INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

"*EVALUACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE LA RED DE AIRE COMPRIMIDO DE COBAL*"

"*DISEÑO PROPUESTO PARA LA RED DE AIRE COMPRIMIDO DE COBAL*"

"*MANUAL PARA SUPERVISORES DE REFRIGERACIÓN DE COBAL*"

Informe de Proyecto de Graduación para Optar por el Grado de Licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Estudiante: Juan Guido Alfaro Sandoval

Profesor asesor: Ing. Alberto Romero

2004

DEDICATORIA

A mis padres y hermana por

su amor incondicional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a Dios por inundarme de bendiciones a lo largo de mis estudios.
A mis padres y hermana por brindarme su apoyo incondicional durante todos estos años.
A mis amigos Freddy, Javier, Róger, Alberto y Manrique por su amistad y apoyo durante la realización de este proyecto.
A todo el personal administrativo de la empresa COBAL, especialmente al Ing. Sergio García J por la confianza y ayuda brindada. A los supervisores y técnicos de refrigeración.

Índice general.

DEDICATORIA *2*

AGRADECIMIENTO *3*

RESUMEN *11*

CAPÍTULO 1 ..... *12*

GENERALIDADES DE LA EMPRESA *12*

1.1 ¿A qué se dedica la Compañía? 13
1.2 Organigrama. 14
1.3 Nuestros Valores. 14
1.4 Chiquita Brands Internacional. 15
1.4.1 Selección de los eventos más importantes en la historia de Chiquita 16
1.4.2 Historia de Chiquita 18
1.5 Contribuciones a la Economía de Costa Rica. 24
1.5.1 Desarrollo de la infraestructura. 25

CAPÍTULO 2 ..... *27*

EVALUACIÓN Y REDISEÑO DE LA RED DE AIRE COMPRIMIDO **27**

2.1 Objetivos generales 28
2.2 Objetivos específicos 28
2.3 Metodología empleada. 29
2.4 Evaluación de la red de aire comprimido. 30
2.4.1 Distribución de área. 32
2.4.1.1 Taller de Estructura. 32
2.4.1.2 Taller de Chasis. 33
2.4.1.3 Área de Burras. 33
2.4.1.4 Área de Yarda. 34
2.4.1.5 Equipo Pesado. 34
2.4.1.6 Equipo Liviano. 35
2.4.2 Descripción de los compresores. 36
2.4.3 Consumo actual del predio. 38
2.4.4 Evaluación de los elementos de la red de aire comprimido. 40
2.4.4.1 Taller de Estructura. 40
2.4.4.2 Taller de Chasis. 41
2.4.4.3 Área de Burras. 42
2.4.4.4 Área de Yarda. 43
2.4.4.5 Casetilla de compresores. 45
2.5 Evaluación para la instalación del equipo de Sandblast. 46
2.5.1 ¿Qué es el Sandblast? 46
2.5.2 Usos más comunes 46
2.5.3 Abrasivos. 48
2.5.4 ¿Qué abrasivo usar? 49
2.5.5 ¿Qué se puede lograr con el sandblast? 51
2.5.6 Equipo presurizados para Sandblast 51
2.5.7 Boquillas para Sandblast 52
2.6 Pérdidas por fugas 56
2.7 Rediseño de la red de aire comprimido 58
2.7.1 Cálculo de las tuberías. 59

2.7.2 Cálculo del tanque de almacenamiento. 64
2.7.3 Mejorar la calidad del aire. 65
2.7.3.1 Importancia de eliminar la humedad del sistema. 65
2.7.3.2 Problemas de drenaje y cómo evitarlos. 67
2.7.3.3 Métodos de drenaje....68
2.7.3.4 Trampas de aire. 68
2.7.3.4.1 Trampa de balde invertido. 69
2.7.3.5 Selección de trampas. 71
2.7.3.6 Factores que afectan la presión diferencial....72
2.7.3.7 Consideraciones especiales 73
2.7.3.8 ¿Cómo drenar sistemas de distribución de aire? 73
2.7.3.9 Selección de trampas y factor de seguridad....76
2.7.3.10 Instalación de trampas 82
2.8 Memoria de Cálculo....83
2.8.1 Consumo de la gata neumática 83
CAPÍTULO 3 **....86**
MANUAL PARA SUPERVISORES DE REFRIGERACIÓN 86
3.1 Objetivo general....87
3.2 Objetivos específicos 87
3.3 Metodología empleada....88
3.4 Descripción del proceso....89
3.4.1 Proceso del Área de Refrigeración 91
3.5 Situación actual. 95
3.6 Descripción de Actividades. 106
3.7 Propuesta....115
BIBLIOGRAFÍA **....118**
APÉNDICE **....119**
ENTREVISTAS. 121
ANEXOS **....126**
ANEXO 1 **....127**
ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA 127
ANEXO 2 **....129**
PLANO DE LA RED DE AIRE COMPRIMIDO....129
ANEXO 3 **....137**
CALCULO DE TUBERÍAS....137
ANEXO 4 **....139**
TRAMPAS DE AIRE ARMSTRONG....139
ANEXO 5 **....146**
PROCEDIMIENTO PARA PRE-VIAJE 146
ANEXO 6 **....150**
PROCEDIMIENTO PARA PM 150

ANEXO 7..... *153*
DOCUMENTOS.....**153**

Índice de Figuras.

Figuras 1 y 2. Unidades de Mantenimiento. 40
Figura 3. Unión de tuberías. 40
Figuras 4, 5 y 6. Unidades de Mantenimiento. 41
Figura 7. Unión de bajante con tubería secundaria 41
Figuras 8 y 9. Cilindros recibidores 42
Figura 10. Manifold. 42
Figura 11. Cilindro recibidor en la tubería al Taller de Chasis. 43
Figura 12. Tubería hacia el Taller de Chasis. 43
Figura 13. Caja de servicio. 43
Figuras 14 y 15. Cajas de servicio. 44
Figura 16. Casetilla de compresores. 45
Figuras 17 y 18. Cilindro recibidor y Unidad de Mantenimiento 45
Figura 19. Material con corrosión 47
Figura 20. Lijado o esmerilado 47
Figura 21. Sandblast 47
Figura 22. Tanque presurizado 52
Figura 23. Equipos portátiles y fijos 52
Figura 24. Boquillas para Sandblast. 53
Figura 25. Fotografía de una parte de la calle. 57
Figura 26. Toploader pasando por encima de la tubería. 57
Figura 27. Trampa de aire 67
Figura 28. Trampa de balde invertido (primeros dos pasos) 70
Figura 29. Trampa de balde invertido (últimos tres pasos) 71
Figura 30. Presión diferencial 71
Figuras 31. Caída de presión 72
Figura 32. Líquido escapando de la masa de aire. 74
Figura 33. Varias disposiciones de trampas en la línea 75
Figura 34. Gata neumática marca LINCOLN. 83
Figura 35. Grúa colocando contenedores en cabezales. 89
Figura 36. Palomar 89
Figura 37. Toploader estibando contenedores. 89
Figura 38. Contenedores estibados en la yarda 90
Figura 39. Técnico pre-viajando en yarda. 91
Figura 40. Contenedor Verde-blanco 91
Figura 41. Estado de cables y aislamiento 92
Figura 42. Aislamiento de tubería de succión dañada. 93
Figura 43. Fotografía de la calcomanía empleada para PM. 93
Figura 44. Contendores estibados en la Yarda 93
Figura 45. Medición de parámetros dentro de las Bodegas. 96
Figura 46. Fotografía de mula empleada en las labores diarias. 120

Índice de Cuadros.

Cuadro 1. Contribuciones a la economía costarricense. 24
Cuadro 2. Inversiones en infraestructura 26
Cuadro 4. Costo por “fruta dañada” en EEUU 105
Cuadro 5. Descripción del puesto de Supervisor de Refrigeración 106

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Determinación del consumo máximo. 61
Gráfico 2. Producción de condensado para 1,000 CFM (28.32 m3/min) 77
Gráfico 3. Tamaño de orificio. 80
Gráfico 4. Porcentaje de Reproceso Semanal (Año 2003). 97
Gráfico 5. Contenedores dañados con fruta dentro del Predio (2003) 97
Gráfico 6. Acumulado anual (2004) 98
Gráfico 7. Porcentaje semanal "malfunctions" (exportaciones a EUA 2003) 100
Gráfico 8. Paretto según sistemas de las unidades de refrigeración ("Malfunctions" EEUU). 101
Gráfico 9. Contenedores dañados en el predio vrs contenedores exportados (semanas 1 - 40 2003) 104

Índice de Tablas

Tabla 1. Taller de estructura 32
Tabla 2. Taller de Chasis 33
Tabla 3. Área de Burras 33
Tabla 4. Área de Yarda. 34
Tabla 5. Equipo Pesado 34
Tabla 6. Equipo Liviano. 35
Tabla 7. Compresor 1 36
Tabla 8. Compresor de tornillo 2 37
Tabla 9. Compresor 2 37
Tabla 10. Consumo del Total del Predio. 38
Tabla 11. Características de cada material 50
Tabla 12.Especificaciones de Consumo 54
Tabla 13. Consumo de fugas en CFM 56
Tabla 14. Peso de agua por pie cúbico de aire a varias temperaturas 66
Tabla 15. Caída de presión en tuberías de aire comprimido 76
Tabla 16. Factor de corrección para la temperatura 78
Tabla 17. Determinación de condensado a eliminar 79
Tabla 18. Consumo de aire para cilindros neumáticos 84
Tabla 19. Coeficientes de simultaneidad 84
Tabla 20. Contenedores dañados y reparados a la fecha (2004) 99
Tabla 21. Costo asociado a fallas de los sistemas principales (EEUU) 102
Tabla 22. Actividades realizadas por el Supervisor 1 108
Tabla 23. Actividades realizadas por el Supervisor 2 109
Tabla 24. Actividades realizadas por el Supervisor 3 110
Tabla 25. Procedimiento empleado por el Supervisor 1 113
Tabla 26. Actividades que deben ser discriminadas para el Supervisor 1. 115
Tabla 27. Actividades que deben ser discriminadas para el Supervisor 2. 115
Tabla 28. Actividades que deben ser discriminadas para el Supervisor 3. 115
Tabla 29. Modelo de supervisión por áreas 116
Tabla 30. Rol de actividades propuesto. 117

RESUMEN

La Evaluación y Rediseño de la red de aire comprimido, consiste de dos etapas: una inspección visual y detallada de las tuberías principales, secundarias y bajantes en los puntos de servicio, se localizaron los puntos más críticos, daños en la tubería y ubicación de fugas. Un reconocimiento del estado en el que se encuentran todas las unidades de mantenimiento, tanques recibidores y demás elementos que conforman el sistema de aire comprimido que abastece al predio.

En el estudio de fugas realizado, se cuantificaron los pies cúbicos por minuto que se pierden y el porcentaje que representan.

La segunda etapa lo constituye el rediseño de las tuberías, cálculo de un tanque de almacenamiento, cálculo y selección de trampas de aire.

Para el cálculo de las tuberías se analizaron las necesidades actuales, futuras ampliaciones y se designó un porcentaje de sobrediseño. Se tomó en cuenta la ubicación y consumo del equipo de sandblast, que se encuentra en construcción.

Las trampas de aire fueron calculadas y seleccionadas para dar abasto con las necesidades futuras.

El manual para los supervisores de refrigeración forma parte del Control de Procesos, proyecto que se encuentra en la etapa de ejecución, es desarrollado por la compañía. El manual surgió a raíz de las quejas que se han recibido de contenedores dañados. Consiste en analizar las actividades que realizan los supervisores de refrigeración. Lo busca es optimizar el tiempo que los supervisores de refrigeración dedican a la inspección de las unidades de refrigeración y eliminar todas aquellas actividades que no agregan valor a la supervisión técnica.

CAPÍTULO 1
GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1 ¿A qué se dedica la Compañía?

La Compañía Chiquita Brands International es una empresa transnacional dedicada a la comercialización de frutas a nivel mundial, principalmente, banano. En la actualidad es la mayor productora, distribuidora y comercializadora de banano en el mundo. Se estableció en Costa Rica en 1890, bajo el nombre de United Fruit Company, y desde entonces ha impulsado la producción y exportación de frutas. Chiquita cuenta con operaciones en nuestro país, al igual que en otros países latinoamericanos como Honduras, Guatemala, Panamá, Colombia y Ecuador. Desde estos países exporta frutas, principalmente, hacia Estados Unidos, Canadá y Europa, en barcos de la compañía.

Dentro de la operación de COBAL, se incluye la producción de bananos en fincas, toda la operación de empaque de los bananos en cajas y su transporte en contenedores desde las fincas hacia los barcos. Para ello, la empresa cuenta con un predio en el que se almacenan temporalmente los contenedores; este es el que se encarga de coordinar la operación logística que posibilita el traslado de la fruta (en contenedores) desde las fincas hasta los barcos.

El predio de COBAL está ubicado cerca del Muelle de Moín, frente al Predio de H&H. Tiene capacidad para almacenar al mismo tiempo 500 contenedores cargados con fruta (los cuales se conectan a fuentes de poder para mantener funcionando sus unidades de refrigeración) y más de 400 contenedores vacíos. Semanalmente, despacha hacia los barcos, alrededor de 700 contenedores cargados con fruta.

En el Predio se realizan principalmente las siguientes funciones:

- Se almacenan los contenedores vacíos que provienen de los barcos, luego son enviados a las fincas.
- Se almacenan los contenedores cargados con fruta que serán enviados a los barcos.
- Se revisa y repara la estructura de los contenedores vacíos que ingresan al predio.
- Se revisa y repara las unidades de refrigeración de los contenedores que ingresan al predio.
- Se revisa y repara los chasis en los que se colocan los contenedores para su traslado desde el predio, ya sea hacia fincas o al muelle.
- Se coordina con las fincas para el despacho de contenedores.

- Se coordina la operación de carga y descarga de los barcos en el muelle.

Actualmente, dentro del predio trabajan 220 personas, distribuidas en: área administrativa, despacho, bodega, reparación de estructura de contenedores, reparación de unidades de refrigeración, reparación de chasis. Además, cabe mencionar que se trabaja tres turnos y 365 días al año.

1.2 Organigrama.

En el anexo 1 se muestra el organigrama actualizado a febrero del año en curso.

1.3 Nuestros Valores.

"Nuestro código de valores es el resultado de entrevistas y discusiones con aproximadamente 1000 empleados alrededor del mundo acerca de sus valores personales y los valores que ellos creen que deben regir a Chiquita. Es claro que esos mismos valores que mantenemos como empleados son también cruciales para mantener relaciones de confianza y éxito con nuestros consumidores, accionistas, proveedores, gobierno y comunidades".

Integridad

- Vivimos por nuestro código de valores.
- Nos comunicamos en una forma abierta, honesta y recta.
- Conducimos nuestro negocio en forma y ética y de acuerdo a la ley.

