	Resumen de servicios al compresor	36

XIII.	Costos para operación de la red de distribución	37
XIV.	Resumen de pérdidas por paros imprevistos anual	39
XV.	Costo anual y número ideal de nuevas trampas de agua	45
XVI.	Costo anual y número actual de trampas de agua	46
XVII.	Mantenimientos y consecuencias por no realizarlo	57
XVIII.	Resumen de costos por servicios a secadora	60
XIX.	Accesorios y costos	60
XX.	Costo total de trampas de agua	61
XXI.	Resumen de costos anuales por mantenimiento	65
XXII.	Costos totales por implementación de proyecto	68
XXIII.	Inversión inicial por implementación de proyecto	69
XXIV.	Inversión mensual por implementación de proyecto	69
XXV.	Resumen de costos fijos al implementar la propuesta	78
XXVI.	Resumen de costos variables al implementar la propuesta	79
XXVII.	Costos fijos y variables al implementar la propuesta	80
XXVIII.	Accesorios y cambios en la red de distribución	81
XXIX.	Costos para operación de la red de distribución	83
XXX.	Costos y servicios anuales al implementar la propuesta	98

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
cc	Centímetro cúbico
CO₂	Dióxido de carbono
°	Grados
PSI	Libra por pulgada cuadrada
MOD	Mano de obra directa
MOI	Mano de obra indirecta
Hg	Mercurio
m	Metro
m/s	Metro/segundo
mm	Milímetro
P	Presión
“	Pulgada

R	Reynolds
SAT	Superintendencia de Administración Tributaria
TIR	Tasa interna de retorno
t	Tiempo
VAN	Valor actual neto

GLOSARIO

Término	Descripción
Aglomerado	Son elementos fibrosos básicos de madera prensados en seco, recomendables para construir todo tipo de muebles en los que el peso no suponga ningún problema.
Aprovisionamiento	Abastecimiento o provisión de lo que es necesario.
Bar	Es una unidad de presión equivalente a un millón de barias, aproximadamente igual a una atmósfera (1Atm).
Beneficio	Es la ganancia que obtiene una empresa de un proceso económico.
Compresor	Es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles como los gases y vapores.
Condensado	Es el estado de agregación de la materia que se da en ciertos materiales a muy baja temperatura.

Costo	Es un monto económico que representa la fabricación de cualquier componente o producto, o la prestación de cualquier servicio.
Deshumidifica	Es la absorción de la humedad de una sección determinada.
Estequiometría	Es el cálculo de las relaciones cuantitativas entre reactivos y productos en el transcurso de una reacción química. Es la ciencia que mide las proporciones cuantitativas o relaciones de masa en la que los elementos químicos están implicados.
Lubricante	Es una sustancia que, colocada entre dos piezas móviles no se degrada, y forma así mismo una película que impide su contacto, permitiendo su movimiento incluso a elevadas temperaturas y presiones.
Mantenimiento preventivo	Es un trabajo programado de reparación en máquinas, para evitar paros repentinos por desperfectos o fallas no contempladas.
Postformado	Es un proceso que secciona los tableros de melamina en tiras de diferentes anchos; obtenidas las tiras deben resultar uniformes y sin añadidos, las mismas están listas para ser cortadas en el formato

requerido, con una resistencia mayor a la de una pieza tradicional.

Presión	Es la magnitud que relaciona la fuerza con la superficie sobre la que actúa, es decir, equivale a la fuerza que actúa sobre la unidad de superficie.
Presión atmosférica	Es la presión ejercida por los gases que conforman la atmósfera en cualquier punto de la misma.
Productividad	Es la razón entre la producción obtenida por un sistema de producción y los recursos utilizados para obtener dicha producción.
Secadora	Es una máquina que remueve la humedad y asegurando que nada se condense para que el aire que circule a través de una red sea seco.
Volumen	Dimensión o espacio ocupado por un cuerpo.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación trata de una mejora para la red de distribución de aire comprimido utilizada para la fabricación de muebles de aglomerado y revestimientos de laminados plásticos; los aspectos básicos a considerar son los accesorios de toda la red de distribución, el compresor, los mantenimientos a realizar y los beneficios y costos que conlleva la mejora.

Se presenta la situación actual de la red de distribución de aire comprimido de Producciones Modulares, S.A. iniciando desde el compresor quien se encarga de producir el aire y es transportado por la tubería principal y éste llega a las diferentes máquinas utilizadas para la producción de muebles con aglomerado y revestimiento plástico. A la red de distribución no se le da el mantenimiento adecuado, únicamente al compresor.

Asimismo se presenta una propuesta para que la red de distribución se encuentre en óptimas condiciones, ya que actualmente el aire que circula en la red de distribución para la producción de muebles de aglomerado y con revestimiento de laminados plásticos está mezclado con agua, por lo tanto, afecta la producción con paros imprevistos, deteriora la calidad del producto, y genera altos costos por mantenimiento.

El agua que circula por la red de distribución puede ser eliminada, dicho tratamiento conlleva una inversión de maquinaria y mejoras de la red de distribución. Se presenta un análisis financiero de la inversión que se debe realizar para obtener una red de distribución en óptimas condiciones.

Se presenta un sistema para controlar los costos al implementar la propuesta, se detalla la inversión inicial y mensual, se hace un análisis financiero para implementar la propuesta y el cálculo de productividad en función de la misma, además de los beneficios hacia el medio ambiente al implementar la propuesta.

Seguidamente se presentan los beneficios para la empresa al implementar la propuesta, un control de la toma de decisiones a corto, mediano y largo plazo.

Por último, dentro de la mejora continua se presenta cómo llevar una estadística de los mantenimientos a realizar, las auditorías internas y externas que puedan llevarse a cabo en la empresa. Quedará a disposición de Producciones Modulares, S.A. la implementación de dicho proyecto.

OBJETIVOS

General

Proponer una red de distribución de aire comprimido que será utilizada para la fabricación de muebles de aglomerado y con revestimiento de laminados plásticos.

Específicos

1. Optimizar y mejorar la instalación actual de aire comprimido al menor costo.
2. Llevar un registro histórico de costos para realizar futuras instalaciones y mejoras.
3. Minimizar los costos que conlleva por falta de mantenimiento.
4. Aumentar en un mediano plazo el beneficio/costo, la eficiencia y la productividad por medio de mejorar la red de distribución de aire.
5. En un mediano plazo implementar mejoras en Producciones Modulares, S.A.

6. Dar a conocer el impacto negativo para Producciones Modulares, S.A. al omitir una adecuada instalación mecánica.
7. Aumentar la productividad de los operarios a través de la reducción de tiempos muertos.

INTRODUCCIÓN

Actualmente las empresas dedicadas a la fabricación de muebles de cocina, baño, entre otros; hacen uso de máquinas industriales que requieren utilización de aire comprimido para su operación, por ello es importante contar con una red de distribución del mismo en óptimas condiciones; considerando los costos por instalaciones, mantenimiento, mano de obra, maquinaria, accesorios, repuestos y otros.

La red de distribución de aire comprimido comprende la instalación de tuberías, accesorios y equipos que satisfagan las necesidades de la empresa; tanto en el área de producción, por la presión de llegada a cada máquina, como en los costos que implica la adecuada instalación de aire.

Es importante mantener la presión de trabajo desde que el aire sale del compresor hasta el punto más alejado de trabajo, así como el condensado que se produce en la tubería; ya que esto incide directamente en el beneficio económico de Producciones Modulares, S.A.

Para el desarrollo de un proyecto es importante contar con su respectivo análisis financiero, ya que para la toma de decisiones de cualquier empresa es necesario tener el detalle de la inversión a realizar.

Al implementar una propuesta es necesario hacer los análisis respectivos de la situación actual y la situación al implementar la propuesta; se presentan los análisis financieros respectivos, ya que para la toma de decisiones es

importante contar con los detalles de inversión, beneficio y costos para la empresa.

Es importante contar con un sistema de control de costos para implementar una propuesta, ya que con el mismo se puede obtener los detalles de la inversión inicial y mensual; además si hay necesidad de hacer aprovisionamientos mensuales. Al implementar una propuesta es importante mencionar los beneficios y efectos hacia el medio ambiente.

Al implementar una mejora en una empresa es importante contar con los beneficios y la toma de decisiones a corto, mediano y largo plazo; ya que en función de los beneficios para la empresa es que se toman las decisiones.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1 Historia de la empresa

El 14 de diciembre de 1990, se fundó Producciones Modulares, S.A., ubicada en la zona 4 de la ciudad capital. El objetivo de la empresa es con el fin de satisfacer la necesidad de mobiliario del guatemalteco, tanto en el área laboral como en vivienda.

Dentro de las líneas de productos que se dedican a fabricar están:

Muebles de baño, elaborados en melamina bajo un mismo patrón, con distintos acabados en puertas y tops postformados.

Muebles de cocina, elaborados en melamina con tops postformados, granito o superficie sólida, puertas de tablero en PVC, enchapados y jaladores decorativos.

Muebles de oficina, elaborados acorde a los requerimientos y necesidades del cliente.

Kioscos, elaborados en diferentes estilos y materiales, cumpliendo con los requerimientos y necesidades del cliente.

Como toda empresa, Producciones Modulares, S.A. tiene una misión y visión; además de contar con sus objetivos y políticas internas, tanto de calidad como para los trabajadores.

1.1.1 Misión

Es la definición específica de lo que es la empresa; a que se dedica y a quién sirve como funcionamiento. Representa la razón de ser de la empresa; orienta toda la planificación y el funcionamiento de la misma.

La característica de una misión es que se redacta estableciendo la actividad de la empresa y los tipos de clientes que pretende atender.

Somos una empresa especializada en la fabricación de muebles, con personal altamente calificado, bajo las más altas normas de control de calidad y materias primas especialmente seleccionadas para brindar un producto de primer orden.

1.1.2 Visión

La visión es la definición de lo que la empresa quiere ser en un futuro. Recoge las metas y logros planteados por las organizaciones.

Ser una empresa líder en Centro América especializada en la fabricación de muebles con altos estándares de calidad y con el personal altamente calificado.

1.1.3 Objetivos de la empresa

- Garantizar los productos elaborándolos bajo las más estrictas normas de calidad, con materiales importados de Europa y Estados Unidos.
- Satisfacer la necesidad de mobiliario del segmento guatemalteco, tanto en el área laboral como personal.

1.1.4 Políticas

Los muebles a fabricar deben cumplir con las medidas, materiales y expectativas según la necesidad del cliente.

Toda persona que se le sorprenda robando o realizando algún acto anómalo es causa de despido inmediato.

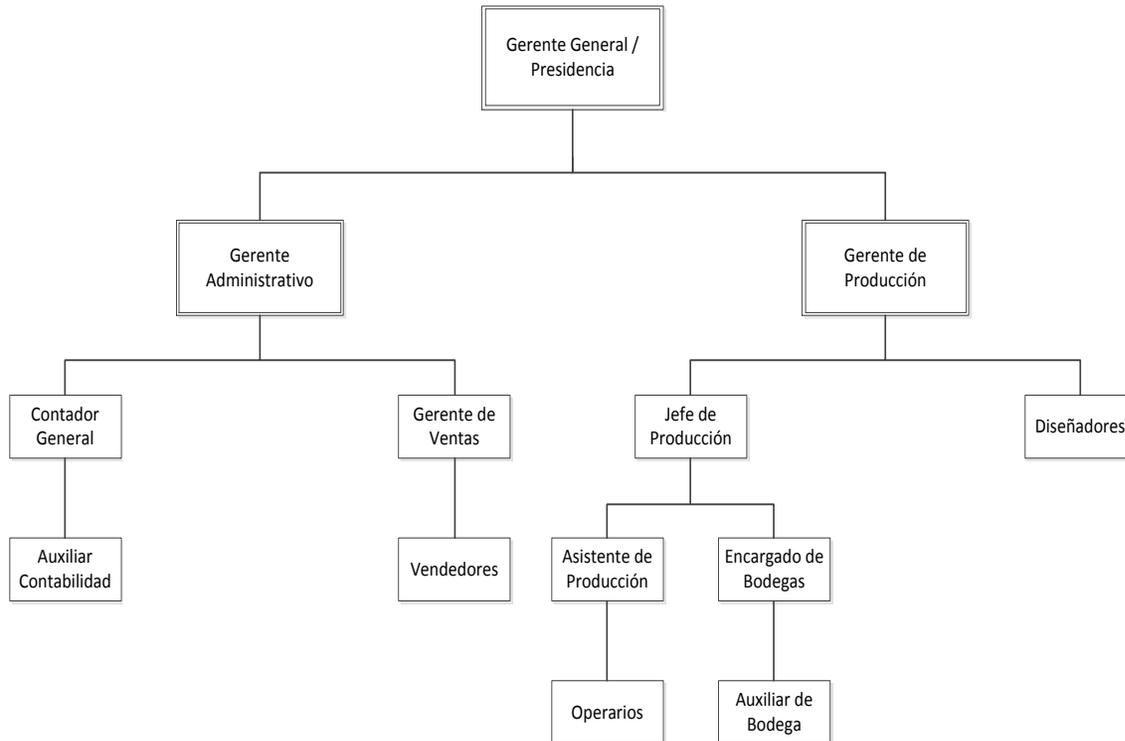
Las personas con retraso de 15 minutos de la hora de ingreso según el horario, se les descontará dicho tiempo; excepto casos justificables y permisos especiales.

1.1.5 Organigrama

Un organigrama es la representación gráfica de la estructura de una empresa u organización. Representa las estructuras departamentales y en algunos casos, las personas que las dirigen, hacen un esquema sobre las relaciones jerárquicas y competencias de vigor en la organización.

El organigrama de Producciones Modulares, S.A. es el siguiente:

Figura 1 Organigrama de Producciones Modulares, S.A.



Fuente: elaborado por Gerencia General

1.2 Neumática

La neumática es una fuente de energía de fácil obtención y tratamiento para el control de máquinas y otros elementos sometidos a movimiento. La generación, almacenaje y utilización del aire comprimido resultan relativamente baratos y además ofrece un índice bajo de peligrosidad en relación a otras energías como la electricidad y los combustibles gaseosos o líquidos.

Ofrece una alternativa altamente segura en lugares de riesgo de explosión por deflagración, donde otras energías suponen un riesgo importante para la producción de calor.

1.2.1 Definición de neumática

Neumática es el área de la mecánica que estudia los movimientos, procesos y comportamiento del aire comprimido, para utilización del mismo como medio de trabajo en la automatización del mando y accionamiento de máquinas. Considerada también como la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos.

El aire es un material elástico, el cual, al aplicarle una fuerza, se comprime, mantiene esta compresión y devolverá la energía acumulada cuando se le permita expandirse, según la ley de los gases ideales. Se puede definir la neumática como la técnica de aplicación y utilización racional del aire comprimido.

1.2.2 Ventajas y desventajas de la neumática

La neumática constituye una herramienta muy importante dentro del control automático en la industria.

A continuación se presenta una lista de las ventajas y desventajas de la neumática.

Ventajas:

- a. Fácil capacitación y abundancia de aire en la tierra.
- b. El aire no posee propiedades explosivas, por lo que no existen riesgos de chispas.
- c. Los actuadores pueden trabajar a velocidades razonablemente altas y fácilmente regulables.
- d. El trabajo con aire no daña los componentes de un circuito por efecto de golpes de ariete.
- e. Las sobrecargas no constituyen situaciones peligrosas o daño de los equipos en forma permanente.
- f. Los cambios de temperatura no afectan en forma significativa.
- g. Energía limpia.
- h. Cambios instantáneos de sentido.

Desventajas:

- a. En circuitos muy extensos se producen pérdidas de cargas considerables.
- b. Requiere instalaciones especiales para recuperar el aire previamente empleado.
- c. Las presiones normales de trabajo, no permiten aplicar grandes fuerzas.
- d. Altos niveles de ruidos generados por la descarga del aire hacia la atmósfera.

1.2.3 Aire comprimido

Se refiere a la tecnología o aplicación técnica que hace uso de aire que ha sido sometido a presión por medio de un compresor. En la mayoría de aplicaciones, el aire no sólo se comprime sino que también se deshumidifica y se filtra.

1.3 Fundamentos físicos del aire

Se precisan conocer algunas de las características físicas del aire comprimido antes de proceder al razonamiento de algunos conceptos fundamentales. En neumática, se trabaja con la mezcla gaseosa terrestre que es el aire. Por ello deben ser aclarados algunos fenómenos típicos que se encuentran en la práctica.