Respeto

- Tratamos a la gente justa y respetuosamente
- Reconocemos la importancia de la familia en la vida de nuestros empleados
- Nos beneficiamos de las diferencias individuales y culturales
- Fomentamos la expresión individual, el dialogo abierto y el sentido de pertenencia.

Oportunidades

- Creemos que el crecimiento continuo y desarrollo de nuestros empleados es la llave de nuestro éxito.
- Alentamos el trabajo en equipo
- Reconocemos a los empleados por sus contribuciones al éxito de la compañía.

Responsabilidad

- Nos enorgullecemos de nuestro trabajo, nuestros productos y la satisfacción de nuestros consumidores.
- Actuamos responsablemente en las comunidades y ambientes en los que vivimos y trabajamos.
- Somos responsables por el uso cuidadoso de todos los recursos que se nos han confiado y por proveer informes apropiados a nuestros accionistas.

1.4 Chiquita Brands Internacional.

Desde que Chiquita inició sus operaciones en el país a finales del Siglo Diecinueve, ha construido puertos, ferrocarriles, escuelas, hospitales, plantas eléctricas, acueductos, pueblos enteros y muchas fincas bananeras que han generado un gran desarrollo en las poblaciones locales. Este crecimiento económico no solo ha originado empleos, exportaciones, divisas e impuestos para Costa Rica, sino que, además, ha mejorado la calidad de vida de los costarricenses en los campos de la salud, la educación y la vivienda.

En la actualidad, Chiquita tiene dos grandes operaciones en Costa Rica: Compañía Bananera Atlántica, Ltda. (COBAL) y sus fincas afiliadas: producen y exportan bananos frescos. COBAL ofrece apoyo técnico a las 29 fincas productoras de banano localizadas en las zonas de Sarapiquí, Guápiles, Siquirres y Limón y emplea a más de 5,500 personas. Cada semana, los barcos de Chiquita parten del puerto de Limón o Moín llevando la fruta favorita del mundo a los mercados de Europa, Estados Unidos y Canadá. Compañía Mundimar, Sociedad Anónima: es la empresa procesadora de puré de banano, con una planta de alta tecnología construida en Guácimo de Limón en el año 1991. Esta operación reduce el desecho de los bananos y contribuye, con 300 empleos directos, al

bienestar económico de la zona rural donde se encuentran ubicadas sus instalaciones. Su producción completa se exporta, bajo el esquema de productos no tradicionales, a Europa, el Medio Oriente, Norteamérica y Asia.

1.4.1 Selección de los eventos más importantes en la historia de Chiquita.

1890: La Compañía empezó sus operaciones bananeras en Costa Rica.

1900: La enfermedad de Panamá destruyó muchas fincas bananeras.

1903: Se revolucionó el transporte de productos comestibles perecederos mediante el uso de navíos con refrigeración.

1907: Se pintaron de blanco los barcos para reflejar el sol tropical y mantener la temperatura óptima para los bananos. Por primera vez, se llamó a los barcos de la naviera "La Gran Flota Blanca".

1910: Se triplicaron las exportaciones. La United Fruit Company se convirtió en la compañía exportadora de banano más importante del mundo.

1910: La Compañía empezó las primeras investigaciones sobre banano en Latinoamérica.

1930: La Gran Flota Blanca contaba con 95 navíos.

1930: La enfermedad de Panamá avanzó rápidamente y disminuyó dramáticamente la producción bananera.

1938: Se firmó un acuerdo con el Gobierno de Costa Rica, en el cual la United Fruit Company acordó sembrar 4,000 hectáreas (9,880 acres) de banano en las regiones central y sur del Pacífico costarricense.

1941: La Compañía empezó a producir cuerda de manila para apoyar los esfuerzos de la Segunda Guerra Mundial.

1944: Se introdujo el nombre Chiquita, la marca Miss Chiquita y la canción, la cual, durante su apogeo, se escuchaba en la radio hasta 376 veces al día en todo Estados Unidos.

1955: Chiquita manejó más de 270 millones de libras de fruta de todas sus operaciones en Latinoamérica.

1963: Chiquita creó una nueva industria cuando se dedicó a producir cajas de cartón para transportar manos de bananos, que estarían así protegidas contra golpes, en lugar de transportar racimos.

1963: Se inició el programa de etiquetado más grande asumido por una compañía vendedora de productos frescos, acompañado de una campaña publicitaria que rompió muchos récords y que consistía en pegarle a los bananos una etiqueta azul que decía: "Esta etiqueta por afuera significa lo mejor por dentro."

1963: Setenta por ciento de las exportaciones totales de Costa Rica fueron generadas por la subsidiaria de la United Fruit Company, Compañía Bananera de Costa Rica.

1968: Primer año en que más de 100 millones de cajas de bananos de todas las operaciones en Latinoamérica fueron transportadas y vendidas por la Compañía.

1972: La Compañía introdujo los primeros barcos de contenedores refrigerados para transporte entre Latinoamérica y Texas.

1980: Chiquita fue el patrocinador oficial y suplidor de bananos de las Olimpiadas de Invierno de Lake Placid, Nueva York.

1984: La División de Golfito fue cerrada debido a la baja productividad, problemas laborales y altos costos.

1990: La Compañía realizó la mayor expansión a su producción en la zona Atlántica.

1991: Se construyó la planta de Compañía Mundimar.

1992: La Compañía empezó a trabajar con las organizaciones ambientalistas Rainforest Alliance y Fundación Ambio en Costa Rica.

1992: Chiquita adaptó controles atmosféricos a sus barcos refrigerados, lo cual mejoró la calidad de sus cargamentos de fruta.

1994: Chiquita logró la certificación de sus primeras fincas en Costa Rica por parte de la Rainforest Alliance y la Fundación Ambio.

1996: Chiquita obtuvo la certificación de todas sus fincas en Costa Rica por parte de la Rainforest Alliance y la Fundación Ambio.

1.4.2 Historia de Chiquita.

El compromiso de Chiquita con Costa Rica ha contribuido a convertir al país en el segundo exportador de bananos y a Chiquita en una de las mayores productoras, distribuidoras y comercializadoras de banano a nivel mundial.

Cuando la Compañía inició la producción de banano en Limón, costa Atlántica de Costa Rica, la ausencia de caminos hacía muy difícil el transporte del banano al puerto y a los mercados internacionales. Por ello, Chiquita desarrolló ferrocarriles y puentes y construyó puertos, para asegurase el transporte de la fruta directamente desde las fincas hasta los barcos, y a los mercados distantes. Sin embargo, el comercio del banano tenía limitaciones por la corta vida verde de la fruta y la falta de refrigeración en los barcos que la transportaban. Hacia finales del Siglo Diecinueve el uso de barcos de vapor y, más importante aún, el empleo de barcos refrigerados, a partir de 1903, permitió a la industria bananera expandirse a puertos distantes, como Mundimar.

Mundimar, una subsidiaria de Chiquita Brands, procesa más de cuarenta millones de libras de banano en su planta productora de puré de banano, la más grande en el mundo. Localizada en Guácimo, provincia de Limón, esta planta fue construída en 1991 y da empleo aproximadamente a 300 costarricenses. Se procesan los bananos que, aunque son perfectamente consumibles, no reúnen las especificaciones de calidad necesarias para su exportación. En la actualidad, la Compañía procesa más de cien millones de libras de banano por año, los cuales, de otra manera, serían material de desecho y podrían causar problemas ambientales.

Esta planta suple más de treinta tipos de productos procesados de banano a sus clientes en Europa, Norteamérica y Asia. La mayor parte de la producción de Mundimar es puré de banano procesado asépticamente. El procesamiento aséptico permite productos comercialmente estériles, los cuales son exportados en contenedores dentro de una atmósfera libre de microorganismos. La Asociación de Procesadores Nacionales de Alimentos de Estados Unidos (NFPA), mundialmente reconocida como organización experta en procesamiento aséptico, y reconocida además por la "Administración de Alimentos, y Drogas de los Estados Unidos", es el órgano rector de las políticas que emplea Mundimar en el procesamiento del banano.

Otros productos de Mundimar incluyen los purés congelados, productos frescos congelados de banano, esencia natural de banano y concentrado de banano. Además, Chiquita contrata a más de 200 productores de fruta para producir puré de fruta orgánica que es utilizado para hacer alimentos de niños. Esta planta está certificada para producir productos orgánicos de acuerdo con los estándares exigidos por la Unión Europea.

Los clientes de Mundimar son otras compañías productoras de alimentos a nivel mundial que utilizan sus productos en la confección de Beech-Nut para niños, helados Dreyer´s / Edy´s Grand Ice Cream, mezclas para pasteles y panes, jugos y otros bebidas, yogurts, helados, bebidas lácteas, jaleas y bocadillos.

Hacia finales del siglo pasado, varias empresas exportaban banano a los Estados Unidos. Pero los pioneros de Chiquita idearon una estrategia para crear la industria de banano que conocemos hoy en día. Esta estrategia incluía:

- desarrollo de grandes áreas de producción bananera en regiones separadas, asegurando, de esta forma, el suministro regular de fruta para compensar las pérdidas debidas a enfermedades y desastres naturales;
- fuertes inversiones en medios de transporte propios y contratados;
- capital de trabajo suficiente y otros recursos para garantizar operaciones bananeras a gran escala en los Trópicos, con un compromiso continuo de mantenerlas a pesar de la necesidad de efectuar frecuentes reinversiones costosas.

La primera parte del siglo veinte trajo tiempos difíciles para la industria bananera. La enfermedad de Panamá, un hongo del suelo, destruyó fincas enteras, y la Segunda Guerra Mundial amenazó toda la producción de banano. Decenas de miles de hectáreas de cacao, reemplazaron las fincas destruidas en los años veinte y treinta. Para reponer la producción bananera destruida como consecuencia de la enfermedad de Panamá, Chiquita buscó nuevas áreas y, a finales de la década de los años treinta se desarrollaron nuevos cultivos de banano en Golfito, ubicado en la costa Pacífica de Costa Rica. En esta división, la Compañía operó durante más de cuarenta años. También, se sembraron fincas de banano en Quepos en la década de los años treinta, pero estas fueron sustituidas en 1944, por plantaciones de palma aceitera.

Con el advenimiento de la Segunda Guerra Mundial, la producción de banano prácticamente se paralizó. La Compañía naviera de Chiquita, "La Gran Flota Blanca", fue

requerida por los gobiernos norteamericano y británico a prestar servicio para transportar productos refrigerados y suministros de guerra. Los barcos más grandes y rápidos de "La Gran Flota Blanca" transportaban carga a las bases en Inglaterra y en el Pacifico, Los barcos más lentos, que no podían movilizarse más rápido que los submarinos enemigos, se mantuvieron en servicio pero en una escala muy reducida. En la costa Atlántica de Costa Rica, el Gobierno de los Estados Unidos contrató la producción de cuerda de manila, una planea relacionada con el banano, para producir fibras para sogas necesitadas en la Guerra. Y no fue sino hasta el año 1970 que la Compañía sembró de nuevo bananos en la región Adámica del país.

Después de la Segunda Guerra Mundial, el foco de la actividad económica de Chiquita se concentró de nuevo en la producción de banano en la costa Pacifica del país. En los primeros años de la década de 1960, los científicos introdujeron nuevas variedades de banano resistentes a la enfermedad de Panamá, las cuales marcaron una nueva era que revoluciono la industria bananera en la división de Golfito.

Chiquita introdujo la industria, de aceite comestible y una nueva fuente de exportaciones a Costa Rica cuando empezó a sembrar plantaciones de palma aceitera africana en Quepos en los años 40 y en Coto en los años 60. Las plantaciones llegaron a alcanzar 14,000 hectáreas (34,580 acres) en la década de los años noventa. Las tres plantas extractoras y la refinería ubicada en San José, produjeron más del noventa por ciento de la margarina y grasa vegetal para consumo doméstico y el remanente se exportó a otros mercados latinoamericanos. Adicionalmente, Chiquita tenía la colección más diversa de palma aceitera en el mundo, a partir de la cual desarrolló un negocio de semillas de palma aceitera que se exportaron mundialmente. A finales de 1995, Chiquita vendió su negocio de palma aceitera, incluidas las plantaciones, plantas extractoras y refinería a inversionistas regionales.

Los empleados son el principal activo de Chiquita. En sus tres divisiones, la Compañía provee empleo directo a más de 6,300 costarricenses y apoya a más de 25,200 ciudadanos, incluyendo a los dependientes, la mayoría de los cuales viven en las zonas rurales del país. Los trabajadores de Chiquita se encuentran entre los mejor pagados, dentro del sector agrícola pues ganan el doble del promedio nacional del sector.

Todos los empleados de Chiquita son elegibles para recibir atención médica, beneficios laborales y cobertura de largo plazo en caso de incapacidad, y reciben, además, una pensión por parte de la Caja Costarricense del Seguro Social al momento de su retiro. Chiquita contribuye anualmente con más de US $7 millones al Seguro Social y en beneficios a los trabajadores, quienes a su vez, contribuyen con US $4 millones al Seguro Social.

Asimismo, los empleados de Chiquita cuentan con beneficios adicionales tales como guarderías infantiles, vivienda y servicios básicos subsidiados. En 1994, en asocio con el Gobierno de Costa Rica, Chiquita desarrolló un ambicioso e innovador programa de guarderías infantiles en Sarapiquí, con el propósito de ayudar a las madres que quisieran ganarse un segundo salario para sus familias. En 1997, la Compañía operaba diez guarderías que prestaban servicios a más de 120 niños, desde infantes hasta menores de 5 años de edad.

En los primeros años de la década de los años noventa, Chiquita invirtió la suma de US $10 millones para ofrecer aproximadamente 1.000 casas de la Compañía a sus empleados de Sarapiquí y Limón. Como parte de un programa de vivienda, y en asocio con el Banco Solidarista y el Banco Hipotecario de la Vivienda, donó 8 hectáreas (20 acres) de terreno con mejoras en la zona de Sarapiquí a fin de dotar de vivienda a sus trabajadores con un costo de US $120,000. Chiquita continuará trabajando con las instituciones públicas y privadas de Cosía Rica para explorar la expansión de nuevos programas para que los trabajadores puedan adquirir sus propias viviendas.

Chiquita se siente orgullosa de haber dotado de escuelas a sus fincas, desde los años 1900. En 1982 la Compañía donó las escuelas y su administración al Ministerio de Educación. Manteniendo su tradición de dotar de infraestructura educacional para los niños de los trabajadores, construyó escuelas primarias en 1991 con un costo de US $300.000 en sus áreas de expansión de Sarapiquí y Limón, para que el Gobierno pudiera operarlas. Otra prioridad para la Compañía es la salud y el bienestar de los trabajadores y sus familias. Por ello construyó dos dispénsanos médicos, los cuales son manejados por el Gobierno, 22 canchas de fútbol y 15 centros deportivos de uso múltiple en Sarapiquí, Guápiles, Siquirres y Limón, con un costo de US $415,000.

Chiquita ha implementado una estrategia laboral de largo plazo, la cual está dividida en tres áreas. La primera consiste en un equipo interno multidisciplinario, el cual proporcionará entrenamiento durante los próximos tres años en áreas tales como manejo de conflictos y comunicaciones. El segundo componente es promover programas sociales con la meta de mejorar la calidad de vida de los empleados y sus familias. Para este efecto, Chiquita planea aumentar el número de guarderías. Estas guarderías han incrementado el número de madres trabajadoras y el ingreso familiar en adición al desarrollo integral de los niños. La Compañía imparte seminarios regularmente sobre asuntos educacionales y cursos de manualidades y cocina para darle soporte a las esposas de los trabajadores. En el área de programas de prevención, Chiquita ha trabajado con más de 800 niños en programas educativos sobre el no uso drogas y educación sexual. El tercer componente de la estrategia consiste en la implementación por parte de Chiquita, de procedimientos operativos estándar en sus arreglos directos para facilitar las relaciones entre la administración y los empleados.

La producción, empaque y transporte del banano es un proceso intensivo de mano de obra y requieren ser ejecutados dentro de un tiempo límite, con el fin de asegurar la calidad del producto. A diferencia de otros productos agrícolas, el banano no puede ser cosechado mecánicamente. Estas condiciones, como era de esperar, han tenido su impacto en las relaciones de trabajo. A lo largo del siglo veinte, la evolución de las relaciones laborales ha pasado por varias etapas, a veces con desacuerdos.

Costa Rica cuenta con un fuerte movimiento solidarista, una forma especial y progresista de organización laboral, que constituye la alternativa preferida por la mayoría de los trabajadores costarricenses. Los antecedentes filosóficos del solidarismo están anclados en la comunidad y en principios de solidaridad de la defensa de la dignidad del individuo y el respeto al trabajador, a la libertad, a la justicia y a la unidad. Chiquita apoya el programa de asociaciones solidaristas que busca promover las buenas relaciones entre la administración y los trabajadores. Este programa, implementado en las fincas y promovido por la Iglesia Católica, establece un fondo de un cinco por ciento del salario, basado en la contribución conjunta de patrono y empleado, el cual es invertido en proyectos dirigidos a programas de vivienda, adquisición de bienes básicos y acceso a préstamos personales.

Actualmente, la Compañía, junto con sus trabajadores, enfrenta una dura competencia internacional, que requiere un nuevo enfoque de cooperación y colaboración en las relaciones laborales, con el propósito de lograr una productividad creciente y la eficiencia requerida para afrontar el reto.

1.5 Contribuciones a la Economía de Costa Rica.

Dentro del sector agrícola, Chiquita es uno de los grandes empleadores y contribuye a la economía nacional con aproximadamente US $200 millones cada año.

Al ofrecer empleo permanente a sus trabajadores, Chiquita contribuye, significativamente, a la economía local y la balanza de intercambio comercial con el resto del mundo. El banano, principal producto de exportación de Costa Rica, representa el 21 por ciento de sus exportaciones totales. El valor de exportación del banano de Chiquita es superior a los US $145 millones anuales, y responde por el 24 por ciento de las exportaciones de banano del país y por un 5 por ciento de las exportaciones totales. Por año, Chiquita paga, aproximadamente, US $10 millones en impuestos y derechos. La Compañía compra anualmente US $55 millones en bienes y servicios a empresas nacionales, incluyendo la compra de suministros agrícolas, alimentos, transporte y pólizas de seguro.

Cuadro 1. Contribuciones a la economía costarricense.

La presencia de Chiquita contribuye mas de US $200 millones anuales a la economía nacional de Costa Rica

• Salarios	**US $29 millones**
• Seguro social y compensaciones	**$7 millones**
• Compras locales de bienes	**$43 millones**
• Compras locales de servicios	**$11 millones**
• Compra de fruta a productores asociados	**$87 millones**
• Contribuciones de los trabajadores al país (Seguro Social, fondo de educación, impuestos, etc.)	**$4 millones**
• Impuestos locales	**$3 millones**
• Impuestos de exportación	**$7 millones**
• Tierra y servicios de muelle	**$6 millones**
• Pago de servicios públicos	**$3 millones**

1.5.1 Desarrollo de la infraestructura.

Durante décadas, la Compañía ha invertido cientos de millones de dólares en la construcción y reconstrucción de su infraestructura, con lo cual ha contribuido a cimentar una base sólida para la economía costarricense.

En los primeros años de la década de 1990, Chiquita desarrolló fincas bananeras en 4,000 hectáreas (9,884 acres) de tierra en Sarapiquí y en la región Atlántica. Este programa de expansión, con un costó de US $78 millones y completado en un tiempo récord de dos años, condujo al desarrollo de esta zona critica del norte del país, anteriormente, utilizada para la producción ganadera. La Compañía transformó esta zona en una comunidad progresista, con 2,000 nuevos empleos que sustentan a más de 9,000 dependientes y que tuvieron un efecto multiplicador para las comunidades vecinas, dados los servicios requeridos para satisfacer las necesidades de la nueva población. Esta expansión añadió 50 kilómetros (31 millas) de nuevos caminos, carreteras y electricidad, presentes por primera vez en algunas regiones de Sarapiquí. El desarrollo de una nueva red eléctrica abasteció 56 kilómetros (35 millas) con líneas primarlas de electricidad y 11 kilómetros (7 millas) con líneas secundarias. Chiquita dedicó el 89 por ciento de esta inversión multimillonaria a gastos locales y 11 por ciento para equipo importado. Además la Compañía invirtió US Si 5 millones en la región, en una moderna planea aséptica de producción de puré de banano.

Chiquita también ha respondido, en forma inmediata, a las necesidades del país cuando se han presentado desastres naturales, así como cuando ha sido necesario reconstruir las instalaciones propias. La Compañía donó US $300,000 en materiales y suministros para rehabilitar la carretera a Limón luego del terremoto de 1991. Después de las inundaciones de 1994, Chiquita entregó US $260.000 al Gobierno de Costa Rica para reparar y mejorar los diques del río Reventazón. Posterior a las inundaciones de 1996, la Compañía invirtió US $10 millones para rehabilitar caminos, puentes, sus fincas y sus plantas empacadoras. Chiquita ha enfrentado estos y otros desafíos y de esta manera, ha reforzado el compromiso que tiene con sus operaciones, la comunidad y el pueblo costarricense.

Cuadro 2. Inversiones en infraestructura

En la década de los años noventa Chiquita contribuyó con más de US $106 millones para los siguientes desarrollos de infraestructura y mejoras

- Compra de tierra y desarrollo de fincas ..... **US $65 millones**
- Caminos (para construcción de caminos, especialmente en Sarapiquí) ..... **$1.5 millones**
- Rehabilitación de la carretera a Limón **$300,000**
- Mejoramiento del puerto de Limón **$115,000**
- Mejoras en el dique del río Reventazón **$260,000**
- Generación de electricidad ..... **$1 millón**
- Planta de procesamiento de puré de Mundimar ..... **$15 millones**
- Expansión de planta de Mundimar **$950,000**
- Viviendas propiedad de la Compañía ..... **$10 millones**
- Infraestructura ambiental ..... **$2 millones**
- Escuelas primarias **$300,000**
- Reparación de infraestructura dañada por las inundaciones de 1996 ..... **$10 millones**

CAPÍTULO 2

EVALUACIÓN Y REDISEÑO DE LA RED DE AIRE COMPRIMIDO

2.1 Objetivos generales

1. Evaluar la distribución de la red de aire comprimido.
2. Proponer un rediseño de la distribución actual de la red de aire comprimido.

2.2 Objetivos específicos

1. Determinar las necesidades actuales de consumo de aire en el predio.
2. Evaluar la condición actual de los distintos elementos de la red de aire.
3. Analizar la capacidad del sistema para la instalación del equipo de sandblast.
4. Cuantificar las pérdidas por fugas.
5. Rediseñar una red aire comprimido capaz de suplir las necesidades proyectadas.
6. Mejorar la calidad del aire suministrada por la red.

2.3 Metodología empleada.

Para evaluar la red de aire comprimido y realizar un rediseño apropiado fue necesario efectuar una serie de procedimientos o actividades, entre las cuales destacan:

- ***Recorridos por el predio de la empresa***

  La red de aire comprimido consta de múltiples ramales localizados a lo largo y ancho de la yarda, por lo que fue necesario realizar muchos recorridos para señalar los puntos de la red más críticos, así como también para determinar la ubicación de la fugas.

- ***Lectura de planos***

  Gran parte de los ramales se encuentran enterrados en la yarda o alrededores, por lo que recurrir a la lectura de planos fue indispensable para ubicar la tubería y localizar los puntos más críticos de la red.

- ***Levantamiento del borrador***

  El levantado del borrador fue necesario para tener una mejor idea de cómo se ubican los ramales y las distancias entre los distintos elementos.

- ***Datos de placa de los compresores***

  Es sumamente importante conocer las características de los compresores. Con esos datos podemos saber la capacidad del compresor (CFM) y otros elementos importantes a la hora de realizar las mediciones.

- ***Recabar información con los técnicos y jefes de cada área***

  Fue necesario hablar con ellos debido al poco conocimiento que se tenía de la distribución de la red en la yarda y algunas áreas, no se conocía con certeza la ubicación de los distintos ramales y nuevos cambios que se han realizado y que no aparecían en los distintos planos.

2.4 Evaluación de la red de aire comprimido.

El aire comprimido se utiliza en la empresa para reparaciones de estructura en los contenedores, reparaciones en los chasis, para eliminar la corrosión de los contenedores, como también de los compresores y luego ser pintados.

Luego de varios recorridos por el predio, se pudieron observar deficiencias en la red existente, así como también algunos aspectos a considerar, los cuales se detallan a continuación.

1. Toda la tubería de la red de aire está en Hierro Galvanizado. Ya es conocido por todos las desventajas que posee el HG.
   - La unión es por medio de roscas. Es sabido que las uniones por roscas son futuras fugas.
   - Es altamente corrosivo. Limón posee una humedad relativa bastante alta, es por ello que el sistema debe contar con los medios necesarios para eliminar el condensado lo más rápido posible, de no ser así, el HG se oxidará, produciendo altas caídas de presión y desprendimiento de partículas de las paredes. Ellas viajan a altas velocidades por la tubería, ocasionando daños al equipo.
   - Requiere mayor costo de mantenimiento.
   - La tubería es muy pesada, por lo que se necesitan herrajes y sujeciones para que quede bien firme.
   - Debido a su índice de "resistividad" (oposición al flujo de aire), se presentan altas caídas de presión en ella.
2. No se cuenta con una distribución apropiada en las líneas principales y secundarias, muchas de las derivaciones se fueron haciendo debido a las necesidades del momento, por lo que no existió ni existe una buena planificación.
3. No existen purgas automáticas ni manuales a lo largo de la tubería que elimine el condensado, ni tampoco un desnivel apropiado en la línea.
4. Encontrar agua en los bajantes y mangueras de servicio del taller de estructura se ha convertido en algo de todos los días.
5. Toda la línea de aire que alimenta al taller de Chasis no cuenta con cuello de ganso en los bajantes, por lo que es fácil encontrar agua en las herramientas.

6. Las unidades de mantenimiento del taller de Chasis se encuentran en mal estado: filtros que no se cambian desde hace tiempo, los reguladores no cuentan con la perilla de ajuste, así como tampoco con carátulas en buen estado.
7. En la empresa no existe un tanque de almacenamiento, los compresores se encuentran conectados directamente a la línea, lo que ocasiona mayor desgaste en los equipos. Recientemente se reparó el gobernador de la válvula de reguladora de presión del compresor nuevo, el estar abriendo y cerrando hizo que se rompiera el empaque del pistón principal.
8. Los compresores están ubicados en la parte de atrás del taller de estructura y se encuentran al aire libre. No existe ningún mecanismo o accesorio que evite que a los compresores le ingresen grandes cantidades de polvo y demás contaminantes presentes en el ambiente.
9. Debido al uso de equipo pesado de grandes dimensiones la mejor opción era enterrar la tubería que va hacia el área de burras y yarda, sin embargo, no se enterró a una profundidad adecuada, por lo que el alto tránsito de Toploaders y cabezales cargados con fruta han hecho que la tubería se fisure, generando importantes fugas.

2.4.1 Distribución de área.

La empresa está ubicada en un área bastante grande, por lo que se utilizan diferentes talleres y áreas dentro del predio para las distintas operaciones y actividades. Los consumos fueron obtenidos respetando dichas áreas establecidas de antemano por la empresa.

2.4.1.1 Taller de Estructura.

Aquí se reparan los contenedores que presentan problemas en su estructura: huecos laterales, huecos en el techo, bottom rail dañados, etc.

El taller no cuenta con bajantes específicos para cada herramienta, sino que por el contrario, existen 13 bajantes disponibles para los técnicos, en los cuales se conectan las herramientas necesarias para realizar la reparación.

Tabla 1. Taller de estructura

Herramientas	Consumo unitario (m^3/min)	Presión trabajo (psi)	Cantidad
Taladro	0.450	90	15
Remachadora ¼”	0.560	90	12
Remachadora 3/8”	0.700	90	2
Pistola impacto	0.500	90	10
Esmeriladora	2.400	90	15
Pulidora CP870	0.640	90	3
Total m^3/min	**57.79**		

Herramientas utilizadas en el Taller de Estructura.

2.4.1.2 Taller de Chasis.

Todos los daños estructurales de los chasis de la Compañía son reparados aquí: suspensión dañada, reventaduras, piezas quebradas, etc. Este taller es donde se requiere una presión mayor y constante y es además donde se da el mayor consumo de aire del predio.

Tabla 2. Taller de Chasis

Herramienta	Consumo unitario (m^3/min)	Presión trabajo (psi)	Cantidad
Pistola impacto 1”	1.140	90	1
Gata	0.1380	120	8
Carreta prueba	0.200	90	2
Arco aire	0.024	90	2
Pistola pintar	0.150	90	3
Total m^3/min	**3.142**		

Herramientas utilizadas en el Taller de Chasis.

2.4.1.3 Área de Burras.

Es esta sección se reparan los daños de piso caído, crossmembers dañados de los contenedores, etc. Las máquinas escariadoras se encuentran también en ésta zona.

Tabla 3. Área de Burras

Herramienta	Consumo unitario (m^3/min)	Presión trabajo (psi)	Cantidad
Escariadoras	0.500	90	3
Pistola pintar	0.150	90	3
Remachadora 3/8”	0.700	90	2
Pulidor CP870	0.460	90	2
Pulidor CP865S	0.640	90	1
Equipo sandblast[1]	9.570	90	1
Total m^3/min	**14,48**		

Herramientas utilizadas en el Área de Burras.

[1] Actualmente se encuentra en instalación.

2.4.1.4 Área de Yarda.

Los técnicos de refrigeración utilizan las salidas de aire para escariar[2] los compresores que se encuentran muy oxidados, también los técnicos de estructura utilizan esta zona para realizar *reparaciones menores* en los contenedores.