1.3.1 Aire

Se define como una mezcla gaseosa que envuelve la esfera terrestre formando la atmósfera.

Composición volumétrica:

- a. Nitrógeno (N_2) aproximadamente el 78% del volumen.
- b. Oxígeno (O_2) aproximadamente el 20% del volumen.
- c. Argón (Ar) aproximadamente el 1.3% del volumen.
- d. Además contiene en pequeñas cantidades: dióxido de carbono, hidrógeno, neón, helio, criptón y xenón.

1.3.1.1 Estequiometría del aire

Se refiere a las cantidades de reaccionantes y productos comprendidos en las reacciones químicas.

1.3.2 Presión

Magnitud física que mide la fuerza por unidad de superficie, y sirve para caracterizar como se aplica una determinada fuerza resultante sobre una superficie.

$$P = F/S$$

En donde:

P = presión

F = fuerza

S = superficie

1.3.2.1 Presión atmosférica

Es la presión ejercida por los gases que conforman la atmósfera en cualquier punto de la misma. La presión atmosférica normal es la presión de una columna de mercurio de 760mm de altura a nivel del mar. El valor de la atmósfera es de 1.033 Kg/cm²

1.3.2.2 Presión relativa

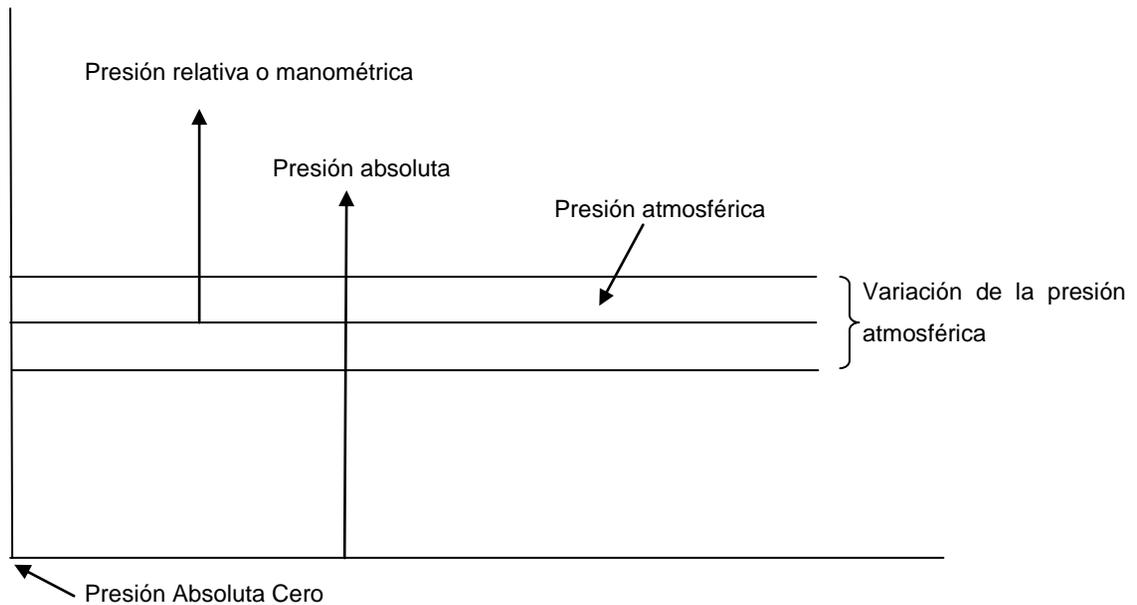
Es la presión determinada por un elemento que mide la diferencia entre la presión absoluta y la atmosférica del lugar donde se efectúa la medición. Se le conoce también como presión manométrica.

1.3.2.3 Presión absoluta

Valor absoluto que ejerce un fluido por unidad de área sobre una pared. Es la presión atmosférica más la presión manométrica.

Diagrama de clases de presión:

Figura 2 Diagrama de clases de presión



Fuente: elementos primarios para la medición y control de variables de procesos. CHICOJAY
COLOMA, Carlos.

1.3.3 Peso específico

El peso específico de una sustancia se define como el peso por unidad de volumen. Se calcula dividiendo el peso de la sustancia entre el volumen que éste ocupa.

Por fórmulas:

$$P = m \cdot g$$

$$\sigma = m / V$$

$$\gamma = P / V$$

Al sustituir $P = m \cdot g$

$$\gamma = m \cdot G / V$$

Al sustituir $\sigma = m / V$, la fórmula de peso específico queda de la siguiente manera:

$$\gamma = \sigma \cdot G$$

En donde:

γ = peso específico

P = peso de la sustancia

V = volumen de la sustancia

σ = densidad de la sustancia

G = gravedad

1.3.4 Caudal

Equivalente a la cantidad de aire comprimido transportado en una sección dada por unidad de tiempo.

$$Q = V / t$$

En donde:

Q = caudal

V = volumen

t = tiempo

1.4 Red de distribución de aire comprimido

Se pueden tener circuitos cerrados y abiertos, aunque predominan más los circuitos abiertos ya que tienen como ventaja permitir la colocación de la tubería con cierta pendiente, con lo que permite que las posibles condensaciones por efecto de gravedad lleguen hasta el final de la tubería en donde se puede colocar un purgador. Al iniciar el proceso de diseño de una instalación de aire comprimido se deben investigar todas las aplicaciones que se usarán como la ubicación en la planta. Además se debe considerar las siguientes variables:

Presión: se debe estimar la presión a la cual se desea trabajar para establecer el funcionamiento del compresor y red.

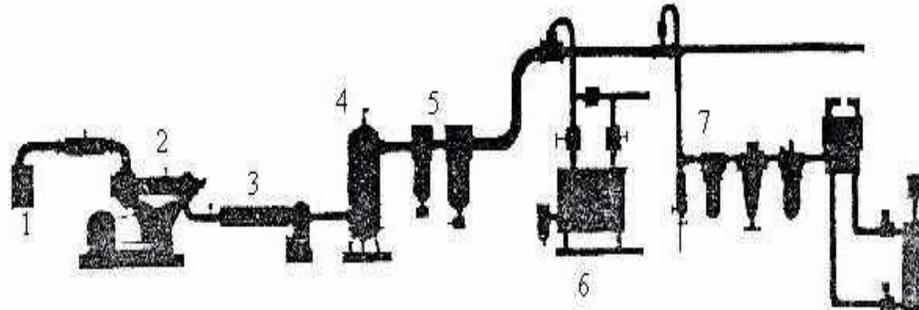
Caudal: el caudal de la red deberá ser diseñado con base en la demanda. Los dispositivos neumáticos traen en los catálogos métodos para estimar el consumo del mismo.

Pérdida de presión: los componentes de una red de aire comprimido como codos, tes, cambios de sección, unidades de mantenimiento, y otras se oponen al flujo generando pérdidas de presión.

1.4.1 Accesorios y dispositivos mecánicos

En general toda red de aire comprimido para cualquier industria cuenta con los siete dispositivos que se ven en la figura 3:

Figura 3 Componentes de una red de aire comprimido



1. Filtro del compresor: utilizado para eliminar las impurezas del aire antes de la compresión, con el fin de proteger al compresor y evitar el ingreso de contaminantes al sistema.
2. Compresor: encargado de convertir la energía mecánica, en energía neumática comprimiendo el aire.
3. Postenfriador: sirve para eliminar gran parte del agua que se encuentra naturalmente dentro del aire en forma de humedad.
4. Tanque de almacenamiento principal: Almacena energía neumática y permite el asentamiento de partículas y humedad.
5. Filtros de línea: purifica el aire hasta una calidad adecuada para el promedio de aplicaciones conectadas a la red.
6. Secadora: elimina el agua que se condensa en la tubería.
7. Aplicaciones con sus purgas, filtros, reguladores de presión, lubricador y secadores adicionales.

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos16/redes-de-aire/redes-de-aire.shtml>

1.4.2 Tuberías

Conducto que cumple con la función de transportar agua y otros fluidos. Las tuberías se construyen en diversos materiales en función de consideraciones técnicas y económicas. Suele usarse el hierro fundido, acero, latón, cobre, plomo, hormigón, polipropileno, entre otros.

Se pueden considerar tres tipos de tuberías:

- Tubería principal: es la línea que sale del conjunto de compresores y conduce todo el aire que consume la planta. Debe tener la mayor sección posible para evitar pérdidas de presión y prever futuras ampliaciones de la red con el consecuente aumento de caudal.
- Tubería secundaria: se derivan de la tubería principal para conectarse con las tuberías de servicio. El caudal que por allí circula es el asociado a los elementos alimentados exclusivamente por esta tubería, en el diseño se debe prever de posibles ampliaciones en el futuro.
- Tubería de servicio: surten a los equipos neumáticos. En sus extremos tienen conectores rápidos y sobre ellas se ubican las unidades de mantenimiento. No debe pasar de tres el número de equipos alimentados por una tubería.

1.5 Control de costos para un proyecto de mejoramiento

Para el desarrollo de un proyecto es necesario disponer de un control de costos para que el mismo sea rentable. Hay varias formas de clasificar los costos de un proyecto y son:

- Costos hundidos: son los costos ya hechos, no se pueden recuperar. Es como renacer un proyecto suspendido hace un tiempo, todo lo que se gastó hasta la fecha son costos hundidos. Dichos costos no deben ser considerados en cuenta para la toma de decisión.

- Costos fijos: son costos no recurrentes, se acuden por una vez, como la compra de una maquinaria.
- Costos variables: son los costos que varían según la cantidad producida, con el alcance del proyecto.
- Costos directos: son los costos incurridos por y para el proyecto.
- Costos de oportunidad: son los costos de elegir una alternativa y abandonar otra.

2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

2.1 Red de distribución actual de la planta de producción

La caída de presión en un sistema de aire comprimido es un factor muy importante. El tamaño y tipo de los tubos empleados; el número y tipo de válvulas y curvas del sistema pueden afectar a la caída de presión. Está provocada por la fricción del aire comprimido que fluye contra el interior del tubo a través de las válvulas, tes, codos y otros componentes que constituyen un sistema completo de canalización de aire comprimido.

Las turbulencias provocadas por fricción reducen el volumen de aire comprimido transportado a través del tubo. Además, la superficie de las paredes internas de los tubos se vuelve irregular.

Estos factores, combinados con el caudal, crean una caída de presión como resultado de la fricción provocada por la dinámica del flujo de aire dentro del tubo.

Los valores de caída de presión se expresan en PSI o Bar.

2.1.1 Diagnóstico a la red de distribución de aire comprimido

La red de distribución inicia desde el compresor quien es el encargado de producir el aire el cual es transportado a través de la tubería principal y este

llega a las diferentes máquinas utilizadas para la producción de muebles con aglomerado y revestimiento plástico.

Actualmente a la red de distribución no se le da el mantenimiento adecuado, ya que el único mantenimiento que se realiza es al compresor, y cuando alguna máquina falla se hacen un mantenimiento correctivo.

2.1.1.1 Condensado producido en la red

Actualmente a lo largo de la red se condensa un porcentaje del aire; el mismo se logra observar al final de cada ramal, ya que no sólo llega aire, el mismo llega combinado con agua.

Tener aire comprimido de buena calidad es importante para asegurar una larga vida útil de los equipos neumáticos y óptimos resultados en los procesos que requieren dicho servicio.

Los cambios bruscos de dirección e inclinación acumulan condensados, por lo que se debe ubicar trampas de agua que ayudan a eliminar el agua acumulada en la red.

2.1.1.2 Calidad de aire en la red

Cuando fluye aire comprimido en un tubo recto, el caudal puede depender de dos factores: la tasa laminar o tasa de turbulencia, dependiendo del valor del número de Reynolds (R).

Actualmente para determinar la calidad del aire en Producciones Modulares, S.A. no existe una persona encargada o registros históricos para el cálculo del mismo.

2.1.1.3 Pérdidas de aire por fricción

En condiciones normales de funcionamiento, la mayor parte de las herramientas y equipos neumáticos están contruidos para obtener el máximo rendimiento a una presión de trabajo comprendida entre 6 y 7 bar en la misma herramienta o equipo neumático, que equivale a entender dónde el aire comprimido se expansiona devolviendo parte de la energía almacenada. El aire comprimido es una fuente de energía la cual debe conservarse hasta llegar a los elementos que se van a usar.

La presión del aire en el compresor no es igual a la presión de aire en el puesto de aplicación. Normalmente la presión de descarga final o presión de trabajo en los compresores es de 7 bar, pero hay que tener presente que entre el grupo compresor y el sitio de aplicación, donde la fuerza neumática ha de prestar servicio, se encuentra un depósito de aire, unidades de depuración y una vasta red de tuberías que distribuyen el aire comprimido por toda la planta.

2.1.1.4 Pérdidas de aire por fugas

En la red no se han detectado fugas de aire, el inconveniente existente es que el aire se condensa, por lo tanto, el aire a utilizar está combinado con agua.

Las fugas de aire pueden alcanzar hasta 50% de la capacidad instalada en instalaciones descuidadas. En una red con una presión de 7 bar en el punto

de toma de aire comprimido se considera aceptable una pérdida de 0.6 bar, es decir, entre un 6 y 10%.

2.1.2 Consumo específico

Cantidad de combustible que necesita un motor para suministrar una determinada unidad de potencia por unidad de tiempo. Cuanto menor sea el consumo específico de un motor, mejor es el rendimiento de la misma.

2.1.3 Compresor industrial actual

El compresor de trabajo es marca SCHULZ modelo SRP 3020, serie 3505.

2.1.3.1 Especificaciones del compresor

Presión máxima: 250 PSI o 17 Bar.

Temperatura máxima: 80°C o 175°F

Presión en la red: 6 Bar.

Presión del tanque: 7 a 8 Bar.

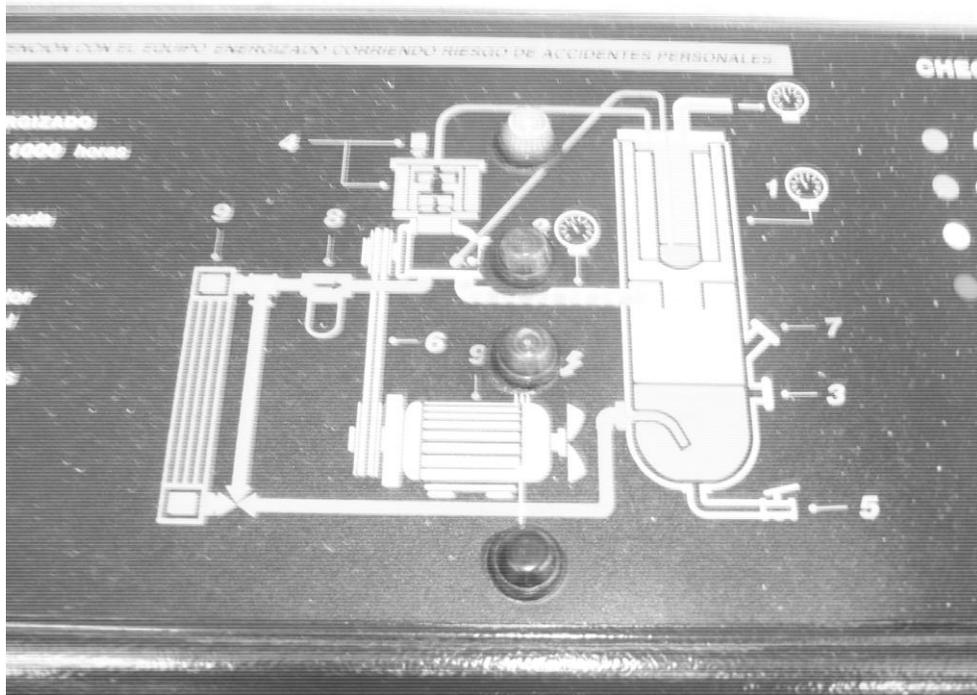
Características técnicas:

Tabla I Características técnicas de compresor

Presión de trabajo	8 Bar
Ruido	73 decibeles
Caudal	2378 litros/min
Peso	439 Kg
Potencia del motor	20 HP

Fuente: compresor instalado en la planta de Producciones Modulares, S.A.

Figura 4 Panel del compresor



Fuente: panel del compresor instalado en Producciones Modulares, S.A.