Tabla 4. Área de Yarda.

Herramienta	Consumo unitario (m^3/min)	Presión trabajo (psi)	Cantidad
Escariadoras	0.500	90	3
Pistola pintar	0.150	90	1
Total m^3/min	**1.650**		

Herramientas utilizadas en la yarda.

En total hay 18 salidas en toda la yarda, el estado de esta tubería es la más deplorable de todas. Presenta distancias considerables por lo que constantemente se encuentra condensado en la tubería.

2.4.1.5 Equipo Pesado.

Este departamento se encuentra ubicado en Taller de Estructura. Aquí se repara todo lo concerniente a toploaders y mulas (en el apéndice se muestra una fotografía). El mantenimiento de los compresores es responsabilidad de éste departamento.

Tabla 5. Equipo Pesado

Herramienta	Consumo unitario (m^3/min)	Presión trabajo (psi)	Cantidad
Pistola impacto 1”	1.140	90	1
Pistola soplante	0.150	90	1
Total m^3/min	**1.290**		

Cuenta con 2 salidas múltiples para cumplir con sus labores. El consumo no es muy elevado.

[2] Proceso que consiste en eliminar la corrosión utilizando una herramienta neumática llamada escariadora.

2.4.1.6 Equipo Liviano.

En este departamento se reparan los automóviles y camiones de la compañía. Su consumo de aire es sumamente pequeño. Sus periodos de operación son muy cortos.

Tabla 6. Equipo Liviano.

Herramienta	Consumo unitario (m^3/min)	Presión trabajo (psi)	Cantidad
Pistola impacto ¾"	1.10	90	1
Pistola soplante	0.150	90	1
Total m^3/min	**1.250**		

2.4.2 Descripción de los compresores.

Tabla 7. Compresor 1

Parámetros	**Valor**	
Modelo	SSR-EP20SE	
Capacidad	77 CFM	
Presión de operación	125 psig	
Máxima presión descarga	128 psig	
Máxima presión de modulación	128 psig	
Potencia nominal compresor	20 HP	
Potencia nominal abanico	N/A	
Amperaje total	29 A	
Voltaje	460 V	
Fase / Hertz	3 / 60	
Voltaje de control	120 V	
Número de serie	KE6205U98215	
Rango de amperaje contactor	45 A	
Rango de corriente de instalación	45 A	
Rango de corriente con rotor bloqueado	360 A	

Datos de placa del compresor de tornillo marca Ingersoll Rand de 20 HP.

Tabla 8. Compresor de tornillo 2

Modelo	Potencia HP	CFM	Presión psi	Largo (in)	Ancho (in)	Alto (in)	Peso (lbs)	**NPT Outlet (in)**
EP100	100	446	**125**	**67**	**63**	**67**	2900	2.0

Especificaciones técnicas del compresor Ingersoll Rand.

Tabla 9. Compresor 2

Parámetros	**Valor**	
Modelo	SSR-EP100	
Capacidad	446 CFM	
Presión de operación	125 psig	
Máxima presión descarga	128 psig	
Máxima presión de modulación	135 psig	
Potencia nominal compresor	100 HP	
Potencia nominal abanico	5 HP	
Amperaje total	133 A	
Voltaje	460 V	
Fase / Hertz	3 / 60	
Voltaje de control	120 V	
Número de serie	CK5943U03329	
Rango de amperaje contactor	180 A	
Rango de corriente de instalación	180 A	
Rango de corriente con rotor bloqueado	1080 A	

Datos de placa del compresor de tornillo marca Ingersoll Rand de 100 HP.

2.4.3 Consumo actual del predio.

Para determinar el consumo actual, se utilizó la prueba de *Medición de Tiempos de Carga y Descarga del compresor*. Consiste en tomar los tiempos de carga y descarga del compresor. Con estos tiempos podemos determinar el volumen entregado a la red y por lo tanto el consumo del predio.

Se realizaron varias mediciones en diferentes días y horas, con el fin de obtener el comportamiento del consumo.

Tabla 10. Consumo del Total del Predio.

Hora	#	Tiempo carga (segundos)	Presión máx. carga (psi)	Tiempo descarga (segundos)	Mín. presión descarga (psi)	Tiempo carga (min)	Consumo (CF)	Tiempo acumulado (segundos)	Volumen total (ft^3)	Consumo (ft^3/min)
	1	9.09	125	8.61	117	0.1515	67.569	17.700		
	2	8.59	125	9.65	117	0.1432	63.852	35.940		
	3	7.71	125	9.80	116	0.1285	57.311	53.450		
	4	8.01	129	10.90	116	0.1335	59.541	72.360		
10:07	5	9.90	125	10.03	116	0.1650	73.590	92.290	624.33	202.30
	6	7.89	126	11.42	116	0.1315	58.649	111.600		
	7	7.71	127	10.79	116	0.1285	57.311	130.100		
	8	8.65	125	9.59	116	0.1442	64.298	148.340		
	9	7.87	125	10.07	116	0.1312	58.500	166.280		
	10	8.57	127	10.32	116	0.1428	63.704	185.170		
	1	7.40	126	11.11	115	0.1233	55.007	18.51		
	2	7.93	126	10.73	116	0.1322	58.946	37.17		
	3	8.71	126	9.80	116	0.1452	64.744	55.68		
	4	7.52	124	9.03	116	0.1253	55.899	72.23		
13:53	5	9.66	126	9.17	116	0.1610	71.806	91.06	617.04	208.20
	6	8.37	126	8.48	116	0.1395	62.217	107.91		
	7	8.78	127	9.42	115	0.1463	65.265	126.11		
	8	8.53	125	9.37	116	0.1422	63.406	144.01		
	9	8.17	125	8.70	116	0.1362	60.730	160.88		
	10	7.94	127	9.00	116	0.1323	59.021	177.82		
	1	7.27	125	15.21	116	0.1212	54.0403	22.4800		
	2	9.01	129	14.39	116	0.1502	66.9743	45.8800		
	3	7.91	125	15.98	116	0.1318	58.7977	69.7700		
	4	7.53	125	15.67	116	0.1255	55.9730	92.9700		
15:05	5	7.31	126	16.75	116	0.1218	54.3377	117.0300	560.6963	138.9812
	6	7.33	127	16.76	116	0.1222	54.4863	141.1200		
	7	7.20	126	17.45	116	0.1200	53.5200	165.7700		
	8	7.59	127	17.71	115	0.1265	56.4190	191.0700		
	9	7.13	126	18.71	115	0.1188	52.9997	216.9100		
	10	7.15	126	18.00	115	0.1192	53.1483	242.0600		
	1	7.06	126	13.89	116	0.1177	52.479	20.950		
	2	7.27	126	13.85	116	0.1212	54.040	42.070		
	3	7.44	126	15.32	116	0.1240	55.304	64.830		
	4	7.08	125	14.67	116	0.1180	52.628	86.580		
10:05	5	7.82	126	15.35	116	0.1303	58.129	109.750	553.040	151.2278
	6	7.49	127	15.73	116	0.1248	55.676	132.970		
	7	7.54	126	16.98	116	0.1257	56.047	157.490		
	8	7.70	127	15.81	116	0.1283	57.237	181.000		
	9	7.68	127	12.64	116	0.1280	57.088	201.320		
	10	7.32	126	10.78	116	0.1220	54.412	219.420		

Hora	#	Tiempo carga (segundos)	Presión máx. carga (psi)	Tiempo descarga (segundos)	Mín. presión descarga (psi)	Tiempo carga (min)	Consumo (CF)	Tiempo acumulado (segundos)	Volumen total (ft^3)	Consumo (ft^3/min)
13:30	1	8.24	126	12.43	116	0.1373	61.251	20.670	592.362	176.1847
	2	8.36	126	11.93	116	0.1393	62.143	40.960		
	3	7.60	126	13.66	116	0.1267	56.493	62.220		
	4	7.91	126	14.30	116	0.1318	58.798	84.430		
	5	8.27	126	12.44	116	0.1378	61.474	105.140		
	6	7.81	126	12.03	116	0.1302	58.054	124.980		
	7	7.85	126	11.63	116	0.1308	58.352	144.460		
	8	7.85	126	11.14	116	0.1308	58.352	163.450		
	9	7.91	126	11.31	116	0.1318	58.798	182.670		
	10	7.89	126	11.17	116	0.1315	58.649	201.730		
13:45	1	8.12	126	9.35	116	0.1353	60.359	17.470	903.447	187.840
	2	8.00	126	9.41	116	0.1333	59.467	34.880		
	3	8.13	126	10.07	116	0.1355	60.433	53.080		
	4	8.35	126	9.72	116	0.1392	62.068	71.150		
	5	7.79	126	9.42	116	0.1298	57.906	88.360		
	6	8.75	126	9.32	116	0.1458	65.042	106.430		
	7	7.78	126	12.13	116	0.1297	57.831	126.340		
	8	8.78	126	11.98	116	0.1463	65.265	147.100		
	9	8.31	126	11.49	116	0.1385	61.771	166.900		
	10	8.20	126	14.15	116	0.1367	60.953	189.250		
	11	7.51	126	12.8	116	0.1252	55.824	209.560		
	12	7.59	126	11.24	116	0.1265	56.419	228.390		
	13	8.03	126	12.01	116	0.1338	59.690	248.430		
	14	8.07	126	11.99	116	0.1345	59.987	268.490		
	15	8.13	126	11.96	116	0.1355	60.433	288.580		

Se calcula el promedio para tener una mejor idea de cuánto es realmente lo que se consume y se obtiene 177.456 CFM. Lo que indica que se está utilizando el 39.78% de la capacidad del compresor.

2.4.4 Evaluación de los elementos de la red de aire comprimido.

Luego de varios recorridos por los talleres y áreas del predio, es fácil darse cuenta del estado de los distintos elementos, así como problemas de instalación y mal manejo de la distribución de la red de distribución de aire comprimido. Muchos de los elementos se encuentran deteriorados por el ambiente de trabajo al que son sometidos, otros son víctimas de un clima adverso, como lo es la zona del Atlántico.

2.4.4.1 Taller de Estructura.

Figuras 1 y 2. Unidades de Mantenimiento.

Se muestran dos de los reguladores ubicados en la zona del taller de Estructura en distintos sitios. El estado de los demás reguladores y filtros es generalizado, todos se encuentran cubiertos de polvo, foam, casi todos tienen fugas en las uniones con la tubería de HG, algunas carátulas no sirven, los filtros no se cambian desde hace un buen tiempo y muy pocas se les elimina el condensado que almacenan, por lo que encontrar rocío en las herramientas es común.

Figura 3. Unión de tuberías.

Se aprecia en la figura una ramificación que se dirige a un bajante, como se puede notar, la unión con la tubería secundaria se encuentra al mismo nivel, unión que no se recomienda. Se propone una unión del tipo cuello de ganso.

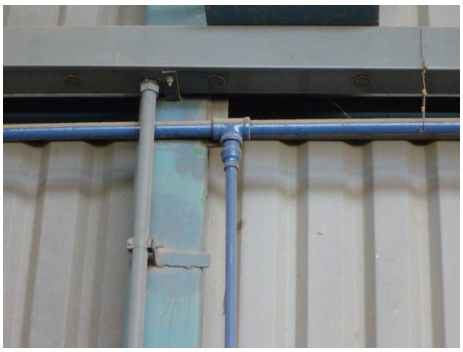
2.4.4.2 Taller de Chasis.

Figuras 4, 5 y 6. Unidades de Mantenimiento.

Se muestran tres de los diez reguladores y filtros que se encuentran al final de cada bajante. Los diez se encuentran en las mismas condiciones:

- El 90% de las carátulas se encuentran en mal estado. No dan medición de presión alguna. Los técnicos utilizan la misma presión para cada herramienta, al no poder determinar cuál es la presión existente en el sistema.
- Como se aprecia los reguladores no se pueden calibrar, no cuentan con la perilla de regulación.
- Los filtros no se cambian ni se purgan desde hace mucho tiempo, hay algunos que tienen el nivel de agua por la mitad.

Figura 7. Unión de bajante con tubería secundaria.



Los bajantes se unen por la parte inferior de la tubería secundaria, no por la parte superior (cuello de ganso), como debe ser.

2.4.4.3 Área de Burras.

Figuras 8 y 9. Cilindros recibidores.

Aquí se aprecian tres cilindros recibidores. Los de la derecha se encuentran en serie con la tubería. Los cilindros fueron hechos en los talleres de la empresa. Aunque el objetivo de los cilindros recibidores es ayudar a separar el agua del aire para su posterior eliminación, éstos no se purgan desde hace muchos meses. Si se desean purgar la eliminación del condensado en su interior puede tomar más de media en forma consecutiva.

Figura 10. Manifold.

Este manifold improvisado cuenta con 10 salidas para las distintas herramientas, que por lo general son pistolas para pintar, escariadoras, remachadoras de ¼" y 3/16".

Fue hecho recientemente debido a la necesidad de contar con salidas más cercanas a los contenedores. Sin embargo, se considera innecesario, al no existir en ésta área más de tres técnicos laborando al mismo tiempo.

2.4.4.4 Área de Yarda.

Figura 11. Cilindro recibidor en la tubería al Taller de Chasis.

Este cilindro recibidor está ubicado en la tubería principal, de él sale una tubería que se devuelve casi 50 metros para alimentar cuatro salidas. Se encuentra un poco oxidado por las lluvias y la humedad del lugar. Al igual que los demás cilindros no se purga desde hace meses. Cuando se le extrajo el agua se duró treinta minutos extrayendo el agua que tenía.

Figura 12. Tubería hacia el Taller de Chasis.

La tubería principal va por la malla desde el compresor hasta el taller de chasis. La línea en este punto ha recorrido más de 80 metros desde el compresor. Como se aprecia en la foto la tubería posee más de 30 metros en ascenso. No existe ninguna purga en todo el trayecto.

Figura 13. Caja de servicio.

En la foto se observa la forma y la distribución de las cajas de servicio de la tubería de aire en la yarda. Cada una cuenta con una salida, en este caso es doble, y en la parte inferior de la tubería se encuentra una purga automática. Muchas de esas purgas se encuentran en mal estado.

Figuras 14 y 15. Cajas de servicio.

Como se observa en las fotografías las cajas de servicio se llenan de agua cada vez que llueve fuertemente o por un tiempo muy prolongado. En la foto de la derecha ni siquiera se observa el fitting de la tubería de aire, se encuentra sumergido en el agua. La llave que sobresale del agua es la cañería de agua potable que abastece la yarda. Hace falta un buen drenaje, para evacuar toda esa agua.

2.4.4.5 Casetilla de compresores.

Figura 16. Casetilla de compresores.

Como se aprecia en la fotografía los compresores se encuentran a la interperie, por lo que están expuestos a las condiciones adversas de un ambiente cargado de humedad característico de una zona tropical lluviosa, por otro lado se alcanzan altas temperaturas y un ambiente salino debido a la cercanía del mar.