2.1.3.2 Capacidad del compresor

La capacidad de operación del compresor es de 24 horas por día, es decir que puede operar en todo momento; debe considerarse que los servicios menor y mayor están en función de las horas de operación del mismo.

Según cálculos de horas de trabajo, horas extras y días extras el compresor opera aproximadamente 2,800 horas anuales.

2.1.3.3 Presión de salida del compresor

La presión de salida del compresor es de 7 a 8 Bar, dicha presión es la que inicia a circular en la red y llega a las diferentes máquinas para la fabricación de los muebles con aglomerado y revestimiento de laminados plásticos.

2.1.3.4 Presión de entrada en maquinaria industrial

A las máquinas instaladas en la planta de producción, el aire comprimido llega a una presión de 6 a 7 Bar, ya que las pérdidas de aire son entre 0.5 y 1 Bar. Las máquinas que utilizan aire comprimido son:

Postformadora: sirve para adherir fórmica a durpanel.

Cortadora: estas sirven para cortar las piezas de madera para el armado de los muebles. Existen tres cortadoras:

Cortadora vertical

Cortadora horizontal

Cortadora con inclinación a 45°

Figura 5 Cortadora horizontal



Fuente: <http://www.google.com/imgresimgurl/equipalim.cl/productos/cortadorabizcocho>

Control numérico por computadora: se le conoce como CNC es capaz de dirigir el posicionamiento de un órgano mecánico móvil, mediante órdenes elaboradas de forma totalmente automática a partir de informaciones numéricas en tiempo real.

Figura 6 Control numérico por computadora



Fuente: <http://www.google.com/imgres.com/control-numerico-computarizado-en-mecanizado>

Membrana: la función de dicha máquina es para pegar la membrana y la puerta.

Enchapadora de fórmica: su función es pegar fórmica en las piezas de madera en las partes angostas de la pieza.

2.1.3.5 Costos por servicio menor al compresor

El costo por servicio menor actualmente es de Q 1,600.00; dicho servicio se realiza cada 6 meses, en el año se realizan dos porque se hace un servicio menor y se intercala con un servicio mayor.

El servicio se realiza por cada 700 horas de trabajo del compresor, el mismo incluye cambio del filtro de aire, filtro de aceite, fajas y difusor de válvulas de admisión.

El tiempo aproximado para el servicio menor es de 1 hora, dicho tiempo no afecta al departamento de producción, ya que el servicio es realizado en horas inhábiles de trabajo o en la hora del almuerzo.

2.1.3.6 Costos por servicio mayor al compresor

El costo por servicio mayor actualmente es de Q 5,500.00; dicho servicio se realiza cada 6 meses es decir 2 veces en el año.

El servicio se realiza por cada 1400 horas de trabajo del compresor, incluye cambio de filtro de aire, filtro separador, filtro de aceite, kit de empaque de válvulas de admisión, 4 galones de aceite HD 46 Randon, desengrasantes y otros insumos.

El tiempo aproximado para el servicio mayor es de dos horas.

2.1.4 Tubería actual de la red

La tubería instalada en la planta de Producciones Modulares, S.A. se encuentra en óptimas condiciones, aún así se puede observar que la misma no está pintada con el color del fluido que transporta, en este caso por ser aire comprimido debe ser color azul con bandas rojas.

2.1.4.1 Material de tubería

Toda la tubería de la red es de acero inoxidable.

El acero inoxidable proporciona las siguientes ventajas:

- a. Mayores velocidades de fluido
- b. Evita costos adicionales de protecciones exteriores
- c. Excelente acabado decorativo

2.1.4.2 Diámetro de la tubería

Actualmente no existen datos estándar para los diámetros de la tubería principal y secundaria, ya que los diámetros existentes son de $\frac{1}{2}$ y 1 pulgada, independientemente si es tubería principal o secundaria. La tubería de servicio en su mayoría es de $\frac{1}{2}$ pulgada de diámetro, dichos diámetros no fueron instalados bajo un parámetro o estándar.

2.1.4.3 Accesorios

Actualmente la red cuenta con los siguientes accesorios y tubería:

Accesorios:

Tabla II Accesorios de la red de distribución

Unidades	Accesorio
08	Trampas de agua
15	Te
45	Codos
35	Tuerca unión

Fuente: datos obtenidos de la red actual de aire comprimido de Producciones Modulares, S.A.

Tubería

Tabla III Tamaño y tipo de tubería actual de la red de distribución

No.	Tamaño en metros	Tipo de tubería
1	165	Tubería principal
2	85	Tubería secundaria
3	25	Tubería de servicio
Total	275	

Fuente: datos obtenidos de la red actual de aire comprimido de Producciones Modulares, S.A.

2.1.4.4 Trampas de agua

Actualmente el costo de cada trampa de agua es de Q 350.00.

Especificaciones de las trampas de agua:

Presión máxima: 150 Psi

Capacidad de succión: 10 cc

Tiempo óptimo de uso: 400 horas

Las trampas de agua deben cambiarse aproximadamente 7 veces al año, ya que el compresor opera alrededor de 2,800 horas anuales. Actualmente el cambio de las trampas de agua no se hace en función del tiempo.

El costo anual por cambio de las trampas de agua es:

Tabla IV Costo anual de trampas de agua actuales

Cantidad de trampas	Costo unitario	Cambios al año	Costo Total	Costo anual
08	Q 350.00	07	Q2,800.00	Q 19,600.00

Fuente: datos obtenidos del proveedor de trampas de agua de Producciones Modulares, S.A.

Figura 7 Trampas de agua actuales



Fuente: trampa de agua instalada en Producciones Modulares, S.A.

2.2 Análisis financiero actual

Se debe realizar un análisis financiero acerca del beneficio y productividad que se está obteniendo en función de la red actual que tiene Producciones Modulares, S.A.

2.2.1 Análisis beneficio/costo de la red de distribución

Anualmente se producen alrededor de 2,800 muebles. El ingreso anual es de Q 2,600,000.00 aproximadamente.

$$\text{Venta bruta} = \text{Q } 2,600,000.00$$

$$\text{Venta neta} = \text{Venta bruta} / 1.12$$

*El 1.12 es el equivalente al 12% del IVA, dicha tasa puede variar si el gobierno de la República de Guatemala cambia el porcentaje de IVA.

$$\text{Venta neta} = \frac{\text{Q } 2,600,000.00}{1.12} = \text{Q } 2,321,428.57$$

Existen dos tipos de costos que son:

- a. Costos fijos
- b. Costos variables

Los costos fijos que existen para Producciones Modulares son:

- a. Mano de obra directa
- b. Mano de obra indirecta

- c. Agua
- d. Teléfono
- e. Mantenimiento

La mano de obra directa se divide en dos partes:

Operarios A: Operarios que devengan sueldo base y horas extras.

Operarios B: Son operarios que devengan sueldo base y un bono de productividad, pagado a destajo el cual se remunera en base a cada pulgada trabajada por operario. Esto incluye cortar, lijar, pintar y hacerle el acabado a la pieza. Por dicha pulgada trabajada el pago es de Q 0.0337575.

*Cuando contratan a un nuevo operario queda a disposición de la Junta Directiva y políticas de Producciones Modulares, en cuál forma de pago estará el operario.

Tabla V Cálculo de mano de obra directa

Tipo de operarios	Salario devengado por operario en promedio mensual	No. de operarios	Devengado total por tipo de operario
A	Q2,200.00 incluyendo horas extras.	10	Q 22,000.00
B	Q 4,000.00, esto incluye el sueldo base y el pago a destajo.	05	Q 20,000.00
TOTAL		15	Q 42,000.00

Fuente: cálculos proporcionados por el departamento de contabilidad de Producciones Modulares, S.A.

La mano de obra indirecta:

Tabla VI Cálculo de mano de obra indirecta

Puesto	Salario mensual	No. de trabajadores	Devengado total por puesto
Gerente administrativo	Q 6,000.00	1	Q 6,000.00
Gerente de producción	Q 6,000.00	1	Q 6,000.00
Contador general	Q 3,000.00	1	Q 3,000.00
Auxiliar contable	Q 1,900.00	1	Q 1,900.00
Gerente de ventas	Q 3,000.00	1	Q 3,000.00
Vendedores	Q 1,900.00	4	Q 7,600.00
Jefe de producción	Q 3,500.00	1	Q 3,500.00
Encargado de bodega	Q 2,500.00	1	Q 2,500.00
Diseñador	Q 2,500.00	1	Q 2,500.00
TOTAL		12	Q 36,000.00

Fuente: cálculos proporcionados por el departamento de contabilidad de Producciones Modulares, S.A.

Según los recibos mensuales de consumo de agua y teléfono de Producciones Modulares, S.A. se tienen los siguientes costos:

Agua: el consumo promedio mensual de agua es de Q 2,000.00; según el recibo proporcionado por EMPAGUA.

Teléfono: el consumo promedio mensual de teléfono es de Q 1,500.00; según el recibo proporcionado por TELGUA.

Mantenimiento: el costo por mantenimiento anual al compresor es de Q 14,200.00

Por lo tanto, el promedio mensual por mantenimiento al compresor es de:

Mantenimiento mensual = Q 14,200.00 / 12 = Q 1,183.33

Tabla VII Resumen de costos fijos

COSTOS FIJOS	Costo mensual	Costo Anual
Mano de obra directa	Q 42,000.00	Q 504,000.00
Mano de obra indirecta	Q 36,000.00	Q 432,000.00
Agua	Q 2,000.00	Q 24,000.00
Teléfono	Q 1,500.00	Q 18,000.00
Costo por mantenimiento a compresor	Q 1,183.33	Q 14,200.00
COSTOS FIJOS TOTAL	Q 82,683.33	Q 992,200.00

Fuente: datos obtenidos del departamento de contabilidad de Producciones Modulares, S.A.

Los costos variables son:

- a. Comisiones
- b. Energía eléctrica
- c. Materia prima
- d. Combustible
- e. Otros

Comisiones: el pago de comisiones está en función a las ventas; por políticas de Producciones Modulares, S.A. no se obtienen detalles mensuales de las comisiones.

El dato proporcionado es un aproximado anual de Q 80,000.00

Por lo tanto el promedio mensual por comisiones es de:

$$\text{Comisiones mensual} = \text{Q } 80,000.00 / 12 = \text{Q } 6,666.67$$

Energía eléctrica: el costo promedio mensual es de Q 12,000.00, según el recibo proporcionado por la empresa eléctrica de Guatemala.

Materia prima: el costo anual es aproximadamente Q 850,000.00; según estimaciones proporcionadas por el departamento de compras de Producciones Modulares, S.A.

$$\text{Materia prima mensual} = \text{Q } 850,000.00 / 12 = \text{Q } 70,833.33$$

Combustible: el consumo mensual aproximado es: Q 3,750.00; dicho consumo es para surtir de combustibles a los vehículos del departamento de entregas, es decir para realizar las entregas de los pedidos a los clientes.

$$\text{El costo anual es de } \text{Q } 3,750.00 * 12 = \text{Q } 45,000.00$$

Otros: se incluyen gastos que no se tienen previstos.

$$\text{El costo anual es aproximadamente: } \text{Q } 15,000.00$$

$$\text{Costo mensual aproximado: } \text{Q } 15,000.00 / 12 = \text{Q } 1,250.00$$

Tabla VIII Resumen de costos variables

Costos variables	Costo mensual	Costo anual
Comisiones	Q 6,666.67	Q 80,000.00
Energía eléctrica	Q 12,000.00	Q 144,000.00
Materia prima	Q 70,833.33	Q 850,000.00
Combustible	Q 3,750.00	Q 45,000.00
Otros	Q 1,250.00	Q 15,000.00
COSTOS VARIABLES TOTAL	Q 94,500.00	Q 1,134,000.00

Fuente: datos proporcionados por Producciones Modulares, S.A.

Tabla IX Resumen de costos fijos y variables

Tipo de recurso	Costo mensual	Costo anual
Costos fijos	Q 82,683.33	Q 992,200.00
Costos variables	Q 94,500.00	Q 1,134,000.00
TOTAL	Q 177,183.33	Q 2,126,200.00

Fuente: datos proporcionados por Producciones Modulares, S.A.

Relación B/C = Beneficio / Costo

Relación = Q 2,321,428.57 / Q 2,126,200.00 = 1.09

La relación beneficio/costo indica que por cada unidad de quetzal que se invierte se generan Q 1.09 de ganancia.

2.2.2 Costos actuales por mantenimiento

Los costos actuales por mantenimiento son los siguientes:

Costo por servicio menor:

El costo anual por servicio menor es Q 1,600.00/servicio * 2 servicios/año
= Q 3,200.00/año.

Dicho costo se integra por:

Tabla X Detalle de insumos de servicio menor

No.	Concepto	Quetzales
1	Mano de obra	950.00
2	Materiales y Consumibles	130.00
3	Repuestos	520.00
	TOTAL	1,600.00

Fuente: datos proporcionados por Grupo Tecún, empresa que realiza los mantenimientos.

Costo por servicio mayor:

El costo anual por servicio mayor es Q 5,500.00/servicio * 2 servicios/año
= Q 11,000.00/año.

Dicho costo se integra por:

Tabla XI Detalle de insumos de servicio mayor

No.	Concepto	Quetzales
1	Mano de obra	950.00
2	Materiales y Consumibles	130.00
3	Repuestos	4,420.00
	TOTAL	5,500.00

Fuente: datos proporcionados por Grupo Tecún, empresa que realiza los mantenimientos.

En resumen, los costos actuales por servicio menor y mayor anual al compresor son los siguientes:

Tabla XII Resumen de servicios al compresor

No.	Concepto	Cantidad de servicios por Año	Costo	Total [Q]
1	Servicio menor	2	Q 1,600.00	Q 3,200.00
2	Servicio mayor	2	Q 5,500.00	Q 11,000.00
	TOTAL	4		Q 14,200.00

Fuente: datos proporcionados por Grupo Tecún, empresa que realiza los mantenimientos.

2.3 Productividad actual en función de la red de distribución

La productividad se define como la relación de la producción obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción, en este caso los recursos son los utilizados en la red de distribución.

La fórmula para el cálculo de la productividad es:

$$\text{Productividad} = \text{producción} / \text{recursos}$$

La producción de muebles promedio es de 233 muebles por mes. Anualmente son 2800 muebles los que se producen.

El ingreso anual por concepto de ventas es de Q 2,600,000.00 aproximadamente.

Ventas netas = Q 2,321,428.57

Dentro de los recursos utilizados para el cálculo de la productividad están:

- a. Costos por mantenimiento a compresor
- b. Mano de obra directa
- c. Mano de obra indirecta
- d. Energía eléctrica

Tabla XIII Costos para operación de la red de distribución

Recurso	Costo anual
Mantenimiento a compresor	Q 14,200.00
Mano de obra directa	Q 504,000.00
Mano de obra indirecta	Q 432,000.00
Energía eléctrica	Q 144,000.00
TOTAL	Q 1,094,200.00

Fuente: datos proporcionados por Producciones Modulares, S.A.

Productividad anual = Q 2,321,428.57 / Q 1,094,200.00

Productividad = 2.12

La productividad equivalente a 2.12 indica la relación de la venta neta versus los costos anuales de operación de la red de distribución, este resultado es un valor aceptable, ya que la productividad mayor a uno representa un beneficio para la empresa.

2.4 Paro imprevisto y efectos a la producción

Las empresas dedicadas a la producción de algún bien, ocasionalmente se les presentan problemas en la planta de producción, lo que ocasiona paros imprevistos; para Producciones Modulares, S.A. no existen registros de paros imprevistos.

La producción anual es de 2,800 muebles.

La producción de muebles por hora es:

Producción de muebles por mes = 2,800 muebles por año / 12 meses = 233 muebles por mes.

Producción de muebles por hora = 233 muebles por mes / 240 horas mensuales

Producción de muebles por hora = 0.97 muebles por hora.

Precio de venta promedio de mueble = Q 930.00

Precio mueble por hora Q 930.00 * 0.97 = Q 902.10

En la planta de producción han existido pocos paros imprevistos; los cuales han generado pérdidas para Producciones Modulares, S.A., el costo por un paro imprevisto es de Q 902.10 por hora aproximadamente.

Producciones Modulares, S.A. no cuenta con los registros históricos de los paros que se han dado por problemas con el compresor o algún otro problema en la planta de producción; pero el último paro que afectó la producción fue de dos días; aproximadamente en el año se han tenido 4 días en que no se puede producir.