Se debe tomar en cuenta además las nubes de polvo generadas por los toploaders y cabezales que pasan cargados cerca de la casetilla.

Figuras 17 y 18. Cilindro recibidor y Unidad de Mantenimiento.

Se muestra un cilindro y una unidad de mantenimiento (regulador y filtro). Este cilindro, como regla general, tampoco se purga, se encuentra oxidado. La fotografía de la derecha es un acercamiento de la unidad, se puede notar la humedad que tiene, inclusive se aprecian sedimentos. El filtro tiene meses que no se le brinda mantenimiento y ni cambia.

2.5 Evaluación para la instalación del equipo de Sandblast.

2.5.1 ¿Qué es el Sandblast?

La limpieza con sandblast (chorro de arena) o mejor dicho la limpieza con chorro de abrasivo, consiste en la limpieza de una superficie por la acción de algún abrasivo expulsado por aire comprimido a través de una boquilla. La limpieza con chorro de abrasivo es ampliamente usada para remover óxido, escamas de laminación y cualquier tipo de recubrimiento de los objetos metálicos para prepararlos para la aplicación de un recubrimiento. También son utilizados para:

- Dar acabados en la madera
- Grabar vidrio
- Remoción de la lechada de concreto
- Limpieza de edificios de ladrillo y piedra
- Remoción de escama tratada térmicamente
- Remoción de marcas en las herramientas
- Limpieza de estructuras
- Acabado en partes metálicas entre otros usos.

2.5.2 Usos más comunes

Los usos que usted puede dar a los equipos de sandblast, son muy variados, son utilizados en:

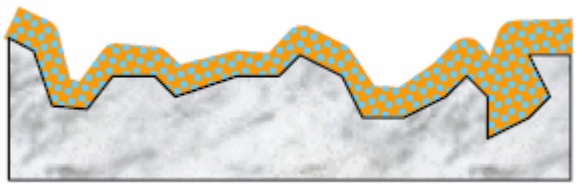
- La industria textil
- Industria química
- Industria metálica
- Industria automotriz
- Astilleros
- Plantas petroleras
- Grabado de vidrio
- Industria de la construcción, entre otras

No todos los equipos para sandblast son iguales, por lo cual se debe tomar en cuenta varios factores antes de decidirse por un equipo para obtener de nuestros equipos la mayor eficiencia y producción.

1. Debe contar o seleccionar un compresor de aire capaz de producir un volumen de aire suficiente para mantener la presión en el equipo y así tener un trabajo continuo.
2. Asegurarse que la manguera de aire entre el compresor y el equipo de sandblast sea de diámetro adecuado.
3. Tomar en cuenta qué tipo de superficie va a limpiar.
4. Seleccionar el abrasivo indicado para ese tipo de trabajo.
5. Contar con un espacio para realizar la limpieza de las piezas.
6. El volumen de trabajo a realizar.
7. El acabado deseado.

El sandblast ahorra tiempo y esfuerzo en la limpieza de partes y es el mejor método para la remoción de pinturas y recubrimientos.

Figura 19. Material con corrosión



Material con corrosión; la corrosión se interna en los cráteres de la superficie.

Figura 20. Lijado o esmerilado

Los esmeriles no remueven todo el óxido, para removerlo de la superficie, debe esmerilar o lijar tan profundo como lo sea el cráter más profundo. En muchos caso, esto podría debilitar la estructuras de metal.

Figura 21. Sandblast

El sandblast remueve toda la corrosión, hasta aquella de los cráteres más profundos sin penetrar el metal. La superficie, después de aplicar el sandblast, tendrá un acabado poroso, excelente para volver a aplicar pintura o recubrimiento.

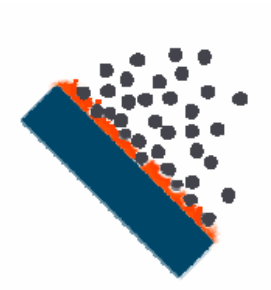
2.5.3 Abrasivos.

El tipo de abrasivo que se utilice va a determinar el costo y la efectividad de la limpieza con chorro de abrasivo, Las variables que se tiene que tomar en cuenta es la calidad del acabado deseado y el tiempo requerido para obtener ese acabado. A medida que la malla de abrasivo sea más chica, la duración del abrasivo será menor, proporciona un acabado más fino, a medida que va incrementando el tamaño del abrasivo, el acabado se vuelve áspero, más brilloso, además, el trabajo se hace en menor tiempo.

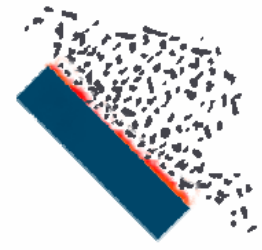
Hay varios factores que determinan la eficiencia que puede otorgarle el abrasivo entre ellos se encuentran:

La forma

Esférica: Las partículas redondas martillean la superficie y con base en el constante golpeteo se quiebra el recubrimiento que se desea limpiar; estas partículas dan a la superficie un acabado semimate.



Angular: Las partículas angulares remueven el material más rápido ya que son filosas y van raspando la cáscara que se quiere remover hasta llegar a la superficie dejando un acabado mate.



El tamaño

El tamaño del abrasivo que se emplee determinará la textura del acabado del trabajo. Las partículas grandes remueven más material que las pequeñas. Con el uso, el abrasivo se va desgastando y las partículas van disminuyendo su tamaño.

Dureza

A medida que el abrasivo sea más duro, más profundo penetrará y más rápido realizará el trabajo. Los abrasivos suaves se deforman. Los abrasivos quebradizos gastan energía al fracturarse. Mientras más resistente al impacto sea el abrasivo, más consistente será el trabajo.

2.5.4 ¿Qué abrasivo usar?

La limpieza con chorro de abrasivos (sandblast) utilizada en conjunto con el abrasivo idóneo puede traer considerables beneficios en ahorro de tiempo y dinero para su empresa, además, otorga una mejor presentación a sus productos que con otros métodos de limpieza. El sandblast sirve para limpiar y remover corrosión, óxido, escoria tratada con calor y pintura. Además, puede dejar un acabado semibrillante, mate o escarchado y difuminar defectos y marcas sobre la superficie.

Oxido de aluminio

Es un abrasivo angular que proporciona buen anclaje como preparación para volver a pintar. Es excelente para limpiar superficies de materiales fuertemente adheridos, así como para el grabado (tanto en vidrio como en otros materiales). Es extremadamente rápido en su acción de corte, puede ser utilizado varias veces y está clasificado en diferentes medidas, para obtener diferentes acabados.

Perla de vidrio

Disponible en una gran cantidad de tamaños, la perla de vidrio es el abrasivo más utilizado en la mayoría de las cabinas para sandblast. Este abrasivo multiusos es empleado para dar acabado, pulir, difuminar, dar textura, remover rebabas y limpiar superficies con materiales ligeros (como carbón y residuos en las superficies de pistones y válvulas), sin desgastar el material. No propicia cambio alguno en la superficie que se va a limpiar. Los defectos en las soldaduras en superficies metálicas, se pueden detectar por medio de la limpieza con perla de vidrio.

Arena sílica

Este abrasivo, principalmente, se usa cuando se realizan trabajos en exteriores, ya que su precio es más económico y su uso no puede ser mayor a dos o tres veces; su avance es mediano y le proporciona un acabado mate.

Carburo de silicio

El carburo de silicio es extremamente rápido en su avance. Este abrasivo angular es utilizado para limpiar superficies muy duras como el carburo de tungsteno; hace un trabajo similar al óxido de aluminio, pero con mayor velocidad además de que el abrasivo tiene mayor tiempo de vida

Granalla de acero

Este abrasivo se encuentra en dos presentaciones: angular y esférica; la esférica se usa en las máquinas granalladoras, mientras que la angular se encuentra más frecuentemente en los equipos de sandblast. Es el abrasivo más pesado, cualidad que ayuda a desprender de manera más eficiente capas de óxido y pintura muy gruesas, dejando una huella muy profunda.

Tabla 11. Características de cada material

	OXIDO DE ALUMINIO	PERLA DE VIDRIO	CARBURO DE SILICIO	ARENA SÍLICA	GRANALLA DE ACERO
Otorga Acabado	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Limpieza/Remoción	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Prepara superficie para pintar	Sí	No	Sí	Sí	Sí
Rapidez de limpieza	Alta	Mediana	Muy Alta	Mediana	Alta
Re-usos	Mediano-Alto	Mediano-Bajo	Alto	Bajo	Muy Alto
Generación de polvo	Mediana	Alto	Mediana	Alto	Bajo
Agresividad del abrasivo	Mediana-alto	Muy Baja	Muy Alta	Mediana	Alto
Presión necesaria para trabajar (aprox.)	20-100	15-80	20-100	20-100	20-100
Forma de la partícula	Angular	Esférica	Angular	Angular	Ambas

2.5.5 ¿Qué se puede lograr con el sandblast?

Con el sandblast se pueden lograr distintos objetivos, dependiendo del abrasivo y de sus cualidades; los más frecuentes son:

- Limpieza: El sopleteo con chorro de abrasivo remueve corrosión, óxido, rebabas, recubrimientos y pinturas.
- Acabado: Con el sandblast, se puede proporcionar diferentes acabados a las superficies en las que se trabaja, desde semimate a mate, además de preparar la superficie para pintura y recubrimientos. Se pueden desvanecer los defectos y marcas.
- Martilleo: El martilleo realizado con los abrasivos esféricos, específicamente la granalla de acero sobre estructuras metálicas, ayuda a mejorar la resistencia a la fatiga de las piezas, incrementando la vida útil de las piezas estructurales y ayuda a reducir en la superficie los esfuerzos de compresión.

2.5.6 Equipo presurizados para Sandblast

Los equipos presurizados están constituidos por un tanque en donde se deposita el abrasivo y por medio del cuál se distribuye. El equipo trabaja a presión y una vez presurizado el tanque, el abrasivo fluye hacia la parte baja en donde se combina con el flujo de aire a presión que acelera la velocidad del abrasivo para expulsarlo por medio de la boquilla y así limpiar las superficies.

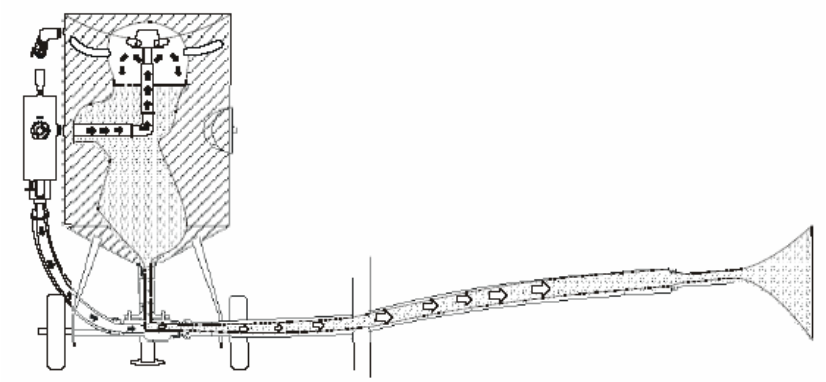
Para elegir el equipo presurizado que más le convenga, es necesario tener en cuenta varios aspectos:

- El volumen de trabajo que va a realizar.
- Si lo requiere para uno o dos operadores.
- El uso que le va a dar al equipo (ocasional o cotidiano).
- El tiempo de uso continuo que requiera de su equipo (las veces que deba parar el trabajo para reabastecer el tanque).
- El tamaño del compresor con que cuenta.

El equipo presurizado puede ser usado con cualquier tipo de abrasivo; el cono de la parte de abajo permite que se aproveche todo el abrasivo. La válvula mezcladora (VMZ)

permite regular el paso del abrasivo sin que ésta se trabe, a diferencia de las válvulas de disco que al abrir y cerrarlas se les mete abrasivo por dentro y se traban.

Figura 22. Tanque presurizado



Existen equipos portátiles o fijos. En el caso de la compañía se eligió uno fijo.

Figura 23. Equipos portátiles y fijos

Figura 23-1

El equipo de la derecha es uno fijo y el de la izquierda (Figura 21-1) es uno portátil.

Figura 23-2

2.5.7 Boquillas para Sandblast

El volumen de producción de las boquillas tipo venturi es mayor al de las boquillas de diámetro recto en un 40% aproximadamente, debido a que su diseño acelera y distribuye de manera uniforme el abrasivo sobre todo el objeto. Se recomienda utilizar este tipo de boquillas preferentemente con manguera de 1" de diámetro interior cuando es requerida la máxima acción de corte para limpiar superficies duras.

Figura 24. Boquillas para Sandblast.

Tabla 12.Especificaciones de Consumo

			PRESION EN LA BOQUILLA.						
Diámetro Interior de la boquilla	Requerimiento de aire y abrasivos.		50 (3.45)	60 (4.14)	70 (4.83)	80 (5.52)	90 (6.21)	100 (6.89)	125 (8.62)
1/8" (3.2 mm)	Aire	(PCM.) *m3*/min.	12 0.34	13 .037	15 .042	18 0.51	19 0.54	21 0.59	26 0.74
	Caballos de fuerza	HP kW	1.75 1.30	2 1.49	2.5 1.86	3 2.24	3.5 2.61	4 2.98	6 4.47
	Abrasivo	lb./hr. Kg/hr.	70 32	80 36	90 41	100 45	110 50	120 54	135 61
3/16" (4.8 mm)	Aire	(PCM.) *m3*/min.	25 0.71	30 0.85	35 0.99	40 1.13	43 1.22	45 1.27	60 1.70
	Caballos de fuerza	HP kW	5 3.73	8 5.97	9 6.71	10 7.08	10 7.46	11 7.83	16 11.93
	Abrasivo	lb./hr. Kg/hr.	150 68	170 77	200 91	215 98	240 109	260 118	320 145
1/4" (6.35 mm)	Aire	(PCM.) *m3*/min.	50 1.42	55 1.56	60 1.70	70 1.98	75 2.12	80 2.27	95 2.69
	Caballos de fuerza	HP kW	10 7.46	12 8.95	13 9.69	61 11.93	17 12.68	18 13.42	25 18.64
	Abrasivo	lb./hr. Kg/hr.	270 122	300 136	350 159	400 181	450 204	500 227	675 306
5/16" (8 mm)	Aire	(PCM.) *m3*/min.	80 2.27	90 2.55	100 2.83	115 3.26	125 3.54	140 3.96	190 5.38
	Caballos de fuerza	HP kW	17 12.68	20 14.91	25 18.64	27 20.13	28 20.88	30 22.37	36 26.85
	Abrasivo	lb./hr. Kg/hr.	470 213	530 240	600 272	675 306	750 340	825 374	1000 454
3/8" (9.5 mm)	Aire	(PCM.) *m3*/min.	110 3.12	125 3.54	145 4.11	160 4.53	175 4.96	200 5.66	275 7.79
	Caballos de fuerza	HP kW	25 18.64	29 21.63	32 23.86	35 26.10	40 29.83	45 33.56	57 42.50
	Abrasivo	lb./hr. Kg/hr.	675 306	775 352	875 397	975 442	1060 481	1100 499	1350 612
7/16" (11 mm)	Aire	(PCM.) *m3*/min.	150 4.25	170 4.81	200 5.66	215 6.09	240 6.80	255 7.22	315 8.92
	Caballos de fuerza	HP kW	35 26.10	40 29.83	45 33.56	50 37.28	55 41.01	60 44.74	70 52.20
	Abrasivo	lb./hr. Kg/hr.	900 408	1000 454	1200 544	1300 590	1400 635	1550 703	1800 816
1/2" (12.7 mm)	Aire	(PCM.) *m3*/min.	200 5.66	225 6.37	250 7.08	275 7.79	300 8.50	340 9.63	430 12.18
	Caballos de fuerza	HP kW	45 33.56	50 37.28	55 41.01	63 46.98	70 52.20	75 55.93	95 70.84
	Abrasivo	lb./hr. Kg/hr.	1200 544	1350 612	1500 680	1700 771	1850 839	2025 919	2525 1145
5/8" (16 mm)	Aire	(PCM.) *m3*/min.	300 8.50	350 9.91	400 11.33	450 12.74	500 14.16	550 15.58	700 19.82
	Caballos de fuerza	HP kW	70 52.20	80 59.66	90 67.11	100 74.57	110 82.03	120 89.48	150 111.85
	Abrasivo	lb./hr. Kg/hr.	1900 862	220 998	2400 1089	2700 1225	3000 1361	3300 1497	4000 1814
3/4" (19 mm)	Aire	(PCM.) *m3*/min.	430 12.18	500 14.16	575 16.28	650 18.41	700 19.82	800 22.66	1100 31.15
	Caballos de fuerza	HP kW	100 74.57	115 85.76	130 96.64	145 108.13	160 119.31	175 130.50	215 160.33
	Abrasivo	lb./hr. Kg/hr.	2700 1225	3100 1406	3500 1588	3900 1769	4300 1950	4700 2132	5700 2586