El último paro ocasionó que Producciones Modulares, S.A. dejara de percibir un ingreso aproximado de Q 14,433.60 considerando que fueron dos días sin poder producir y cada uno operando 08 horas.

Tabla XIV Resumen de pérdidas por paros imprevistos anual

No.	Días	Costo por hora [Q]	Número de horas	Total [Q]
1	2	902.10	16	14,433.60
2	2	902.10	16	14,433.60
TOTAL	4		32	28,867.20

Fuente: datos proporcionados por Producciones Modulares, S.A.

3. PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

3.1 Alternativa propuesta para mejorar la red

A continuación se presenta una alternativa que ayudará a Producciones Modulares, S.A. a reducir los costos y pérdidas que han obtenido a la fecha.

3.1.1 Consideraciones previas

En instalaciones normales, en donde el diámetro de la tubería calculada no exceda de 200 a 250 mm, y la longitud de la instalación no exceda de 1500 m, se debe considerar que la caída de presión máxima desde el compresor hasta el punto de trabajo sea de 0.6 bar.

3.1.1.1 Consumo específico

Se llama consumo específico de una herramienta o equipo al consumo de aire requerido para servicio continuo a la presión de trabajo dada por el fabricante. Se expresa en aire libre (l / min. litros por minuto N m³ /min. metros cúbicos normales por minuto, CFM pies cúbicos por minuto.)

3.1.1.2 Coeficiente de utilización

En la determinación de la capacidad el compresor necesario para alimentar una herramienta, máquina o un grupo de accionamientos neumáticos, intervienen, aparte del consumo específico del aparato, el tiempo que el

componente neumático está parado por la índole de su trabajo. Este margen de operación intermitente, o factor de servicio se denomina **coeficiente de utilización** y varía conforme la prestación de cada herramienta, máquina o accionamiento.

De manera que se puede estimar así:

Postformadora	20%
Cortadora	20%
CNC	20%
Membrana	20%
Enchapadora de fórmica	20%

Por tanto, bastará sumar los consumos de todas las máquinas que estarán operando en la red.

3.1.2 Instalación de secadora industrial

Dentro de una red de distribución de aire comprimido es importante contar con una secadora industrial, ya que la misma hace que el aire que circula por la red sea de mejor calidad.

De esta forma se ayuda a evitar que a través de la red circule aire de baja calidad, actualmente en la red circula aire con agua el cual afecta a la planta y daña a las máquinas que utilizan aire.

Principio de funcionamiento de secadora

El aire comprimido saturado de humedad entra en la secadora y es dirigido hacia el intercambiador el cual es enfriado por el aire frío y seco, que vuelve a la línea. El intercambio de calor entre el aire de entrada y de salida reduce la carga en el compresor de refrigeración ahorrando así costos de energía.

El aire entrante pasa ahora al intercambiador de calor, donde el fluido refrigerante lo enfría 2° C, la humedad se condensa y forma gotas de agua que son separadas del aire en el separador de condensado y se recoge en un colector que automáticamente purga el sistema.

Al tener el aire frío y seco vuelve al intercambiador, enfría el aire nuevo que entra y sale a la línea de conducción de aire comprimido, terminando el ciclo de secado frigorífico.

La instalación de una secadora proporcionará aire limpio y seco que sirve para prolongar la vida de la maquinaria y garantizar la calidad del producto final.

3.1.2.1 Requisitos para una adecuada instalación

Para una adecuada instalación es necesario agregar filtros de aire. El propósito de los filtros es suministrar aire libre de contaminantes a los diferentes puntos de aplicación. Contaminantes tales como agua, aceite, polvo, partículas sólidas, neblinas, olores, sabores y vapores que pueden atacar al sistema.

3.1.3 Instalación de trampas de agua

Es importante contar con trampas de agua dentro de una red de aire comprimido ya que sirven como filtros que eliminan contaminantes tales como el agua.

3.1.3.1 Tipos de trampas de agua a utilizar

El proveedor de las trampas de agua es la empresa Abastecedora Industrial, S.A.

Las trampas de agua a utilizar son de descarga automática de 1/2" con filtro, regulador, lubricador y manómetro con vaso plástico transparente.

El costo de cada trampa de agua es de Q 425.00

Especificaciones:

Presión máxima 150 psi.

Temperatura máxima: 52 °C

Tiempo de vida 700 horas

Capacidad de succión: 10 cc

Cálculos por costo de trampas de agua:

Tiempo de operación del compresor: 2,800 horas/anales.

Trampas de agua a utilizar: 10

Número de cambios de trampas de agua por año:

2800 horas/anuales * 1 trampa/700 horas = 4 cambios de trampas por año.

Se recomienda realizar 4 cambios anuales de las trampas de agua en toda la red, el cual dependerá del tiempo de operación del compresor. Dicho cambio se recomienda porque de esta manera se evita la circulación del agua a lo largo de la red de distribución que es lo que actualmente está afectando a la planta, además se obtiene un buen rendimiento de las trampas para lograr eliminar impurezas.

Tabla XV Costo anual y número ideal de nuevas trampas de agua

No. de trampas	Costo por trampa	Cambios al año	Costo total
10	Q 425.00	4	Q 17,000.00

Fuente: datos proporcionados por Abastecedora Industrial, S.A.

La red actualmente cuenta con 8 trampas de agua, las cuales no son suficientes para realizar la succión de agua que se necesita. Según la tabla de trampas de agua actuales del capítulo dos se debe realizar siete cambios al año.

Comparando las trampas actuales con las nuevas se tiene lo siguiente:

Trampas actuales de la red de distribución:

Costo unitario Q 350.00

Tiempo de vida: 400 horas.

Cambios al año:

Número de cambios de trampas de agua por año:

2800 horas/ anuales * 1 trampa/400 horas = 7 cambios de trampas por año.

Tabla XVI Costo anual y número actual de trampas de agua

No. de trampas	Costo por trampa	Cambios al año	Costo total
08	Q 350.00	7	Q 19,600.00

Fuente: datos proporcionados por Producciones Modulares, S.A.

Resumen:

Costo anual por actuales trampas de agua: Q 19,600.00

Costo anual por nuevas trampas de agua: Q 17,000.00

Diferencia de costo trampas de agua actual y nuevas:

$$Q 19,600.00 - Q 17,000.00 = Q 2,600.00$$

Al realizar el cambio de las trampas de agua y utilizar 10 trampas de agua Producciones Modulares, S.A. tendrá un ahorro de Q 2,600.00 anuales.

Evaluando las trampas nuevas con las actuales se tienen los siguientes beneficios:

- Ahorro anual de Q 2,600.00
- El tiempo de vida de la trampa de agua propuesta es mayor.

- Existirán dos trampas de agua más en la red, esto significa mayor succión de agua y esto evitará que el aire circule con agua.

3.1.4 Tubería a utilizar

Se pueden considerar tres tipos de tuberías:

- Tubería principal, o colector general
- Tuberías secundarias
- Tuberías de servicio

3.1.4.1 Determinación del diámetro más económico a utilizar

El diámetro de las tuberías no debe elegirse conforme a otros tubos existentes ni de acuerdo con cualquier regla empírica, sino en conformidad de:

- Caudal
- Longitud de las tuberías
- Pérdida de presión
- Presión de servicio
- Cantidad de estrangulamiento en la red

El diámetro de la tubería debe estar dentro de los rangos permisibles y óptimos tomando en cuenta los costos de implementación.

3.1.4.2 Cálculo de tubería

Actualmente son 165 metros de tubería principal, 85 metros de tubería secundaria y 25 metros de tubería de servicio.

El total de la tubería es de 275 metros.

Son 175 metros con un diámetro de 1" y 100 metros con un diámetro de 1/2".

La resistencia al flujo de aire comprimido a través de un conducto se incrementa por la presencia de accesorios y por lo tanto, la capacidad de conducción se ve reducida.

Para determinar la longitud equivalente de la tubería debida a la existencia de accesorios se puede utilizar el método de relacionar los accesorios directamente con longitudes de tubo.

Tamaño nominal de la tubería:

Diámetro: 1 pulgada

Longitud: 175 metros = 175 metros * 39.36 pulgadas / 1 metro = 6888 pulgadas.

Codos: 30 Longitud equivalente = 2.62 pulgadas

Te: 11 Longitud equivalente = 1.05 pulgadas

Codos = 30 * 2.62 = 78.6 pulgadas

Te = 11 * 1.05 = 11.55 pulgadas

Longitud equivalente diámetro 1 pulgada = 6888 + 78.6 + 11.55 = 6978.15 pulgadas.

6978.15 pulgadas * 1 metro / 39.36 pulgadas = 177.29 metros.

Diámetro: ½ pulgada

Longitud: 100 metros = 100 metros * 39.36 pulgadas/ 1 metro = 3936 pulgadas.

Codos: 4 Longitud equivalente = 1.55 pulgadas

Te: 15 Longitud equivalente = 0.62 pulgadas

Codos = 4 * 1.55 = 6.2 pulgadas

Te = 15 * 0.62 = 9.3 pulgadas

Longitud equivalente diámetro ½ pulgada = 3936 + 6.2 + 9.3 = 3951.5 pulgadas.

3951.5 metros * 1 metro / 39.36 pulgadas = 100.39 metros.

Longitud equivalente total: 6978.15 pulgadas + 3951.5 pulgadas = 10,929.65 pulgadas.

10,929.65 pulgadas * 1 metro / 39.36 pulgadas = 277.68 metros.

Los 277.68 metros únicamente sirve para determinar datos de caída de presión.

La tubería seguirá siendo la misma, ya que la misma no presenta problemas ni deterioros para que se deba cambiar.

3.1.4.3 Tubería principal

Deben tener el mayor diámetro posible, se debe considerar que en instalaciones normales el diámetro de la tubería calculada no debe exceder de

200 a 250 mm ó 7.87" a 9.84". Se debe dimensionar, de manera que permita una ampliación del 300% del caudal de aire nominal.

La velocidad máxima del aire que pasa por ella, no debe sobrepasar los 8 m/s. La tubería principal el diámetro es de 1" = 2.54 cm = 25.4 mm

3.1.4.4 Tubería secundaria

Toman el aire de la tubería principal, ramificándose por las zonas de trabajo, de las cuales salen las tuberías de servicio. El caudal que pasa por ellas, es igual a la suma del caudal de todos los puntos de consumo.

La velocidad máxima del aire que pasa por ella, no debe sobrepasar 8 m/s. La tubería secundaria actualmente está con dos diámetros, cierta tubería está con un diámetro de 1" y otra parte con 1/2" de diámetro.

3.1.4.5 Tubería de servicio

Alimentan los equipos neumáticos, llevan acoplamientos de cierre rápido, e incluyen las mangueras de aire y grupos filtro - regulador - engrasador.

Se ha de evitar tuberías de diámetro inferior a 1/2" ó 12.7 mm, ya que se pueden cegar.

La velocidad máxima del aire que pasa por ella, no debe sobrepasar 15 m/s.

3.1.5 Instalación preliminar de la nueva red de distribución

La red de distribución contará con ciertos cambios al agregar dos trampas de agua y darle una inclinación a la tubería, además de estandarizar el diámetro de la tubería secundaria.

3.1.5.1 Accesorios y herramientas necesarias para la instalación

Como toda red de distribución se necesita contar con accesorios que hagan que la red sea óptima y funcione adecuadamente, los accesorios que tiene la red de distribución son:

Tes

Codos

Tuerca unión

Trampas de agua: en la red se instalarán 02 trampas de agua más de las que ya están instaladas actualmente esto con el fin de minimizar el agua que se condensa en la tubería y llega a las maquinas de trabajo.

Tubería: la tubería principal, secundaria y de servicio tendrá una inclinación del 2% para una mejor circulación del aire. Además el diámetro de la tubería secundaria debe estandarizarse a 1".

3.1.6 Presiones de trabajo

La caída de presión para tubos rectos se calcula mediante fórmulas o nomogramas:

La fórmula está definida así:

$$\Delta p = \frac{\beta}{R * T} * \frac{v^2}{D} * L * p$$

Siendo:

Δp = caída de presión en bar

P = presión en bar

R = constante del gas (para aire R = 29.27)

T = temperatura absoluta (t + 273), siendo t la temperatura del aire en el interior de la tubería

D = diámetro de la tubería en mm

L = longitud de la tubería en m

V = velocidad del aire en m/s

B = grado de resistencia, que es función del caudal másico

\dot{m} = Caudal másico en kg/h = 78 m³/hora

Además de esta fórmula, se pueden utilizar una serie de nomogramas.

$$\Delta p = \frac{\beta}{R * T} * \frac{v^2}{D} * L * p$$

Las pérdidas de presión en accesorios (válvulas, T, codos, entre otros.), a efectos de cálculo, con el fin de encontrar un resultado rápido con una aproximación aceptable, basta añadir, a la longitud propia de la tubería que se está proyectando, un suplemento de longitud de tubería que compense la pérdida de presión ocasionada por dichos elementos.

Para el cálculo de la pérdida de presión se tiene la siguiente información:

Para la tubería con diámetro de 1 pulgada:

P = 8 bar.

L = 177.29 metros.

$$D = 1 \text{ pulgada} = 2.54 \text{ cm} = 25.4 \text{ mm.}$$

$$V = 7 \text{ m/s}$$

$$B = 0.0826 * 78 \text{ m}^3/\text{hora} = 6.4428$$

$$R = 29.27$$

$$T = 303$$

Al realizar el cálculo de la pérdida de presión:

$$\Delta p = \frac{6.4428}{(29.27 * 303)} * \frac{(8)^2}{25.4} * 177.29 * 7$$

$$\Delta p = 2.2 \text{ bar}$$

Para la tubería con diámetro de ½ pulgada:

$$P = 8 \text{ bar.}$$

$$L = 100.39 \text{ metros.}$$

$$D = \frac{1}{2} \text{ pulgada} = 1.27 \text{ cm} = 12.7 \text{ mm.}$$

$$V = 7 \text{ m/s}$$

$$B = 0.0826 * 78 \text{ m}^3/\text{hora} = 6.4428$$

$$R = 29.27$$

$$T = 303$$

Al realizar el cálculo de la pérdida de presión:

$$\Delta p = \frac{6.4428}{(29.27 * 303)} * \frac{(8)^2}{12.7} * 100.39 * 7$$

$$\Delta p = 2.5 \text{ bar}$$

3.1.6.1 Presión de salida del compresor

La presión de salida del compresor es de 8 a 9 Bar, dicha presión el compresor la indica cuando está en operación por medio de un manómetro. El compresor SCHULZ SRP 3020, serie 3505 seguirá operando y realizándole los mantenimientos respectivos.

3.1.6.2 Presión de entrada a máquinas industriales

Dado a que la caída de presión es aproximadamente de 2.0 a 2.5 Bar en la tubería y accesorios de la red, la presión del aire al llegar a cada una de las máquinas oscilará de 6 a 7 Bar.

3.1.6.3 Presión de trabajo

La presión de trabajo será de 6 a 7 Bar, según los cálculos realizados. El mismo se ve reflejado en el compresor, ya que el mismo contiene un manómetro que indica la presión de trabajo en la red.

3.1.7 Pérdidas de aire

La pérdida de presión máxima permisible, en el sistema de tuberías, no puede pasar de 2% de la presión del compresor, así que si se trabaja con 8 bar, la máxima caída permisible será de 0.16 bar, ya que si a esta caída de presión se le suman las de los demás elementos del circuito, la presión en el punto de trabajo, puede ser mucho más baja que la ideal, para el circuito neumático.

3.1.7.1 Pérdidas por fricción

La presencia de llaves de paso, codos, tes, trampas de agua, entre otros; genera pérdidas de carga en toda la instalación, esto por alterar la dirección del flujo o modificar la velocidad lineal de desplazamiento.

***Para la tubería con diámetro de 1 pulgada:**

La caída de presión es 2.2 bar

***Para la tubería con diámetro de ½ pulgada:**

La caída de presión es 2.5 bar

Dichas caídas de presión incluyen los accesorios que contiene la red de distribución.

*Datos obtenidos del presente trabajo del capítulo 3, sección 3.1.6 presiones de trabajo.

3.1.7.2 Pérdidas de aire admisibles por fugas

Para comprimir aire se requiere energía, las fugas son pérdidas de energía. Las pérdidas por fugas varían desde 5% a 10% en instalaciones bien mantenidas, pero también desde 30% hasta 50% en instalaciones descuidadas. El costo de reacondicionamiento de la red es muy pequeño en comparación con los costos de pérdidas de energía.

Los puntos de fuga más frecuentes son:

- Válvulas de seguridad de los depósitos acumuladores
- Juntas de tuberías y mangueras
- Válvulas de corte que hacen mal cierre
- Fugas en los equipos

3.1.8 Mantenimiento a red de distribución

La importancia de contar con un mantenimiento confiable:

- Maximizar la efectividad total del equipo
- Minimizar las pérdidas y costos innecesarios de operación
- Localización de problemas potenciales
- Reducción de costos por paros
- Incremento de la productividad

A la red de distribución se le debe de dar el respectivo mantenimiento, a continuación se presenta la importancia del mantenimiento y las consecuencias por ignorar el mismo.

Tabla XVII Mantenimientos y consecuencias por no realizarlo

Accesorio	Objetivos del mantenimiento	Consecuencias por ignorar el mantenimiento
Trampas de agua	Realizar la succión adecuada del agua.	El agua seguirá circulando a través de la red y llegará a las máquinas de trabajo.
Tubería	Por lo general se cambia cuando es necesario.	Podrán existir fugas a lo largo de la red de distribución.
Tes	Se realizan cambios cuando es necesario.	Una te dañada puede representar pérdida de presión, fuga de aire, o mala distribución del aire a través de la red.
Codos	Se realizan cambios cuando es necesario.	Un codo dañado puede ocasionar pérdidas de presión y fugas de aire.

Fuente: información proporcionada por Abastecedora Industrial, S.A.

Los costos de mantenimiento contribuyen de un 8% a 12% del costo del producto.

3.2 Análisis de los costos de la maquinaria y equipo a utilizar

Es necesario realizar un análisis de los costos de la maquinaria y el equipo a utilizar, ya que para la toma de decisiones este es un dato muy importante a tomar en cuenta.

3.2.1 Costos por implementación del proyecto

Los costos para la implementación del proyecto se detallarán por maquinaria, accesorios y herramientas, mano de obra por instalaciones, costos por mantenimientos a la red, costos por mantenimiento a maquinaria.

3.2.2 Costo y especificaciones de maquinaria

La secadora industrial modelo BD 100-3000 tiene un costo de inversión de Q 140,000.00; el mismo se pagará en 12 meses con un enganche del 30%. Además el costo por mano de obra por instalar la secadora es de Q 5,000.00

El cálculo del enganche es:

$$Q\ 140,000.00 * 30\% = Q\ 42,000.00$$

Capital por pagar en 12 meses:

$$Q\ 140,000.00 - Q\ 42,000.00 = Q\ 98,000.00$$

Capital por pagar: Q 98,000.00

El capital por pagar de Q 98,000 se realizará en 12 cuotas con una tasa de interés del 10% anual, por lo tanto cada cuota es de:

$$S = P (1 + i)^T$$

En donde:

S = monto total a pagar

P = capital a financiar

I = tasa de interés anual

T = tiempo en años

$$S = 98,000 (1 + 0.10)^1$$

$$S = 98,000 (1.10)$$

$$S = Q 107,800.00$$

Pago mensual:

$$Q 107,800.00 / 12 = Q 8,983.33$$

El pago mensual por la secadora es de Q 8,983.33 durante 12 meses.

El pago final por la secadora es de:

Enganche: Q 42,000.00

Monto financiado: Q 107,800.00

Total: Q 42,000.00 + Q 107,800.00 = Q 149,800.00

Intereses: Q 149,800.00 – Q 140,000.00 = Q 9,800.00

Las especificaciones técnicas de la secadora son:

Presión de entrada del aire comprimido después de la filtración: 7 Bar.

Presión de entrada máxima: 14.5 Bar.

Temperatura del aire comprimido: 308 °F.

Costos por mantenimiento:

Tabla XVIII Resumen de costos por servicios a secadora

Servicio a secadora	Servicios al año	Costo por servicio	Costo total
Servicio menor	2	Q 1,800.00	Q 3,600.00
Servicio mayor	2	Q 5,800.00	Q 11,600.00
Total	4		Q 15,200.00

Fuente: datos proporcionados por Grupo Tecún

3.2.3 Costos de accesorios y herramientas

En cualquier instalación mecánica que se le va a realizar cambios es necesario considerar los costos de los accesorios, a continuación se presentan los costos de los accesorios:

Tabla XIX Accesorios y costos

Accesorio	Costo por unidad
Trampas de agua	Q 425.00
Tes	Q 15.00
Codos	Q 25.00
Unión	Q 45.00

Fuente: datos proporcionados por Abastecedora Industrial, S.A.

Para mejorar la red es necesario realizar el cambio de las trampas de agua, ya que las trampas instaladas actualmente no están en óptimas condiciones.

El costo por realizar el cambio de las trampas de agua es el siguiente:

Tabla XX Costo total de trampas de agua

Trampas de agua	Costo unitario	Costo total
10	Q 425.00	Q 4,250.00

Fuente: dato proporcionado por Abastecedora Industrial, S.A.

El costo por instalar las nuevas trampas de agua es de Q 4,250.00; dichas trampas tendrán un uso óptimo de 700 horas.

3.2.4 Costos de mano de obra por instalación

El costo de mano de obra por instalar la secadora industrial BD 100-3000 es de Q 5,000.00 dicho costo está incluido en el precio de la secadora.

3.2.5 Costos por mantenimiento a la red de distribución

A una instalación mecánica es necesario realizarle los mantenimientos adecuados, ya que sin los mismos se presentan riesgos que pueden perjudicar producción; a continuación se presentan los costos de de los diferentes mantenimientos.

3.2.5.1 Costos por mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo a la red de distribución se conforma de la siguiente manera:

- a. Trampas de agua anual: Q 17,000.00
Dato obtenido de la tabla XV del presente trabajo
- b. Mantenimiento a compresor: Q 14,200.00
Dato obtenido de la tabla XII del presente trabajo
- c. Mantenimiento a secadora: Q 15,200.00
Dato obtenido de la tabla XVIII del presente trabajo

Al realizar la suma de los montos indicados en los incisos a, b y c el costo anual aproximado es de Q 46,400.00.

3.2.5.2 Costos por mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo a la red de distribución tiene un costo demasiado alto, ya que este incluye la corrección necesaria de la o las máquinas que sufran daño.

Un mantenimiento correctivo de una cortadora horizontal según datos proporcionados por Producciones Modulares, S.A. tiene un costo aproximado de Q 70,000.00 por los siguientes casos:

- En la mayoría de casos por el tipo de maquinaria las piezas se deben de importar de otros países, esto incurre en tiempo, impuestos, alto costo del repuesto.

- La máquina no opera durante el tiempo en que se obtienen de nuevo los repuestos.
- Se debe buscar otra alternativa para poder continuar con la producción mientras la máquina afectada esté nuevamente en óptimas condiciones.

El mantenimiento correctivo es el rubro más alto debido a que el mismo es por cambiar accesorios y herramientas de la red de distribución y piezas de las máquinas de la planta de producción que han colapsado por no darles el mantenimiento preventivo adecuado.

3.2.5.3 Costos por falta de mantenimiento

Al no realizar los mantenimientos respectivos; Producciones Modulares, S.A. se ve afectada en la calidad de los productos finales, ya que los mismos no cumplirán los estándares de calidad, además que la red y las maquinas de la planta de producción se dañaran.

Por no realizar el mantenimiento respectivo se tienen los siguientes inconvenientes:

- El aire que circula por la red está mezclado con agua, se daña la tubería y se dañan las máquinas.
- La tubería se daña por afuera y se oxida.
- Los accesorios de la red pueden fallar y oxidarse.
- Las trampas de agua dejan de succionar el agua que circula en la red.
- La producción se puede ver afectada al no realizar los mantenimientos adecuados.

3.2.6 Costos por mantenimiento a secadora y compresor industrial

A continuación se detallan los costos por servicio menor y mayor al compresor y secadora:

3.2.6.1 Costos de servicio menor

El costo por servicio menor para el compresor es de Q 1,600.00

Dato obtenido de la tabla X del presente trabajo.

El costo por servicio menor para la secadora es de Q 1,800.00

Dato obtenido de la tabla XVIII del presente trabajo.

3.2.6.2 Costos de servicio mayor

El costo por servicio mayor al compresor es de Q 5,500.00

Dato obtenido de la tabla XI del presente trabajo.

El costo por servicio mayor a la secadora es de Q 5,800.00

Dato obtenido de la tabla XVIII del presente trabajo.

El servicio menor y mayor para el compresor y para la secadora se realiza dos veces al año de cada tipo de servicio, considerando que el tiempo de operación de la planta de producción se mantiene en 2,800 horas anuales aproximadamente; si este tiempo aumenta la operación del compresor y de la secadora aumentarán, por lo que los servicios deberán realizarse con mayor frecuencia.

Costos anuales por mantenimiento:

El costo anual por mantenimiento al compresor es:

Servicio menor: $Q\ 1,600.00 * 2$ veces al año = $Q\ 3,200.00$

Servicio mayor: $Q\ 5,500.00 * 2$ veces al año = $Q\ 11,000.00$

Total: $Q\ 3,200.00 + Q\ 11,000.00 = Q\ 14,200.00$

El costo anual por mantenimiento de la secadora es:

Servicio menor: $Q\ 1,800.00 * 2$ veces al año = $Q\ 3,600.00$

Servicio mayor: $Q\ 5,800.00 * 2$ veces al año = $Q\ 11,600.00$

Total: $Q\ 3,600.00 + Q\ 11,600.00 = Q\ 15,200.00$

Tabla XXI: Resumen de costos anuales por mantenimiento

Máquina	Costo anual
Compresor	Q 14,200.00
Secadora industrial	Q 15,200.00
Total	Q 29,400.00

Fuente: datos proporcionados por Producciones Modulares, S.A.

4. IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTA

4.1 Implementación de sistema para control de costos

Para implementar una instalación es necesario contar con un control de todos los costos que comprende el mismo, de no ser así la empresa puede verse afectada, a continuación se presenta el control de costos que podrá utilizar Producciones Modulares, S.A.

4.1.1 Control de costos por parte de gerencia general

Los rubros que se deben pagar mensualmente son:

- Secadora industrial
- Intereses por financiamiento de secadora

Los rubros que se deben pagar 4 veces en el año son:

- Trampas de agua:
Se realizan 4 cambios al año, dato obtenido de la tabla XV del presente trabajo.
- Mantenimiento a compresor:
2 pagos de servicio menor y 2 pagos de servicio mayor, dato obtenido de la tabla XII del presente trabajo.

- Mantenimiento a secadora:
2 pagos de servicio menor y 2 pagos de servicio mayor, dato obtenido de la tabla XVIII del presente trabajo.

El pago por la mano de obra por la instalación de la secadora industrial es un pago único que se debe realizar al momento de instalar la secadora.

Los costos totales por el proyecto son los siguientes:

Tabla XXII Costos totales por implementación de proyecto

Instalación	Costo total anual
Secadora industrial	Q 140,000.00
Intereses por financiamiento de secadora	Q 9,800.00
Mano de obra por instalación de secadora industrial	Q 5,000.00
Trampas de agua	Q 17,000.00
Mantenimiento a compresor industrial	Q 14,200.00
Mantenimiento a secadora industrial	Q 15,200.00
TOTAL	Q 201,200.00

Fuente: datos proporcionados por Producciones Modulares, S.A.

Por parte de gerencia general deberá mantenerse un riguroso control debido a que los costos de inversión son altos y los mismos deben manejarse bajo ciertas normas de seguridad.

Se debe prever la inversión, tanto inicial como mensual.

El cálculo de la inversión inicial es el siguiente:

Tabla XXIII Inversión inicial por implementación de proyecto

Inversión	Monto
Eganche por secadora BD 100-3000	Q 42,000.00
Mano de obra por instalación de secadora industrial	Q 5,000.00
Instalación de nuevas trampas de agua	Q 4,250.00
Inversión inicial total	Q 51,250.00

Fuente: datos obtenidos según cálculos realizados para implementar la propuesta.

El cálculo de la inversión mensual es:

Debido a que los costos no son mensuales ya que los mantenimientos y cambios de accesorios no se realizan mes a mes, es recomendable realizar aprovisionamiento mensual para que sea más fácil cubrir los gastos de mantenimiento.

Tabla XXIV Inversión mensual por implementación de proyecto

Pago	Inversión mensual
Pago mensual por secadora	Q 8,983.33
Trampas de agua	Q 1,062.50
Mantenimiento a compresor industrial	Q 1,183.33
Mantenimiento a secadora industrial	Q 1,266.67
TOTAL	Q 12,495.83

Fuente: datos obtenidos según cálculos realizados para implementar la propuesta.

4.1.1.1 Control de costos para los diferentes tipos de mantenimiento a red de distribución

Para un control adecuado sobre los diferentes aprovisionamientos mensuales a realizar, única y exclusivamente el director de operaciones informará a gerencia general y él será la persona que podrá autorizar los retiros de efectivo o emisión de cheques para pagar a los proveedores respectivos.

Los aprovisionamientos estarán integrados en una sola cuenta bancaria.

4.1.1.2 Control de costos para la red de distribución

Con base a los datos obtenidos anteriormente para la red de distribución se tienen los siguientes costos:

- Trampas de agua anual: Q 17,000.00
- **Trampas de agua:**

Las trampas de agua tienen un costo anual de Q 17,000.00; al implementar el proyecto se debe invertir en las 10 trampas de agua para mejorar la red de distribución.

El aprovisionamiento mensual por las trampas de agua es:

$$Q 17,000.00 / 12 = Q 1,416.67$$

Por la implementación del proyecto Producciones Modulares, S.A. instalará las trampas de agua inicialmente, por lo que en el transcurso del año;

deberá provisionar únicamente para 3 cambios de las mismas, es decir de los Q 17,000.00 anuales deberá restarse Q 4,250.00, ya que este monto está en la inversión inicial, por lo tanto; el cálculo mensual por las trampas de agua es:

Monto anual por provisionar mensual = Costo anual – inversión inicial

$$Q 17,000.00 - Q 4,250.00 = Q 12,750.00$$

El provisionamiento mensual es:

$$Q 12,750.00 / 12 = Q 1,062.50$$

4.1.1.3 Control de costos para el compresor industrial

El mantenimiento mensual del compresor es:

$$Q 14,200.00 / 12 = Q 1,183.33$$

El mantenimiento anual al compresor industrial es de Q 14,200.00

4.1.1.4 Control de costos para secadora industrial

- Pago mensual por la secadora:

El monto a financiar es de Q 98,000.00

$$Q 98,000 / 12 = Q 8,166.67$$

- Intereses por financiamiento de la secadora:

$$Q 9,800.00 / 12 = Q 816.67$$

- El mantenimiento mensual de la secadora es

$$Q 15,200.00 / 12 = Q 1,266.67$$

4.1.2 Análisis financiero por implementar la propuesta

Es necesario realizar un análisis financiero por llevar a cabo la implementación de la propuesta, ya que con la misma se podrá definir el beneficio/costo para Producciones Modulares, S.A.

4.1.2.1 Valor actual neto

El valor actual neto es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión.

$$VAN = \frac{V}{(1 + k)^t} - I_0$$

En donde:

VAN = valor actual neto

V = flujo monetario de cada período

I₀ = inversión inicial

K = tasa de interés

T = tiempo

El valor de V se determina así:

Ingreso anual: Q 2,600,000.00

Ingreso neto anual: Q 2,600,000.00 / 1.12 = Q 2,321,428.57

Ingreso neto mensual: Q 2,321,428.57 / 12 = Q 193,452.38

Para determinar el valor actual neto, se debe de realizar una suma del valor actual neto por la secadora, ya que tiene una tasa de interés y un valor actual neto por los demás rubros mensuales.

Al realizar los cálculos respectivos se obtiene:

Para la secadora:

V = Q 193,452.38

lo = Q 42,000.00

K = 10% para la secadora.

T = 12 meses = 1 año

$$VAN = \frac{Q 193,452.38}{(1 + 0.10)^{12}} - Q 42,000.00$$

VAN secadora = Q 19,805.87

Para el resto de rubros:

V = Q 193,452.38

lo = Q 9,250.00

K = 0%

T = 12 meses

$$\text{VAN} = \frac{\text{Q } 193,452.38}{(1 + 0)^{12}} - \text{Q } 9,250.00$$

$$\text{VAN} = \text{Q } 184,202.38$$

$$\text{VAN total} = \text{Q } 19,805.87 + \text{Q } 184,202.38 = \text{Q } 204,008.25$$

Cuando el VAN es mayor a cero, la inversión producirá ganancias por encima de la rentabilidad.