Esta tabla se usa como referencia. Los resultados reales pueden variar dependiendo de la malla del abrasivo empleado. Esta tabla está basada en arena como abrasivo con una densidad de masa de 100 libras por pie cúbico.

La boquilla a emplear en el equipo de Sandblast será de ½", por lo que el consumo es de 340 CFM, para ello se requiere el equivalente de un compresor de 75 HP. La compañía posee dos compresores: uno de 20 HP y otro de 100 HP. El consumo del predio es de

aproximadamente 177.456 CFM. Ahora bien, el compresor de 100 HP suministra 446 CFM y el de 20 HP suministra 77 CFM. Los compresores están en paralelo por lo que sus caudales se suman, eso daría una capacidad total del sistema de 523 CFM, si le restamos los 340 CFM que requerirá el equipo de Sandblast, tenemos 183 CFM para abastecer de aire al predio. Es cierto que el sistema actual soportaría un consumo de 340 CFM, sin embargo, el predio se encuentra en una etapa de ampliación, se tiene pensado, además del equipo de Sandblast, la compra de otras herramientas. Con un caudal libre de 6 CFM (183 CFM-177.456 CFM) no se daría abasto con el consumo del predio.

Por lo tanto se recomienda la adquisición de otro compresor.

2.6 Pérdidas por fugas

El método empleado para determinar las pérdidas por fugas se denomina Tiempos de carga y Descarga. Consiste en medir los tiempos de carga y descarga del compresor, previamente se cierran todas las válvulas que estén abiertas y aquellas entradas a las herramientas que están conectadas directamente a la tubería.

Una vez determinados éstos tiempos, se pueden calcular los CFM que consume la red. Se sabe que el compresor dá un caudal de 446 CFM, entonces se puede determinar el consumo en cada carga mediante la siguiente fórmula:

$$Q_n = Tiempo(\min) * 446 \frac{ft^3}{\min}$$

Se suman los dos tiempos, carga y descarga, para determinar la duración real de la prueba y así calcular los CFM consumidos por la red.

$$\frac{\sum Q_n}{\frac{T_C + T_D}{60}} = Q_{Total}$$

Tabla 13. Consumo de fugas en CFM

#	Tiempo carga (segundos)	Máx. presión carga (psi)	Tiempo descarga (segundos)	Mín. presión descarga (psi)	Tiempo carga en minutos	Consumo (CF)	Tiempo acumulado (segundos)	Volumen total (ft^3)	Consumo (ft^3/min)
1	6,71	125	14,57	116	0,112	49,878	21,28		
2	6,68	125	14,6	116	0,111	49,655	42,56		
3	7,03	126	13,91	116	0,117	52,256	63,50		
4	6,69	126	15,13	116	0,112	49,729	85,32		
5	7,22	127	15,22	116	0,120	53,669	107,76		
6	7,28	127	14,33	116	0,121	54,115	129,37		
7	7,10	127	15,13	116	0,118	52,777	151,60	676,14	143,10
8	7,10	127	15,28	116	0,118	52,777	173,98		
9	6,92	125	14,28	116	0,115	51,439	195,18		
10	6,85	125	14,87	116	0,114	50,918	216,90		
11	6,93	126	14,78	116	0,116	51,513	238,61		
12	7,21	126	15,52	116	0,120	53,594	261,34		
13	7,24	126	14,92	116	0,121	53,817	283,50		

Al comparar el consumo del predio con el consumo por fugas, se tiene que:

$$\frac{143.10}{177.456} CFM * 100\% = 80.63\%$$

Lo anterior quiere decir que el ochenta por ciento del aire entregado a la red, se pierde por fugas.

El resultado de la prueba fue inesperado, se sabía que existía un alto consumo por fugas, pero no a tal magnitud.

Figura 25. Fotografía de una parte de la calle.

De inmediato se procedió a localizar las fugas más grandes, dando como resultado que todos los bajantes del Taller de Estructura, Taller de Chasis y todas las cajas de servicio de la yarda, tenían al menos una fuga. Sin embargo, por el tamaño de éstas no es posible que consuman tanto aire. Hasta que se buscó en la tubería que lleva el aire del Taller de Estructura al Área de Burras, ahí se pudo constatar dónde estaban las mayores pérdidas. La tubería está quebrada. El paso de los Toploaders y cabezales cargados, además la poca profundidad a la que se encuentra la tubería, han hecho que cuando llueve, la calle se llena de burbujas.

Figura 26. Toploader pasando por encima de la tubería.

En ésta foto se puede apreciar un Toploader pasando por encima de la tubería que se encuentra enterrada, son 70 toneladas lo que pesa una máquina de éstas sin el contenedor como en éste caso. Además por esta calle también transitan mula con contenedores y cabezales cargados.

Si se lograra reducir las fugas a un 10% de la capacidad del compresor, como se recomienda, se pasaría de 143.10 CFM a solamente 4.46 CFM, de esta manera puede ser que la compra de un compresor no sea necesario si se mantiene la demanda actual.

2.7 Rediseño de la red de aire comprimido

Por todo lo antes mencionado se propone un rediseño de la red actual de aire comprimido, el cual va a consistir de lo siguiente:

1. Cálculo de las tuberías principales, secundarias y terciarias.
2. Cálculo para la instalación de un tanque de almacenamiento.
3. Mejorar la calidad del aire.

2.7.1 Cálculo de las tuberías[3].

En el anexo 2, se muestra el plano general y las distintas áreas de la red de aire comprimido.

Consumo por áreas.

Taller de estructura.

En el taller de Estructura no se puede asignar una salida a una determinada herramienta. Los técnicos pueden colocar una misma herramienta en cualquiera de los 12 bajantes.

La herramienta de mayor consumo es la esmeriladora con 2.4 m^3/min, este consumo es unitario.

Existen 15 esmeriladoras disponibles, sin embargo, sólo hay 12 bajantes en el taller. Para determinar el consumo del taller se utilizó el coeficiente de simultaneidad, ya que es imposible que las 12 esmeriladoras trabajen al mismo tiempo.

$$k = \frac{1}{\sqrt{n-1}}$$

$$k = \frac{1}{\sqrt{12-1}} = 0.30$$

Este coeficiente nos dice que de las 12 esmeriladoras es posible encontrar el 30% del total, es decir, 3.6 esmeriladoras trabajando al mismo tiempo.

Por lo que el consumo del taller será de

$$Q = 2.4 * 12 * 0.30 = 8.68 m^3 / \min$$

Cabe recalcar que el consumo de todas las herramientas, utilizando el coeficiente k, es menor que las 3.6 esmeriladoras trabajando al mismo tiempo.

$$Q = 0.450 * 12 * 0.3 + 0.56 * 12 * 0.3 + 0.7 + 0.5 * 10 * 0.31 + 0.6 * 3 * 0.57 = 6.98 m^3 / \min$$

De esta manera obtenemos nuestro caudal máximo para el Taller de Estructura.

Taller de Chasis.

El procedimiento empleado fue el mismo que se usó para determinar el caudal máximo del Taller de Estructura. Con la excepción que en Chasis no existen tantas herramientas ni tantos bajantes, por lo que se sumaron los caudales de varias herramientas para conseguir el caudal máximo.

[3] Ver detalles en el folleto Cálculo de tuberías para aire comprimido del Ing. Juan Rojas.

La pistola impacto es la que mayor consume, pero sólo existe una. Por otra parte hay 8 gatas neumáticas. Utilizando estos consumos se obtiene

$$Q = 1.140 + 0.138 * 8 * 0.37 = 1.54 m^3 / \min$$

En la memoria de cálculo se encuentran los cálculos empleados para determinar el consumo de las gatas.

Área de burras.

Para determinar el consumo se asumió que las remachadoras de 3/8" trabajan al mismo tiempo, junto con un pulidor, el resultado fue el siguiente:

$$Q = 0.7 * 2 + 0.640 = 2.04 m^3 / \min$$

Para las burras que se encuentran atrás del taller de estructura, el caudal a emplear será de

$$Q = 1.4 * 2 = 2.8 m^3 / \min$$

Este caudal abastecerá las salidas que se encuentran a la izquierda y derecha de la casetilla de compresores.

Área de yarda.

Las herramientas que más consumen son las escariadoras.

En la yarda existen 14 cajas de servicio, por lo que el caudal máximo será de

$$Q = 0.5 * 14 * 0.28 = 1.96 m^3 / \min$$

Sandblast.

Para el dimensionamiento de las tuberías, el equipo de sandblast se ha separado del área de burras, únicamente por comodidad a la hora de trabajar.

$$Q = 9.57 m^3 / \min$$

Equipo liviano.

El consumo en ésta área es realmente muy poco, la herramienta que se utiliza es la pistola de impacto.

$$Q = 1.10 m^3 / \min$$

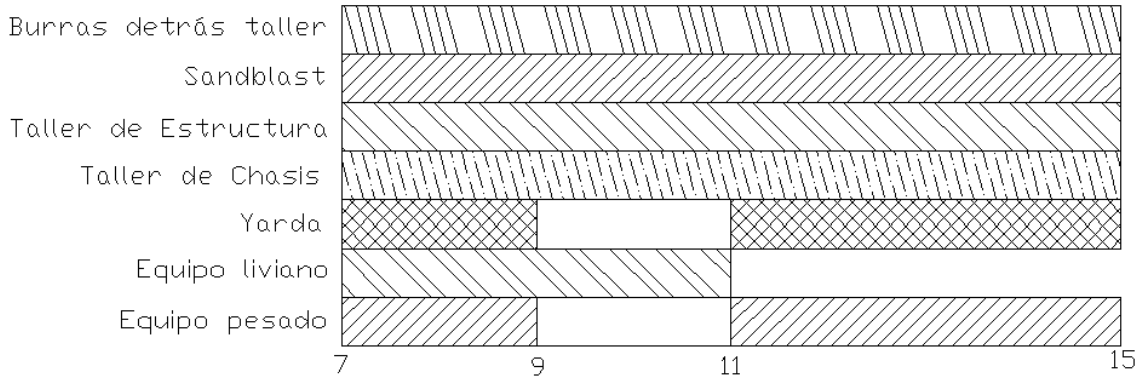
Equipo pesado.

La única herramienta neumática que se tiene en equipo pesado es la pistola de impacto.

$$Q = 1.140 m^3 / \min$$

El siguiente paso es determinar las horas de mayor consumo. Se determinan las horas de mayor consumo por área y con la ayuda de un gráfico, se calcula el consumo máximo.

Gráfico 1. Determinación del consumo máximo.



Se realiza la suma de los caudales máximos:

De 7:00 – 9:00

$$Q = 9.57 + 8.68 + 1.54 + 1.94 + 1.10 + 1.140 + 2.8 = 26.77 m^3 / \min$$

De 11:30 – 15:00

$$Q = 9.57 + 8.68 + 1.54 + 1.5 + 1.14 = 22.43 m^3 / \min$$

Se llega a la conclusión que de 7:00 a 9:30 es donde se encuentra el pico más significativo. Por lo tanto, el caudal a emplear para el diseño será 26.77m^3/min.

Presión absoluta.

El equipo que requiere mayor presión es la gata neumática, cerca de 8.27 Bar. Sin embargo, se debe tomar en cuenta la caída de presión, la cual debe ser no mayor al 2% de la presión total del sistema.

La presión atmosférica es 1.012 Bar.

$$P = (8.27 + 1.012) * .02 + 8.27 + 1.012 = 9.46 Bar$$

Por lo tanto la presión de trabajo será de 9.46B absolutos o 8.45 B manométricos.

Caudal de diseño.

Los factores de fugas y ampliación serán de 10% y 20% respectivamente.

$$Q_D = 26.77 * (1 + 0.1 + 0.2) = 34.71 m^3 / \min$$

La velocidad en la tubería par una línea principal es de 8 m/s.

Con estos datos se puede calcular el diámetro mínimo

$$D = \sqrt{\frac{34710*100}{4.71*9.46*8}} = 98.68mm$$

La Fábrica Centroamericana de Nicles, tiene una tubería con un diámetro interior de 110.64 mm en cédula 20 (ver anexo 3).

Se determina el flujo másico, multiplicando el valor de Q_D por 60, para convertirlo a horas y por la densidad, para convertir los m^3 a Kg. De esta manera se obtiene que el flujo másico que viaja por la tubería principal es de

$$m = \frac{34.71m^3}{\min} * \frac{60\min}{1hr} * \frac{1.2Kg}{m^3} = 2499.12\frac{Kg}{hr}$$

El ß se obtiene por medio de tablas o por la fórmula siguiente

$$\beta = 2.8466 * m^{-0.1468} = 0.90$$

La longitud de la tubería es de 2 metros, la temperatura ambiente es de 30ºC (303.15 K) y la presión del sistema es de 9.46 Bar absolutos.