4.1.2.2 Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno de una inversión está definida como la tasa de interés con la cual el VAN es igual a cero.

A mayor tasa interna de retorno es mayor la rentabilidad.

$$\text{VAN} = \frac{V}{(1 + \text{TIR})^t} - I_0$$

Para obtener la tasa interna de retorno el VAN = 0.

I_0 = inversión inicial de secadora + otros

$$I_0 = \text{Q } 42,000.00 + \text{Q } 9,250.00 = \text{Q } 51,250.00$$

En este caso se puede sumar las dos inversiones, ya que se necesita determinar la TIR por la implementación de todo el proyecto.

$$V = Q 193,452.38$$

$$T = 12 \text{ meses}$$

$$0 = \frac{Q193,452.38}{(1 + TIR)^{12}} - Q 51,250.00$$

Al despejar la variable, el $- Q51,250.00$ pasará a sumar al lado izquierdo, el numerador pasará a dividir.

$$Q 51,250.00 / Q 193,452.38 = 1 / (1 + TIR)^{12}$$

$$Q 51,250.00 / Q 193,452.38 = 1/(1 + TIR)^{12}$$

Para que el denominador de la variable TIR se vuelva numerador, se realizará el inverso de cada operación en ambos lados de la ecuación.

$$(Q 51,250.00 / Q 193,452.38)^{-1} = (1/(1 + TIR)^{12})^{-1}$$

$$Q 193,452.38 / Q 51,250.00 = (1 + TIR)^{12}$$

Se procede a realizar la división del lado izquierdo de la ecuación:

$$1.77 = (1+TIR)^{12}$$

A continuación en ambos lados de la ecuación se saca la raíz doce para eliminar el exponente doce que está del lado derecho de la ecuación.

$$12\sqrt[12]{3.77} = 12\sqrt[12]{(1+TIR)^{12}}$$

$$1.1170 = 1 + TIR$$

$$1.1170 - 1 = TIR$$

$$TIR = 0.1170$$

$$TIR = 11.70\%$$

La tasa interna de retorno es del 11.70%; la misma es una tasa de interés alto, para efectos de análisis únicamente la secadora es la que tiene una tasa de interés; el resto de rubros su tasa es de cero.

4.1.2.3 Análisis beneficio/costo

El beneficio/costo para Producciones Modulares, S.A. será diferente al actual, ya que los costos serán mayores, por ello se procede a realizar el cálculo:

Los cálculos de dicho análisis son:

Beneficio:

$$\text{Venta neta} = Q 2,321,428.57$$

Costos:

Costos fijos mensuales:

Mano de obra directa: Q 42,000.00

Mano de obra indirecta: Q 36,000.00

Agua: Q 2,000.00

Teléfono: Q 1,500.00

Mantenimiento:

Mantenimiento al compresor: Q 1,183.33

El costo por mantenimiento anual a la secadora es de Q 15,200.00

Por lo tanto, el promedio mensual por mantenimiento a la secadora es de:

Mantenimiento mensual = $Q\ 15,200.00 / 12 = Q\ 1,266.67$

Tabla XXV Resumen de costos fijos al implementar la propuesta

COSTOS FIJOS	Costo mensual	Costo Anual
Mano de obra directa	Q 42,000.00	Q 504,000.00
Mano de obra indirecta	Q 36,000.00	Q 432,000.00
Agua	Q 2,000.00	Q 24,000.00
Teléfono	Q 1,500.00	Q 18,000.00
Costo por mantenimiento a compresor	Q 1,183.33	Q 14,200.00
Costo por mantenimiento a secadora	Q 1,266.67	Q 15,200.00
COSTOS FIJOS TOTAL	Q 83,950.00	Q 1,007,400.00

Fuente: datos proporcionados por Producciones Modulares, S.A.

Costos variables mensuales:

Comisiones: Q 6,666.67

Energía eléctrica:

El consumo de energía eléctrica se reducirá, ya que la caída de presión será menor.

Energía eléctrica anual actual: Q 144,000.00

Consumo aproximado de compresor: Q 80,000.00

El ahorro del compresor será de un 30% = Q 80,000.00 * 30% = Q 24,000.00

El consumo de la secadora anual aproximado es de Q 16,000.00

Energía eléctrica anual: Q 144,000.00 – Q 24,000.00 ahorro energético de compresor = Q 120,000.00

Consumo anual de electricidad: Q 120,000.00 + Q 16,000.00 = Q 136,000.00

El costo promedio mensual será de Q 136,000.00 = Q 11,333.33

12

Materia prima: Q 70,833.33

Combustible: Q 3,750.00

Otros: Q 1,250.00

Tabla XXVI Resumen de costos variables al implementar la propuesta

Costos variables	Costo mensual	Costo anual
Comisiones	Q 6,666.67	Q 80,000.00
Energía eléctrica	Q 11,333.33	Q 136,000.00
Materia prima	Q 70,833.33	Q 850,000.00
Combustible	Q 3,750.00	Q 45,000.00
Otros	Q 1,250.00	Q 15,000.00
COSTOS VARIABLES TOTAL	Q 93,833.33	Q 1,126,000.00

Fuente: datos obtenidos por Producciones Modulares, S.A.

Tabla XXVI I Costos fijos y variables al implementar la propuesta

Tipo de recurso	Costo mensual	Costo anual
Costos fijos	Q 83,950.00	Q 1,007,400.00
Costos variables	Q 93,833.33	Q 1,126,000.00
TOTAL	Q 177,183.33	Q 2,133,400.00

Fuente: datos obtenidos por Producciones Modulares, S.A.

Relación B/C = Beneficio / Costo

Relación = Q 2,321,428.57 / Q 2,133,400.00 = 1.08

La relación beneficio/costo nos indica que por cada unidad de quetzal que se invierte se generan Q 1.08 de ganancia.

Beneficio/Costo actual = Q 1.09

Beneficio/Costo por implementación de propuesta = Q 1.08

Diferencia = Q 1.08 – Q 1.09 = Q - 0.01

Al realizar un análisis del beneficio/costo se tendrá un centavo menos de beneficio, el cual podrá ser insignificante si se toma en cuenta los siguientes beneficios en un corto plazo:

- Evitar paros a la planta de producción
- Ahorro energético el cuál actúa en beneficio del medio ambiente
- En la red de distribución circulará aire sin agua el cuál evitará daños en la maquinaria, tubería y accesorios
- Futuras ampliaciones a la red de distribución

- Se podrá incrementar la producción, así se podrá aumentar la productividad y el beneficio

4.2 Instalaciones y cambios necesarios para la red de distribución

En la red de distribución es necesario realizar mantenimiento a los accesorios para que la misma se encuentre en óptimas condiciones, a continuación se presentan los accesorios de la red de distribución al igual que su tiempo de vida estimado.

Tabla XXVIII Accesorios y cambios en la red de distribución

Accesorio	Tiempo de vida estimado	Observaciones por instalación
Trampas de agua	700 horas	Instalar cerca del punto de uso para evitar pérdidas innecesarias que pueden afectar el rendimiento de las herramientas o equipos.
Tes	1 año	Se debe cambiar si está muy deteriorado, oxidado, entre otros.
Codos	1 año	Se debe cambiar si está muy deteriorado, oxidado, entre otros.
Unión	1 año	Se debe cambiar si está muy deteriorado, oxidado, entre otros.

Fuente: datos proporcionados por Abastecedora Industrial, S.A.

Para evitar las fugas de accesorios en los puntos de conexión debe emplearse algún tipo de sellante, como cáñamo impregnado de adhesivo o por una cinta plástica de teflón.

Las tuberías deben estar libres de materias extrañas como viruta metálica, óxido o suciedad; para evitar daños en las válvulas, lubricadores, filtros y elementos de trabajo.

4.3 Cálculo de productividad en función de la implementación

La producción de muebles promedio es de 233 muebles por mes. Anualmente son 2800 muebles los que se producen

El ingreso anual por concepto de ventas es de Q 2,600,000.00 aproximadamente.

Ventas netas = Q 2,321,428.57

Dentro de los recursos utilizados para el cálculo de la productividad están:

- Costos por mantenimiento a compresor
- Costos por mantenimiento a secadora
- Trampas de agua
- Mano de obra directa
- Mano de obra indirecta
- Energía eléctrica

Tabla XXIX Costos para operación de la red de distribución

Recurso	Costo anual
Mantenimiento a compresor	Q 14,200.00
Mantenimiento a secadora	Q 15,200.00
Trampas de agua	Q 17,000.00
Mano de obra directa	Q 504,000.00
Mano de obra indirecta	Q 432,000.00
Energía eléctrica	Q 136,000.00
TOTAL	Q 1,118,400.00

Fuente: datos proporcionados por Producciones Modulares, S.A.

$$\text{Productividad anual} = \text{Q } 2,321,428.57 / \text{Q } 1,118,400.00$$

$$\text{Productividad} = 2.07$$

$$\text{La productividad actual} = 2.12$$

$$\text{Productividad por implementación de proyecto} = 2.07$$

Ventajas con la implementación:

La productividad disminuye en función de la red, ya que los recursos a utilizar para la misma aumentan, sin embargo, los beneficios en general para Producciones Modulares, S.A. son los siguientes:

- Se tendrá un ahorro energético el cual se podrá aprovechar para realizar el mantenimiento a la secadora.
- Con el cambio de las trampas de agua en su tiempo adecuado se evitará el condensado en la red y que se incurra en mantenimientos correctivos.

- Al tener una producción más amigable con el medio ambiente se podrá buscar una certificación de normas ISO 14000.
- La red de distribución tendrá un acceso más fácil a posibles ampliaciones.
- La producción podrá aumentarse y la red no sufrirá con el agua que se condense en la red, ya que la misma será tratada por las trampas de agua y por la secadora.

4.4 Tiempos muertos

El tiempo muerto en producción es cuando se deja de producir por algún inconveniente o problema que sucedió en la maquinaria, equipo, personal o materia prima; a continuación se mencionará los problemas de tiempo muerto en la planta de producción.

4.4.1 Menor tiempo muerto en producción

La producción se ha visto afectada con paros imprevistos, el mismo equivale a tiempo muerto para la Producciones Modulares, S.A. por los siguientes motivos:

- No se puede producir, esto equivale a dejar de percibir los ingresos
- La producción se atrasa y la misma puede generar incumplimientos con los clientes en sus entregas
- El rubro de sueldo base para la mano de obra directa se debe de pagar aunque la planta esté detenida

Al implementar el proyecto los tiempos muertos que afectan la planta de producción se reducirán.

4.5 Paro imprevisto

El primer objetivo del mantenimiento es evitar las consecuencias de los fallos del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran. Las tareas de mantenimiento preventivo incluyen acciones como cambio de piezas desgastadas, cambios de aceites y lubricantes, entre otros. El mantenimiento preventivo debe evitar los fallos en el equipo antes que estos ocurran.

Realizar un mantenimiento preventivo permite:

- Detectar fallos repetitivos
- Aumentar la vida útil de los equipos
- Disminuir costos de reparaciones
- Detectar puntos débiles en la instalación

Los paros imprevistos se pueden reducir en un 90 por ciento ya que la red de distribución, el compresor y la secadora no presentarán problemas en forma continua puesto que se les estará realizando su respectivo mantenimiento preventivo.

El mantenimiento correctivo comprende el que se lleva a cabo con el fin de corregir una falla en el equipo.

Dicho mantenimiento evitará que se incurra en mantenimientos correctivos, ya que estos son los mantenimientos más costosos para la empresa por las siguientes razones:

- El costo de un mantenimiento correctivo es muy alto en comparación de un mantenimiento preventivo.
- Al no realizar los mantenimientos preventivos adecuados podrán existir paros imprevistos afectando la producción.
- Cuando la planta de producción deja de operar de forma imprevista la pérdida para la empresa por día es Q 7,216.80 aproximadamente.

4.6 Medio ambiente

El ahorro de energía es clave en la reducción de emisiones de CO₂, por lo que, debido a presiones comerciales y legislativas existentes, el sector industrial se está viendo obligado a demandar a los proveedores, soluciones sostenibles que supongan una mayor eficiencia energética.

La demanda de aire comprimido representa hasta 10% del consumo energético eléctrico en el sector industrial, lo que puede representar 40% de la factura de electricidad en una industria.

Una reducción en los costes energéticos en una empresa supone una mejora en las credenciales ecológicas así como una reducción de costes energéticos, en la cuenta de resultados.

El ahorro de energía en los sistemas de aire comprimido tiene un considerable impacto en la preservación del medio ambiente y también en la cuenta de resultados.

- El aire comprimido es vital para la industria.
- Los sistemas de aire comprimido representan hasta 10% del consumo energético industrial. Esto puede representar 40% del consumo de electricidad.
- Un cliente que ahorra energía, mejora las “credenciales medioambientales” y disminuye los costos energéticos.

5. MEJORA CONTINUA

5.1 Beneficios para la empresa al implementar la propuesta

El proceso de mejora continua es un concepto que pretende mejorar los productos, servicios y procesos. Implementar una mejora a la red de distribución de aire en Producciones Modulares, S.A. hará que el producto final sea de mejor calidad, al mismo tiempo se mejorará el proceso de producción, ya que las máquinas no sufrirán daños por circular agua en la red.

5.1.1 Toma de decisiones para inversión

Para cualquier proyecto de inversión es necesario considerar una toma de decisiones para un corto, mediano y largo plazo; ya que con esto se puede determinar los beneficios y desventajas que pueden haber al implementarse una mejora.

5.1.1.1 Corto plazo

Es importante que a corto plazo se pueda iniciar la implementación de la propuesta, ya que los beneficios por la instalación de la secadora y las trampas de agua otorgaran una mejora, tanto en la producción como en ahorro de recursos y un aumento de productividad de Producciones Modulares, S.A.

Beneficios al instalar secadora BD 100-3000:

- Se evitará el condensado a lo largo de la red de distribución.

- Existirá menor caída de presión lo que significa mayor ahorro de energía.
- El agua generada por el condensado se podrá volver a utilizar como aire comprimido.

Beneficios al instalar trampas de agua:

- El aire que circulará a lo largo de la red estará libre de impurezas.
- El agua que exista en la red saldrá con mayor rapidez por medio de la succión que realiza la trampa de agua, evitando que el agua llegue a las maquinas y las dañe.
- Las maquinas de la planta de producción no se verán afectadas por agua como actualmente lo están.

5.1.1.2 Mediano plazo

El pago de la secadora BD 100-3000 habrá finalizado un año después de la implementación del proyecto, ya que son 12 pagos mensuales los que se van a realizar, es decir; que Producciones Modulares, S.A. en sus costos mensuales ya no tendrá los montos de:

Pago mensual por secadora: Q 8,166.67

Pago mensual de intereses por financiamiento de secadora: Q 816.67

Total mensual: Q 8,983.33

En un mediano plazo dicho monto se podrá ahorrar o bien invertir en lo que se necesite en ese momento, puede ser:

- Adquisición de mayor cantidad de materia prima.

- Mano de obra directa si fuese necesario.
- Adquisición de equipos de protección personal.
- Inversión de nueva maquinaria.
- Entre otros.

5.1.1.3 Largo plazo

En un largo plazo se podrá determinar una ampliación de la red de distribución, esto con el fin de ampliar la producción.

Al aumentar la producción se obtendrá un mayor beneficio para Producciones Modulares, S.A.

La ampliación de la red podrá realizarse hasta en un 300%; ahorrando energía eléctrica que es uno de los costos más altos para la empresa.

La producción podrá aumentarse de 2,800 muebles anuales a 4,000 muebles a medida que se cuente con mayor materia prima, mano de obra directa y que la planta de producción no presente problemas por falta de mantenimiento.

5.2 Reducción de tiempos no productivos

Los tiempos no productivos se definen cuando no se está obteniendo ningún beneficio durante un tiempo determinado, esto por algún inconveniente o problema que no se tiene contemplado.

5.2.1 Reducción de paros imprevistos

Los paros imprevistos que han sufrido en Producciones Modulares, S.A. se debe a la falta de planificación de mantenimientos a la red de distribución, llevando a generar pérdidas por:

- Paros de la planta de producción
- Pago de mano de obra
- Altos costos por reparación de maquinaria

5.2.2 Reducción de tiempos muertos

Las actividades que no agregan valor a la producción únicamente generan pérdidas para una empresa, entre ellas están los tiempos muertos.