Lo siguiente a calcular sería la caída de presión que produce en la línea, para ello, se utiliza la fórmula siguiente

$$\Delta P_{Cal} = \frac{\beta * Q_D{}^2 * 15.2 * L}{T * D^5 * P} = \frac{0.90 * 34710^2 * 15.2 * 2}{303.15 * 110.64^5 * 9.46} = 0.0007B$$

Ahora bien, no se sabe si esta caída de presión es válida para mantener en todo el sistema una caída de 0.189 (9.46 Bar * 2% = 0.189 Bar), es necesario determinar cuál es la caída de presión permitida.

Se debe determinar la ruta crítica del sistema, según el plano de la red de aire comprimido de la empresa COBAL, que se encuentra en el anexo 3, se puede ver que el tramo que va desde la línea principal hasta el punto I es el que presenta la mayor distancia, 354.54 metros. Lo que se recomienda es un 2% de pérdidas, en pocas palabras, desde la línea principal hasta el punto I, la caída de presión no puede ser mayor al 2% de la presión del sistema. Si dividimos la caída permitida, 0.189 Bar, entre los 354.54 m, se obtiene la caída permitida por metro.

$$\Delta P_{Perm} = 0.0189B$$

$$\frac{\Delta P_{Perm}}{m} = \frac{0.189B}{354.54m} = 0.00053\frac{B}{m}$$

Si multiplicamos la longitud del tramo principal por la caída permitida por metro, se obtiene la caída permitida para los 2 metros de tubería principal.

$$\Delta P_{Perm} = 0.00053\frac{B}{m} * 2m = 0.0011B$$

Para que el diámetro sugerido sea válido, este valor debe ser mayor a la caída de presión calculada con anterioridad (ΔP_{Cal}).

$$0.0011B > 0.0007B$$

Por lo tanto, el diámetro propuesto es el indicado.

Se empleó el mismo procedimiento para cada tramo y sección de la red de aire comprimido. En el anexo 3, se muestra la tabla donde se especifican los caudales por tramo, los diámetros propuestos y las caídas de presión calculadas y permitidas.

Los bajantes del taller de estructura deben ser capaces de manejar el caudal requerido con la caída de presión más baja posible. Por lo tanto, todos los bajantes fueron calculados para un caudal de $2.4m^3$/min.

Para el taller de chasis el caudal empleado para el cálculo de los diámetros fue de $1.140m^3$/min, el equivalente a una pistola de impacto de 1".

En el caso de la yarda, las salidas se calcularon de acuerdo al consumo de los escariadores. Muchas de las salidas tienen dos fittings, por lo que el caudal fue de $1.0m^3$/min.

2.7.2 Cálculo del tanque de almacenamiento.

El cálculo del tanque de almacenamiento estuvo basado en las fórmulas que aparecen en el folleto de Cálculo de tuberías para aire comprimido del Ing. Juan Rojas.

En el folleto se establece "es conveniente dejar su elección siempre al criterio del fabricante del compresor, el cual generalmente, ya incluye el tanque con el compresor."[4]

Su capacidad puede calcularse con la siguiente fórmula:

$$Vol_{Litros} = Potencia(HP) * 75$$

Entonces se tiene que para el compresor de 100 HP el tanque debe ser de:

$$Vol = 100 * 75 = 7500 litros = 7.5 m^3 = 1982 galones$$

Y para el compresor de 20 HP:

$$Vol = 20 * 75 = 1500 litros = 1.5 m^3 = 396 galones$$

Se tiene en cuenta que los compresores se encuentran en paralelo, por lo que sus caudales se suman. Entonces el volumen del tanque actual sería de $1982 galones + 396 galones = 2378 galones$. Este volumen no incluye el compresor propuesto.

[4] Cita textual del folleto Cálculo de tuberías para aire comprimido.

2.7.3 Mejorar la calidad del aire.

2.7.3.1 Importancia de eliminar la humedad del sistema.

La humedad esta siempre presente en aire comprimido, así también puede encontrarse aceite en algunos puntos del sistema de aire comprimido. Para una eficiente operación y prolongar la vida de las juntas, mangueras y herramientas neumáticas, este exceso de humedad y aceite debe ser removido del sistema.

Remover la humedad y el aceite del sistema involucra más que sólo instalar trampas. Para mantener una alta eficiencia y evitar problemas de costos, un sistema de aire comprimido requiere:

1. Aftercoolers: bajan la temperatura del aire que fue comprimido hasta rangos normales de operación.
2. Separadores: para precipitar partículas de agua suspendidas en el aire. Son instalados después del aftercooler o en línea de aire cerca del punto de aplicación (uso), o ambas.
3. Purgas: para eliminar el líquido del sistema con una pérdida mínima de aire.

Las partículas de agua que viajan en el aire hasta las herramientas eliminarán el aceite lubricante de ellas. Esto causa desgaste a los motores y rodamientos, lo que resulta en un alto costo de mantenimiento. Sin una adecuada lubricación, las herramientas y máquinas trabajarán en forma inadecuada y su eficiencia se verá disminuida. Este efecto se observa claramente en martillos, taladros, elevadores y sand rammers donde la superficie de desgaste es pequeña y el excesivo desgaste crea fugas de aire.

El aire es usado para pistolas soplantes, agitación de alimentos y procesos similares, la presencia de agua y aceite es intolerable.

En instrumentos para aire, el agua tenderá a introducirse en pequeños agujeros, lo que provocará acumulación de suciedad causando una operación errónea o fallo de dispositivos sensibles.

Problemas en la tubería. Cuando el agua se acumula en puntos bajos de la tubería, la capacidad para transportar aire se reduce. Eventualmente el aire que fluye sobre el agua acumulada, empezará a ser llevada a lo largo de la tubería a una alta velocidad. En climas fríos estas acumulaciones de agua pueden congelar y reventar la tubería.

En la siguiente tabla se puede observar de una manera más gráfica la producción de condensado basado en la presión atmosférica, temperatura ambiente y humedad relativa.

Tabla 14. Peso de agua por pie cúbico de aire a varias temperaturas

Temp. °F	Percentage of Saturation									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	Grains	Grains	Grains	Grains	Grains	Grains	Grains	Grains	Grains	Grains
-10	.028	.057	.086	.114	.142	.171	.200	.228	.256	.285
0	**.048**	**.096**	**.144**	**.192**	**.240**	**.289**	**.337**	**.385**	**.433**	**.481**
10	.078	.155	.233	.310	.388	.466	.543	.621	.698	.776
20	.124	.247	.370	.494	.618	.741	.864	.988	1.112	1.235
30	**.194**	**.387**	**.580**	**.774**	**.968**	**1.161**	**1.354**	**1.548**	**1.742**	**1.935**
32	.211	.422	.634	.845	1.056	1.268	1.479	1.690	1.902	2.113
35	.237	.473	.710	.946	1.183	1.420	1.656	1.893	2.129	2.366
40	**.285**	**.570**	**.855**	**1.140**	**1.424**	**1.709**	**1.994**	**2.279**	**2.564**	**2.849**
45	.341	.683	1.024	1.366	1.707	2.048	2.390	2.731	3.073	3.414
50	.408	.815	1.223	1.630	2.038	2.446	2.853	3.261	3.668	4.076
55	**.485**	**.970**	**1.455**	**1.940**	**2.424**	**2.909**	**3.394**	**3.879**	**4.364**	**4.849**
60	.574	1.149	1.724	2.298	2.872	3.447	4.022	4.596	5.170	5.745
62	.614	1.228	1.843	2.457	3.071	3.685	4.299	4.914	5.528	6.142
64	**.656**	**1.313**	**1.969**	**2.625**	**3.282**	**3.938**	**4.594**	**5.250**	**5.907**	**6.563**
66	.701	1.402	2.103	2.804	3.504	4.205	4.906	5.607	6.308	7.009
68	.748	1.496	2.244	2.992	3.740	4.488	5.236	5.984	6.732	7.480
70	**.798**	**1.596**	**2.394**	**3.192**	**3.990**	**4.788**	**5.586**	**6.384**	**7.182**	**7.980**
72	.851	1.702	2.552	3.403	4.254	5.105	5.956	6.806	7.657	8.508
74	.907	1.813	2.720	3.626	4.533	5.440	6.346	7.253	8.159	9.066
76	**.966**	**1.931**	**2.896**	**3.862**	**4.828**	**5.793**	**6.758**	**7.724**	**8.690**	**9.655**
78	1.028	2.055	3.083	4.111	5.138	6.166	7.194	8.222	9.249	10.277
80	1.093	2.187	3.280	4.374	5.467	6.560	7.654	8.747	9.841	10.934
82	**1.163**	**2.325**	**3.488**	**4.650**	**5.813**	**6.976**	**8.138**	**9.301**	**10.463**	**11.625**
84	1.236	2.471	3.707	4.942	6.178	7.414	8.649	9.885	11.120	12.326
86	1.313	2.625	3.938	5.251	6.564	7.877	9.189	10.502	11.814	13.137
88	**1.394**	**2.787**	**4.181**	**5.575**	**6.968**	**8.362**	**9.756**	**11.150**	**12.543**	**13.997**
90	1.479	2.958	4.437	5.916	7.395	8.874	10.353	11.832	13.311	14.780
92	1.569	3.138	4.707	6.276	7.844	9.413	10.982	12.551	14.120	15.639
94	**1.663**	**3.327**	**4.990**	**6.654**	**8.317**	**9.980**	**11.644**	**13.307**	**14.971**	**16.624**
96	1.763	3.525	5.288	7.050	8.813	10.576	12.338	14.101	15.863	17.676
98	1.867	3.734	5.601	7.468	9.336	11.203	13.070	14.937	16.804	18.661
100	**1.977**	**3.953**	**5.930**	**7.906**	**9.883**	**11.860**	**13.836**	**15.813**	**17.789**	**19.766**

(Basado en una presión atmosférico de 14.7 psia)

Tabla que determina la cantidad de condensado que se genera al comprimir aire.

2.7.3.2 Problemas de drenaje y cómo evitarlos.

Aceite. Un problema crítico de drenaje existe en los puntos donde el aceite puede estar presente en el aire comprimido (línea principal, intercoolers, aftercoolers y recibidores). Dos hechos que provocan este problema:

- El aceite es más liviano que el agua por lo tanto éste flotará.
- El aceite del compresor cuando se enfría tiende a volverse denso y viscoso.

La purga simula cualquier trampa que tenga la válvula de descarga en la parte inferior, como se aprecia en la figura 27-1. La trampa se llenará de aceite que puede volverse denso y viscoso.

Si se compara con la figura 27-2 se puede notar que la trampa tiene la válvula de descarga en la parte superior, al mismo nivel del aceite. Éste escapará hasta que el nivel sea tan delgado que por cada 19 gotas de agua y una de aceite que ingresen a la trampa exactamente 19 gotas de agua y una de aceite serán eliminadas. La trampa siempre estará llena de agua.

Figura 27. Trampa de aire

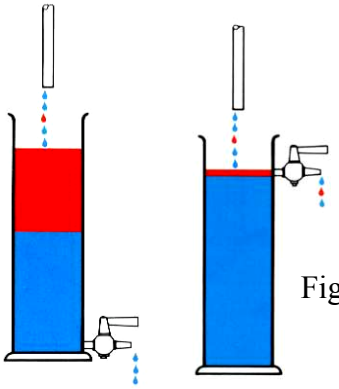


Figura 27-1

Figura 27-2

Trampa con dos disposiciones de válvula en la parte inferior y superior

La conclusión es obvia, cuando hay una mezcla de agua y aceite que debe ser eliminada de los separadores, recibidores o demás accesorios, se recomienda el uso de trampas con válvulas de drenaje en la parte superior de la trampa.

Suciedad y partículas sólidas. Rara vez constituyen un problema entre el compresor y el tanque de almacenamiento, por lo general, se encuentran sedimentos en las líneas secundarias y terciarias, particularmente cuando la tubería es muy vieja. En esta situación los sedimentos serán arrastrados por el agua a lo largo de la línea, hasta la

trampa. Si la trampa no ha sido diseñada para manipular sedimentos, fácilmente fallará o la trampa no cerrará.

Pérdida de aire. A menudo en los sistemas de aire comprimido la solución de un problema puede ser el causante de otro problema. Por ejemplo, un método común de eliminar el condensado no deseado consiste en romper una válvula para que permanezca abierta, sin embargo, esta práctica también crea una fuga. El problema inmediato fue solucionado, pero la "solución" produce pérdida constante de aire.

Un control de fugas involucra:

- Buscar las fugas mientras se encuentra apagado el compresor, mediante un detector de fugas.
- Determinar el total de fugas observando qué tan rápido cae la presión con el compresor apagado, antes y después del estudio respectivo.
- Reparar las fugas de las roscas, válvulas y accesorios.
- Reemplazar las válvulas rotas por trampas de aire.
- Revisar el sistema con regularidad.

2.7.3.3 Métodos de drenaje.

Manual

El líquido puede ser descargado continuamente a través de válvulas que han sido quebradas o válvulas que se abren en periodos cortos. Frecuentemente el operario deja la válvula abierta, lo que representa pérdidas de aire y por ende económicas.

Automática

La instalación de trampas automáticas significará una reducción de energía perdida y bajar los costos de mantenimiento.

2.7.3.4 Trampas de aire.

El agua almacenada en separadores debe ser removida constantemente y sin desperdicio de aire. En casos donde las trampas de aire no son parte del diseño del sistema, las válvulas manuales se abren periódicamente o se dejan abiertas constantemente, prácticas que resulta en un desperdicio de aire, lo que implica un gasto económico considerable.

La misión de una trampa es eliminar el líquido y el aceite del sistema. Para mejorar la eficiencia y economía del sistema la trampa debe proveer:

- ✓ Operación libre de ajustes o mantenimiento.
- ✓ Funcionamiento fiable aunque la suciedad, arenisca y aceite estén presentes en la línea.
- ✓ Larga vida de operación.
- ✓ Mínima pérdida de aire.
- ✓ Fácil de reparar.

Para obtener los máximos beneficios de las trampas descritas es necesario que éstas sean del tamaño y presión correctas según el tipo de trabajo, además deben ser instaladas apropiadamente y recibir un buen mantenimiento.

2.7.3.4.1 Trampa de balde invertido.

La trampa de balde invertido está diseñada para sistemas donde se manejan grandes cantidades de condensado y aceite, es para trabajo pesado.

La trampa de balde invertido es usada porque la válvula de descarga; se encuentra en la parte superior de la trampa, por lo que el aceite es lo primero que se elimina y casi siempre se encuentra llena de condensado.

Operación de la trampa

1. Raramente existe una acumulación de agua al inicio para hacer flotar el balde y cerrar la válvula. La condición inicial presenta una delgada capa de aceite en la parte superior del cubo y agua en el cuerpo de la trampa (ver figura 28-1)
2. Cuando se abre la válvula de la línea el aire ingresa al cubo y desplaza el líquido. Cuando el cubo se encuentra dos terceras partes lleno de aire comienza a flotar. La válvula de descarga es cerrada. Como el cubo sube, el respiradero remueve el aceite y cualquier suciedad presente en el respiradero.