Un tiempo muerto puede ser por un desperdicio de tiempo dedicado a revisar máquinas, esto puede ser por no planificar un mantenimiento.

Los tiempos muertos se podrán eliminar, realizando un mantenimiento adecuado a todas las máquinas de la planta de producción, la forma de realizar los mantenimientos son:

- Todos los sábados después del trabajo habrán 5 personas, las cuales se encargarán de hacerle una limpieza profunda a la maquinaria, esto con el fin de prolongar la vida de las máquinas.
 - Se revisará el nivel de aceites y lubricantes
 - Se realizará una limpieza superficial de toda la máquina

- Se limpiaran todas las piezas internas para remover el polvo que pueda afectar la producción
- Se revisará si existen fugas o algún desajuste en las máquina

5.2.3 Aumento de productividad

La productividad puede aumentar por tres formas:

- Elevar la producción con los mismos recursos
 - Incrementar la producción y disminuir los recursos
 - Minimizar los recursos manteniendo el nivel de producción
-
- **Elevar la producción con los mismos recursos**

La producción podrá aumentar evitando los paros imprevistos que han surgido, puesto que el tiempo que se ha invertido para realizar un mantenimiento correctivo se podrá utilizar para aumentar la producción.

- **Incrementar la producción y disminuir los recursos**

La producción se podrá aumentar en un largo plazo a medida que se implemente una ampliación a la red de distribución, se podrán disminuir los recursos si se mantiene un nivel óptimo de accesorios en la red de distribución y disminuir la caída de presión para que exista un ahorro energético.

- **Minimizar los recursos manteniendo el nivel de producción**

Los recursos que pueden disminuir manteniendo el nivel de producción a medida que se implemente el proyecto son:

- El aire comprimido por medio de reducir las fugas de aire y el condensado.
- Al existir menor caída de presión a lo largo de la red de distribución por la secadora existirá un ahorro energético de un 25% sobre el consumo de la red.

5.2.4 Disminución de costos por reducción de pérdidas de tiempo

A medida que el proyecto se implemente se podrá hacer un estudio de las pérdidas de tiempo que se podrán ahorrar.

Las pérdidas de tiempo según estimaciones anuales generan una pérdida de Q 28,800.00 aproximadamente, además las personas de mano de obra directa se les debe pagar su día de trabajo.

Los costos por pérdidas de tiempo son:

Mano de obra directa = 15 personas.

Pago diario a cada trabajador = Q 56.00

Pago de mano de obra directa por día: 15 personas * Q 56.00 = Q 840.00

Número de días de paros imprevistos por año: 4 aproximadamente.

MOD anual: $Q\ 840.00 * 4 = Q\ 3,360.00$

En el año se pagan aproximadamente Q 3,360.00 por concepto de MOD cuando se ha presentado algún paro imprevisto y la mano de obra directa no ha podido desempeñarse directamente en la planta de producción, si bien el tiempo no se pierde puesto que realizan otras actividades, esto representa un costo para Producciones Modulares, S.A.

5.3 Estadística

Es necesario llevar una estadística de los diferentes costos ya que con esto se puede tener un mejor control y sirve de beneficio para Producciones Modulares, S.A.

5.3.1 Estadística de los mantenimientos a realizar

Los mantenimientos a realizar anualmente son:

Mantenimiento a compresor: Q 14,200.00

Mantenimiento a secadora: Q 15,200.00

5.3.2 Estadística de los costos por mantenimiento de la red

Mantenimiento a red: Q 17,000.00

Otros: Actualmente no está tomado en cuenta, para mejora de la red y para cumplir con normas de seguridad e higiene industrial se puede utilizar para aplicar pintura a la tubería en la parte exterior; según las normas DIN 24-03. Se deberán aplicar dos colores; un color básico por el tipo de fluido y otro color complementario para identificar el estado del fluido que circula por la tubería.

Fluido: aire.

El color básico para el aire: azul.

Estado del fluido: comprimido.

El color complementario para el aire comprimido: rojo.

Para aplicar la pintura a la tubería se incurrirá a un costo de Q 3,000.00 aproximadamente.

Al realizar un aprovisionamiento mensual:

$$Q 3,000.00 / 12 = Q 250.00$$

Figura 8. Colores de tubería por tipo de fluido

Fluido	Color Básico	Estado Fluido	Color Complementario	Ejemplo
ACEITES	Marrón	Gas-oil	Amarillo	
		De alquitrán	Negro	
		Bencina	Rojo	
		Benzol	Blanco	
*ÁCIDO	Naranja	Concentrado	Rojo	
AIRE	Azul	Caliente	Blanco	
		Comprimido	Rojo	
		Polvo carbón	Negro	
AGUA	Verde	Potable	Verde	
		Caliente	Blanco	
		Condensada	Amarillo	
		A presión	Rojo	
		Salada	Naranja	
		Uso industrial	Negro	
Residual	Negro + Negro			
ALQUITRÁN	Negro			
BASES	Violeta	Concentrado	Rojo	
GAS	Amarillo	Depurado	Amarillo	
		Bruto	Negro	
		Pobre	Azul	
		Alumbrado	Rojo	
		De agua	Verde	
		De aceite	Marrón	
		* Acetileno	Blanco + Blanco	
		* Ácido carbónico	Negro + Negro	
		* Oxígeno	Azul + Azul	
		* Hidrógeno	Rojo + Rojo	
* Nitrógeno	Verde + Verde			
* Amoníaco	Violeta + Violeta			
VACÍO	Gris			
VAPOR	Rojo	De alta	Blanco	
		De escape	Verde	

Fuente: <http://www.google.com/imgres?imgurl.quiminet.com/imagen/matrix2>

Se recomienda pintar por lo menos una vez al año, la tubería para que se pueda prolongar la vida de la misma y se pueda tener un mejor control en términos de seguridad industrial.

Costo y frecuencia de servicio anual:

Tabla XXX Costos y servicios anuales al implementar la propuesta

Mantenimiento	Servicios al año	Costo mensual	Costo anual
Compresor	4	Q 1,183.33	Q 14,200.00
Secadora	4	Q 1,266.67	Q 15,200.00
Red	4	Q 1,416.67	Q 17,000.00
Aplicación de pintura	1	Q 250.00	Q 3,000.00
TOTAL		Q 3,762.50	Q 49,400.00

Fuente: datos proporcionados por Producciones Modulares, S.A.

5.3.3 Pronóstico de paros a planta de producción

Con un adecuado plan de mantenimiento preventivo a toda la red de distribución, accesorios, compresor y secadora los paros que han existido serán menores, ya que la red no fallará fácilmente. La planta de producción se podrá ver afectada porque falle alguna pieza de las máquinas de la planta de producción, pero con el mantenimiento adecuado a la red se reducirán los paros imprevistos.

Mientras los paros imprevistos se reduzcan en mayor porcentaje se obtendrá los siguientes beneficios:

- Los productos cumplirán con sus estándares de calidad
- El funcionamiento de los equipos será al máximo
- Entregas a tiempo de los productos hacia los clientes
- Menor gasto por concepto de mantenimiento correctivo

5.4 Auditoría

Una auditoría consiste en una inspección, estudio y análisis de los datos financieros de una empresa.

Para toda empresa es necesario llevar y realizar un control para cualquier tipo de auditoría que se le realice, tanto interna como externa; ya que es importante contar con resultados confiables y óptimos para no tener ningún inconveniente.

5.4.1 Auditoría interna

Con el fin de obtener un control sobre los gastos y manejo de efectivo se procederá a realizar los siguientes controles:

- **Caja chica:**

La caja chica está integrada por el efectivo autorizado por gerencia general, con el fin de realizar y cubrir los gastos necesarios para la operación que no excedan de Q 700.00. Está integrado por efectivo y documentos en orden. Para los gastos mayores a Q 700.00, se debe tramitar solicitud de cheque al gerente administrativo.

Para tener un manejo y control adecuado de la caja chica, se debe tomar en cuenta los siguientes procedimientos:

- Responsables: la caja chica es responsabilidad de la contadora general, ninguna persona más podrá tener acceso a la caja chica para evitar que se involucren a terceras personas en el manejo del efectivo.

- Seguridad: el lugar exclusivo para resguardar el efectivo es la caja fuerte, debiéndose evitar guardar cualquier otro objeto dentro de la misma.
- Las llaves que permiten abrir la caja fuerte deben estar a cargo de la contadora o de la persona responsable de la caja chica, nadie más deberá tener acceso de la misma, esto con el fin de minimizar el riesgo de robo.
- Orden: tanto el efectivo como los documentos deben mantenerse ordenados. El efectivo debe ordenarse por denominación, las monedas deben mantenerse en bolsas de acuerdo a su denominación y los dólares en un sobre para evitar su deterioro.
- Documentos: los documentos que forman parte de la caja chica deben estar ordenados y dentro de un sobre para evitar el extravío de los mismos, siendo los únicos documentos autorizados los detallados a continuación:
- Facturas: revisar la fecha, los datos de la empresa, descripción detallada, al dorso de la factura el sello de autorización y descripción breve del motivo del gasto.
- Recibos: los recibos deben contener la cantidad en números y letras, descripción clara del gasto, lugar y fecha, el nombre de la empresa, firma de la persona que se le cancela el gasto. Declarar la retención de ISR, 3.1% por compra de bienes y 6.2% por pago de servicios.

- Vales: son documentos que amparan la entrega de efectivo a otra persona para la realización de gastos como: papelería, pago de peajes, compra de repuestos, entre otros. Los vales se deben liquidar contra una factura, recibo o regresando el efectivo en un máximo de tres días. El vale deberá indicar la fecha, descripción, valor y firma de quien recibe.

- **Arqueo de caja chica**

Para obtener un control sobre el dinero de la caja chica se debe cuadrar la caja como mínimo dos veces por semana, esto lo deberá realizar el gerente administrativo de forma sorpresiva para determinar si existe algo anómalo.

Se deberá revisar el efectivo existente en la caja, y todos los documentos para determinar que la caja chica está cuadrada y no exista ni faltante ni sobrante.

- **Retiro de efectivo de caja**

Consiste en hacer retiros parciales de efectivo de los billetes de alta denominación, según las ventas realizadas durante el día, esto con el fin de minimizar los riesgos de robo o asalto.

Para realizar un retiro de efectivo deberá estar presente la persona a cargo de la caja y la persona encargada de realizar el retiro de efectivo, ambos deberán contar el efectivo y la persona encargada de retirar el efectivo dejará una constancia en la caja justificando el retiro.

El efectivo que se retira de la caja deberá depositarse en un sobre en la caja fuerte para posteriormente realizar el corte de la caja y al final del día depositarlo en el banco.

5.4.2 Auditoría externa

Cuando se recibe una visita de los inspectores de la Superintendencia de Administración Tributaria (SAT) es importante dar únicamente la información que solicitan por escrito.

Previo a dar cualquier información se deben solicitar los siguientes documentos:

Nombramiento: es el documento por medio del cual la SAT autoriza a determinados inspectores para realizar la auditoría. Se deben corroborar los nombres con los gafetes personales.

Requerimiento: es el documento en donde se describe el área a revisar. Pueden ser declaraciones de impuestos, facturas de compras, facturas de ventas, entre otros.

Al finalizar la auditoría, los inspectores de la SAT entregarán un acta con el resultado de la auditoría. Antes de firmar algún documento se debe leer y comunicar a la gerencia general la información que contenga el acta elaborada.

CONCLUSIONES

1. Implementar la propuesta tendrá un costo total de Q 201,200.00 el cual Producciones Modulares, S.A. podrá cubrir en un término de un año, reduciendo así su beneficio/costo en Q 0.01; el cual es insignificante tomando en cuenta los beneficios para la empresa.
2. Al instalar una secadora la red de distribución proporcionará un aire de mejor calidad y así no circulará agua por toda la red, evitando daños en las maquinas por donde circula aire.
3. El costo anual por mantenimiento de la secadora es de Q 15,200.00; la ventaja de contar con la secadora es que se evitarán paros imprevistos que pueden ocasionar pérdidas de Q902.10 por hora.
4. Al contar con una mejor red de distribución y que produzca menor contaminación, Producciones Modulares, S.A. podrá ser candidato a certificaciones de normas internacionales del medio ambiente.
5. Al instalar las nuevas trampas de agua se tendrá un ahorro por Q 2,600.00 anuales, y con este monto se podrá cubrir parte de los gastos por mantenimiento a la secadora, así como la producción de un mejor aire.
6. Implementar la propuesta Producciones Modulares, S.A. reducirá sus paros imprevistos en los que ha incurrido actualmente, ya que con

una circulación de aire libre de humedad evitará daños en las máquinas que necesitan aire comprimido para trabajar.

RECOMENDACIONES

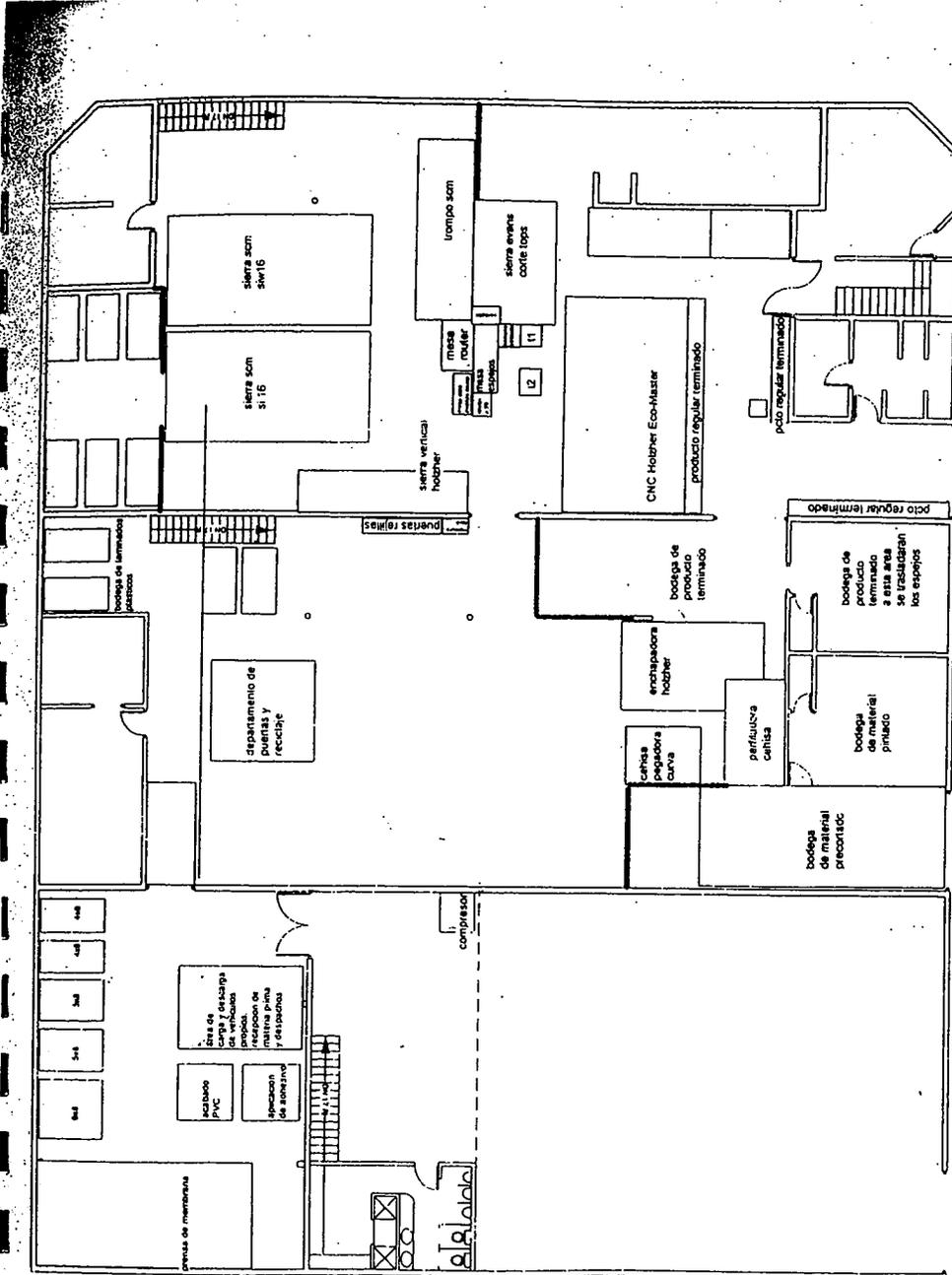
1. El trabajo de graduación fue realizado para definir una propuesta para mejorar la red de distribución de aire comprimido que actualmente tiene Producciones Modulares, S.A.; la instalación de una secadora y de trampas de agua proporcionará un aire de mejor calidad sin que circule agua, a través de la red.
2. Después de implementar la propuesta se puede invertir en pintar la tubería con los colores respectivos, así como, cambiar tubería que actualmente está oxidada.
3. Al contar con una secadora industrial se pueden realizar ampliaciones a la red de distribución en un futuro, para que se pueda aumentar la producción para satisfacer la demanda.
4. Hacer los cambios de los accesorios con la frecuencia debida será importante para que en un mediano plazo la red esté en óptimas condiciones y únicamente se acudan a los costos por mantenimiento preventivo.
5. Realizar todos los mantenimientos en el momento oportuno hará que la vida útil de cada equipo y accesorio sea el óptimo y no se acudan a cambios de accesorios antes del tiempo estipulado por el fabricante.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 CARNICER ROYO, Enrique. *Aire Comprimido*, Madrid: Editorial Paraninfo, S.A. 1991, 209 p.
- 2 _____ *Sistemas industriales por aire comprimido*, julio 1997 [Consulta: 20 de diciembre de 2009]. Disponible de World Wide Web: <http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica4.htm>
- 3 CHICOJAY COLOMA, Carlos. *Elementos primarios para la medición y control de variables de procesos*, Guatemala: Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007. 87 p.
- 4 GUERRERO SPINOLA, Alba. *Formulación y evaluación de Proyectos*. Guatemala: Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005. 110 p.
- 5 INSTITUTO TÉCNICO DE CAPACITACIÓN Y PRODUCTIVIDAD, *Manual para curso de neumática básica*. Guatemala, 2004. 40 p.

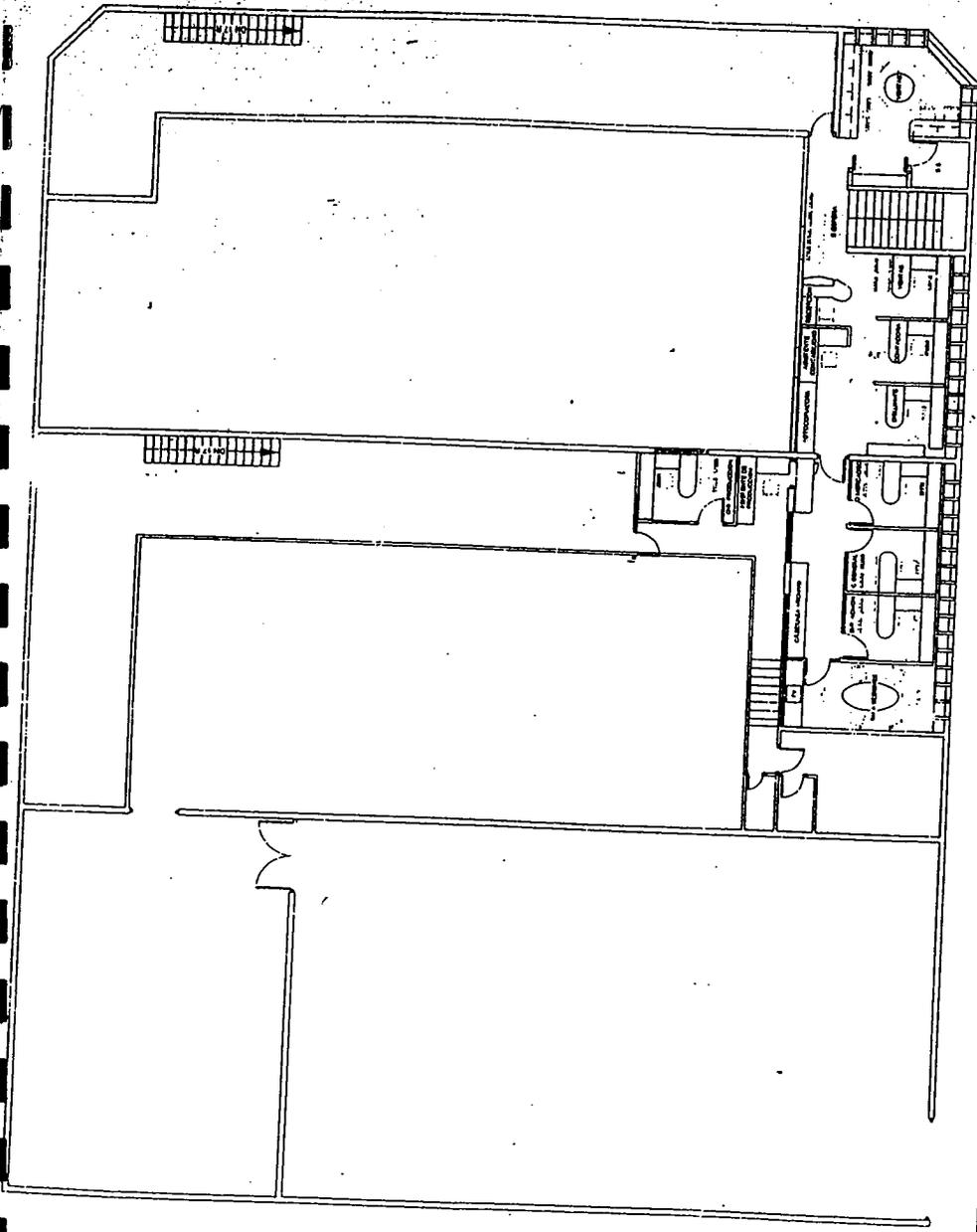
ANEXOS

1. Vista de planta de producción de PROMOSA



PLANTA DE DISTRIBUCION ESCALA 1/200

2. Vista de oficinas de PROMOSA



PLANTA DE DISTRIBUCION ESCALA 1/200

3. Factura de servicio mayor a compresor

		COMPADO CREDITO C 27 Mayo 2009		
PRODUCCIONES MODULARES, S.A. 11 AVE 20-47, ZONA 12		NIT.: 5871443 CODIGO CLIENTE: 745885 No. PEDIDO: GT00008040310 CONSTANCIA DESPACHO:		
NOMBRE: Carlos Alberto Samayoa Paul DOR: 669		VIA:		
En esta única Factura Cambiaria girada libre de protesto se servirá usted pagar a la orden de: TECNICA UNIVERSAL, S.A. , la suma que indica de acuerdo a las condiciones que se establecen en el presente título, en concepto de mercadería y/o servicios que acepta haber recibido a entera satisfacción conforme al detalle siguiente:				
BO PRODUCTO	BOLETA	DESCRIPCION	CANT. PRECIO VENTA	IMPORTE
		SERVICIO DE MANTENIMIENTO MAYOR SCHULZ SRP 2020 SERIE:3505		
		Mano de Obra		948.80
		Materiales y Consumibles		127.68
		REPUESTOS		4,385.92
CONDICIONES: El Cliente acepta las condiciones anotadas en la presente factura. Compra es al crédito exige el recibo de caja como comprobante de pago. Se ACERTAN DEVOLUCIONES.				5,462.40
EN LETRAS: CINCO MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y DOS CON 40/100. Quetzales.				5,462.40
TOTAL Q.				5,462.40
SERVICIOS CLAVE: 2184589 Correlativo TAL000009872 CUETO A PAGOS TRIMESTRALES* AGENTES DE RETENCION del Impuesto del Valor Agregado, NO RETENER " De acuerdo con el artículo 5 del decreto 20-2006				
de cada mes y así sucesivamente hasta completar el monto total, principiando el día la constancia de los pagos a				
el día comprador, se extiende un documento separado de esta factura, el el comprador incurriera en atraso en el pago de sus abonos acepta un recargo de intereses del % mensual.				
las pactadas, en el lugar, modo y tiempo estipulados, dará por vencido el plazo de la obligación, y el tenedor tendrá derecho para cobrar el adeudo,				
judicial correspondiente, sirviendo como título ejecutivo esta factura cambiaria. Renuncio al fuero de mi domicilio o al de cualquier otra competencia				
tenedor de esta factura exige, el aceptante comprador, por el carácter de factura cambiaria, aceptan como buenas las condiciones de esta.				
LEGAL-ACEPTANTE		GIRADOR FIRMA DEL VENDEDOR		
CEDULA No.		(F) VALIDA POR EL AVAL		
PLICADO CONTABILIDAD (ROSADO), TRIPLICADO ARCHIVO (VERDE), CUADRUPLICADO ARCHIVO (AMARILLO)				

4. Hoja de trabajo por servicio mayor a compresor



HOJA DE TRABAJO

Centro de Servicio

Tel: 011 977-0170 / 011 977-0171

Fax: 011 977-0174

Nº 011 040310

Dirección de país:

Nombre del Cliente:	PRODUCCIONES MODULARES		
Car de Trabajo:	CARR 20-47 ZONA 12 COLONIA LA PISCOPAL		
Servicio Solicitado:	SERVICIO MAYOR		
Tipo:	COMPRESOR	Marca:	SCHULTZ
		Modelo:	SPP 2020
		Serie:	3305
Nombre Mecánico:	MARLON DIAZ	Hojómetro:	13933

Día	Mes	Año	Trabajo efectuado por el mecánico	Horas		Tiempo Empleado
				De	A	
4	09		SERVICIO DE MANTENIMIENTO MAYOR	1:00	3:00	

Requisitos Utilizados

FILTRO SEPARADOR	
FILTRO AIRE	
FILTRO ACEITE	
KIT EMPAQUES VALVULA ADMISION	
Galones HD 46 Pandon	
CONSUMOS	



5. Presupuesto de servicio mayor a compresor

AGU 2009 6:28PM HP LASERJET FAX



PRESUPUESTO DE SERVICIO

PRESUPUESTO # 904032

SEÑORES PRODUCCIONES MODULARES, S.A.
DIRECCIÓN &
ATENCIÓN DANIEL VASQUEZ

FECHA 23 de Abril de 2009
 NET 0
 TELÉFONO 2476-7897
 FAX 2476-4932

De acuerdo a su solicitud sometemos a su consideración el presente presupuesto por el servicio de sus
 Maquina: COMPRESOR Marca: SCHULZ Modelo: SRP2030 Serie: 0

TRABAJO A REALIZAR:

- 1 SERVICIO DE MANTENIMIENTO MAYOR
- 2 CAMBIO DE FILTROS DE AIRE
- 3 CAMBIO DE ACEITE
- 4 CAMBIO DE ELEMENTO SEPARADOR
- 5 CAMBIO DE DEFLECTOR
- 6 LIMPIEZA GENERAL DEL EQUIPO Y PRUEBAS
- 7 TONA DE PARAMETROS ELECTRICOS Y DE PRESTON
- 8 LIMPIEZA GENERAL DEL EQUIPO Y PRUEBAS

MANO DE OBRA	Q1,000.00
REPUESTOS	Q3,862.40
LIBRICANTES	Q450.00
MATERIALES	Q150.00
OTROS SERVICIOS	Q0.00
TOTAL	Q5,462.40

SON:

1. Los repuestos están sujetos a las fluctuaciones del tipo de cambio que resulten durante el periodo de la reparación, el valor de los mismos puede variar sin previo aviso.
 2. Los trabajos necesarios para el diagnostico de la falla serán cargados al cliente. Esto sólo aplica si la ejecución de la reparación no es autorizada.
 - 3.-Este presupuesto no cubre la reparación de daños ocultos descubiertos durante la realización del trabajo en este indicado.
 - 4.- Este presupuesto es sujeto a revisión y actualización transcurridos diez días hábiles después de la fecha arriba indicada.
 - 5.-No autorizar la reparación objeto de este presupuesto, es necesario la aprobación del crédito correspondiente por Técnica Universal, S.A.; o depositar el total del presente presupuesto a la cuenta no. 00116945-7 en banco GAT continental a nombre de Técnica Universal, S.A.. Posterior a este requisito inicia el proceso de reparación que incluye la importación de partes en caso sea necesario.
- NOTA:** TÉCNICA UNIVERSAL, SOCIEDAD ANÓNIMA está facultada para cobrar además de la reparación, el almacenamiento y la custodia del bien dejado por el usuario para la reparación, si éste no se presenta a retirarlo dentro de un plazo de treinta (30) días hábiles contados a partir del día en que se da aviso al propietario por escrito, que el bien ya ha sido reparado. Si el bien no fuere retirado por el usuario; se considerará abandonado y pasará a ser propiedad de TÉCNICA UNIVERSAL, SOCIEDAD ANÓNIMA.

Atentamente,

Ing. Carlos Alvarez
Gerente de Servicio

Carlos Samayoa
Supervisor Industrial

Por éste medio doy a ustedes mi autorización a efecto de que sea reparada la máquina o equipo al cual se refiere éste presupuesto, aceptando las condiciones establecidas y la forma de pago descrita.

NOMBRE DE QUIEN AUTORIZA

FIRMA DE QUIEN AUTORIZA

7. Factura por servicio mayor a compresor



TECUNSA
 C.A. PRODUCCIONES MODULARES, S.A.
 AV. 20-37, ZONA 12
 C.A. CARRERA 10, ZONA 10

PATENTE DE COMERCIO: 22474674

FACTURA CAMBIARIA N° 1132858

Fecha: 28 Julio 2008

CONTADOR	CREDITO	DEBITO	RESERVA	OTRO
0	28	0	0	0

EMISOR: C.A. PRODUCCIONES MODULARES, S.A. NIT: 50114420
CODIGO CLIENTE: 15085
NO. PEDIDO: 000000003881
CONSTANCIA DE PAGO: 15085

DESTINATARIO: C.A. CARRERA 10, ZONA 10
VIA: CARRERA 10, ZONA 10

Medio de esta única Factura Cambiaria queda libre de protesto se serviría usted pagar a la orden del TECNICA UNIVERSAL S.A. de acuerdo a la orden que se establece en el presente título; en concepto de mercadería y/o servicios que acepta haber recibido a entera satisfacción conforme al contrato suscrito.

C.D. PRODUCTO	BOLETA	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO VENTA	IMPORTE
		Servicio y mantenimiento a compresor Marca Schulz Modelo SRP 2020 Serie 3505			1,545.20
TOTAL Q.					1,545.20

IMPORTE EN LETRAS: CIENTOS CUARENTA Y CINCO CON 20/100. Quetzales.

CONDICIONES: El Cliente acepta las condiciones anunciadas en la presente factura.
 Este título es el crédito exigible y el recibo de caja como comprobante de pago.
 Se libera el pago por cuenta y riesgo del comprador.
 ACEPTAN DEVOLUCIONES.

CLAVE: 9023173 Correlativo A: 105300032858

IMPUESTOS TRIMESTRALES

DE RETENCION del impuesto del Valor Agregado, NO RETENER " De acuerdo con el artículo 5 del decreto 20-2006

Se suscitan y deberán hacerse efectivos el día _____ de cada mes y así sucesivamente hasta completar el monto total, principiando el día _____ la constancia de los pagos a efectuarse, se otorgarán en documento separado de esta factura, si el comprador incurre en atraso en el pago de sus abonos acepta un recargo de intereses del _____ % mensual.

El tenedor solo da los abonos o cuotas pactadas, en el lugar, modo y tiempo estipulados, dará por vencido el plazo de la obligación, y el tenedor tendrá derecho para cobrar el adeudo, con los intereses causados, en la vía judicial correspondiente, sirviendo como título ejecutivo esta factura cambiaria. Renuncio al fuero de mi domicilio o el de cualquier otra competencia jurisdiccional y a los tribunales que el tenedor de esta factura elija, el aceptante comprador, por el carácter de factura cambiaria, aceptan como buenas las condiciones de esta.

FIRMA REPRESENTANTE LEGAL-ACEPTANTE

(F) VALIDA POR EL AVAL

GIRADOR
FIRMA DEL VENDEDOR

CLIENTE ADQUIRIENTE, DUPLICADO CONTABILIDAD (ROSADO) TRIPLICADO ARCHIVO (VERDE) CUADRUPPLICADO ARCHIVO (AMARILLO)

12 343