   El líquido y el aire que se encuentra en la trampa no dejan ingresar más líquido o aire a la trampa hasta que algo de líquido o aire escape de la trampa a través de la válvula de descarga. El aire pasa a la parte superior de la trampa y desplaza agua la cual ingresa a la parte inferior de la trampa para reemplazar el aire que pasa a través del respiradero. Tan pronto como en cubo existan menos de dos terceras partes, la trampa abrirá.

Figura 28. Trampa de balde invertido (primeros dos pasos)

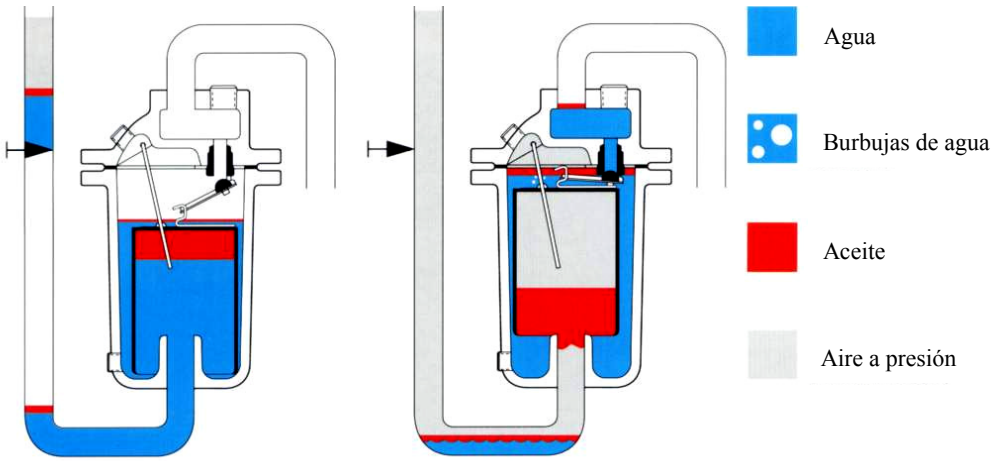


Figura 28-1 Figura 28-2

3. Note que el nivel del líquido en la parte superior de la trampa ha descendido y el nivel en el cubo ha crecido. El volumen de agua desplazado por el aire es exactamente igual al volumen de agua que ingresa al cubo. Durante este proceso el agua y el aceite son acumulados en la parte de superior de la trampa, formando una especie de línea horizontal. Cuando el cubo está dos terceras partes lleno de líquido ejerce suficiente presión para palanquear la válvula de descarga.
4. Dos cosas suceden simultáneamente,
    a. El aire acumulado en la parte superior de la trampa es descargado inmediatamente, seguido de agua y aceite que ingresa a la trampa mientras la válvula esta abierta.
    b. La presión en la trampa se reduce un poco permitiendo acumular líquido en la línea horizontal para entrar en la trampa. El aire desplaza el líquido del cubo hasta que flote y cierre la válvula de descarga restaurando la condición mostrada en el paso 2.
5. El aceite que ha entrado en la trampa mientras la trampa estaba abierta, fluye hacia la parte inferior del cubo y asciende hacia la parte superior de la trampa. La trampa normalmente descarga pequeñas cantidades de aire varias veces por minuto.

Figura 29. Trampa de balde invertido (últimos tres pasos)

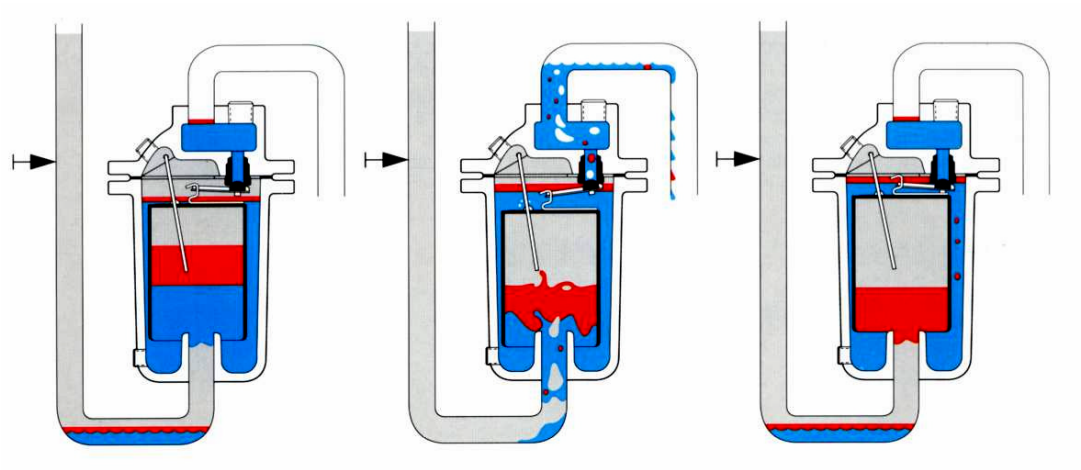


Figura 29-1 Figura 29-2 Figura 29-3

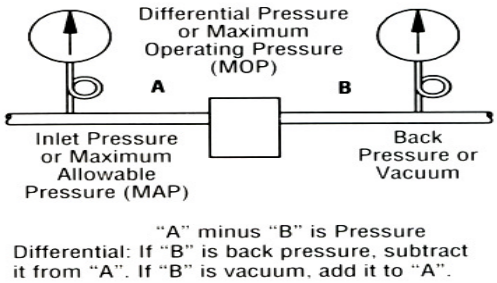
Existen otros tipos de trampas de aire entre los que están: trampa de flotador, trampa pivote cónica y trampa de acción rápida.

2.7.3.5 Selección de trampas.

Es importante a la hora de seleccionar una trampa tomar en cuenta varios factores:

1. La carga de líquido a eliminar.
2. La presión diferencial: es la diferencia ente la presión principal y la presión de la línea de retorno.

Figura 30. Presión diferencial

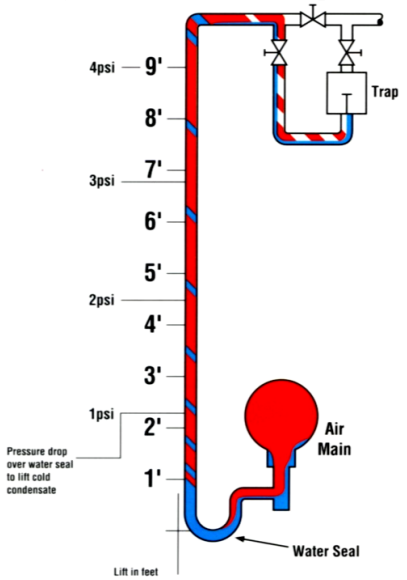


Cuando la planta está operando a toda su capacidad, la presión a la entrada de la trampa puede ser más baja que la presión del sistema y la presión en el retorno puede estar por encima de la presión atmosférica.

Si el diferencial de operación es de al menos del 80% de la presión diferencial máxima, se puede utilizar la presión diferencial máxima en la selección de las trampas.

3. Máxima presión disponible: la trampa debe ser capaz de soportar la presión del sistema o presión de diseño. Por ejemplo, la presión en la entrada de la trampa es de 150 psig[5] (10.34 bar) y la presión de la línea de retorno es de 15 psig (1.03 bar). La presión diferencial es de 135 psig (9.31 bar), sin embargo, la trampa debe ser capaz de soportar 150 psig.

Figuras 31. Caída de presión



Muestra la caída de presión por cada pie de elevación en la tubería.

2.7.3.6 Factores que afectan la presión diferencial.

La presión de entrada puede ser:

- La presión principal de la red.
- Presión regulada por una válvula.

La presión de descarga puede ser:

- La presión atmosférica.
- Por debajo de la atmosférica (vacío).
- Por encima de la atmosférica debido a:
  - ❖ Fricción en la tubería.
  - ❖ Elevación de líquido. Cada 2 pies (0.61 m) de elevación reduce la presión diferencial en aproximadamente 1 psi (0.069 bar), cuando la descarga es únicamente líquido.

[5] psig: libras por pulgada cuadrada manométricas

2.7.3.7 Consideraciones especiales

- *Alta presión*. Los mecanismos de muelle permiten a las trampas tipo flotador operar a presiones por encima de 1000 psi (68.95 bar).
- *Otros fluidos.* Fluidos con gravedades específicas menores a 0.5, trabajarán con trampas tipo flotador.
- *Materiales de construcción.* Se debe tomar en cuenta el ambiente donde trabajarán las trampas, existen trampas hechas de acero inoxidable o en otros materiales resistentes a la corrosión.
- Gases. Se deben utilizar materiales especiales para gases como sulfitos de hidrógeno.
- *Capacidad para altas tasas de flujo.* Las trampas de gran capacidad permiten a las trampas de flotador ser usadas para capacidades arriba de los 700,000 lb/hr (317,514.66 Kg/hr).
- *Doble gravedad.* Trampas tipo flotador pueden ser modificadas para drenar un líquido más pesado de otro más liviano.

2.7.3.8 ¿Cómo drenar sistemas de distribución de aire?

Los sistemas de distribución de aire constituyen el eslabón vital entre los compresores y la inmensa cantidad de herramientas que utilizan dicho aire. Ellos representan el método por el cual el aire es transportado a todas las partes de la planta para realizar funciones específicas.

Los tres elementos principales de una red de distribución son: línea principal, líneas secundarias y líneas de distribución. Cada una de las líneas junto con los separadores y trampas contribuyen a una eficiente utilización del aire.

Todos los sistemas de aire comprimido tienen como común denominador la necesidad de eliminar el condensado por medio de un sistema de drenaje. Estos drenajes se proporcionan para:

- Permitir al condensado escapar por gravedad de la masa de aire.
- Almacenar el líquido hasta alcanzar la presión diferencial para que pueda ser eliminado por las trampas.

- Servir como almacenamiento para la suciedad y demás partículas que se acumularán en el sistema de distribución.

Figura 32. Líquido escapando de la masa de aire.

Las líneas principales necesitan mantenerse libres de condensado para mantener a los equipos trabajando apropiadamente. Una inadecuada evacuación del condensado a menudo resulta en golpes de arietes que pueden dañar las válvulas y otros equipos más delicados.

Figura 33. Varias disposiciones de trampas en la línea

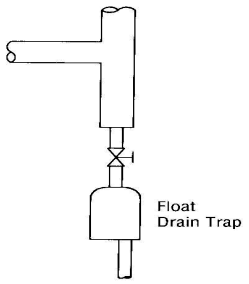


Figura 33-1

Trampa *Tipo Flotador* instalada directamente en la línea.

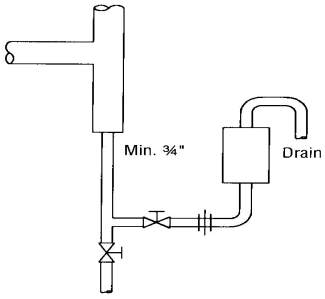


Figura 33-2

Trampa de *Balde Invertido* instalada en la línea de aire comprimido contaminado por aceite.

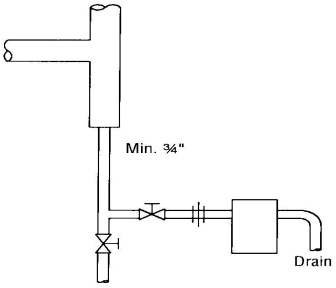


Figura 33-3

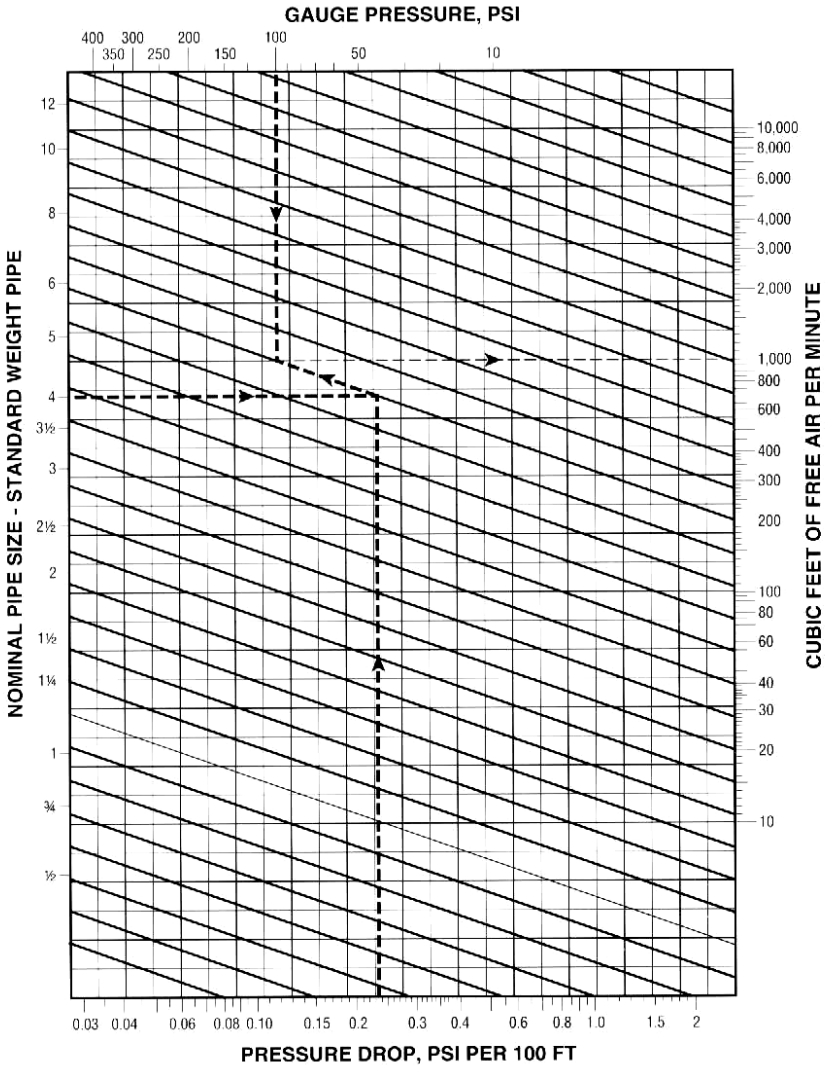
Trampa de *Balde Invertido* instalada en la línea de aire comprimido contaminado por aceite.

2.7.3.9 Selección de trampas y factor de seguridad.

Las trampas deben se seleccionadas para descargar un volumen de líquido, normalmente producido cuando el sistema está funcionando. La carga de condensado puede ser estimada si el flujo de volumen real de CF[6]M o de aire no se conoce. Si son posibles bajas temperaturas, el punto de rocío en la presión de suministro puede ser determinado. Una vez determinado este máximo, el factor de seguridad usado para determinar el tamaño de la trampa será del 10% de la carga total de condensado.

Si el flujo actual no se conoce puede ser estimado usando la Tabla siguiente:

Tabla 15. Caída de presión en tuberías de aire comprimido

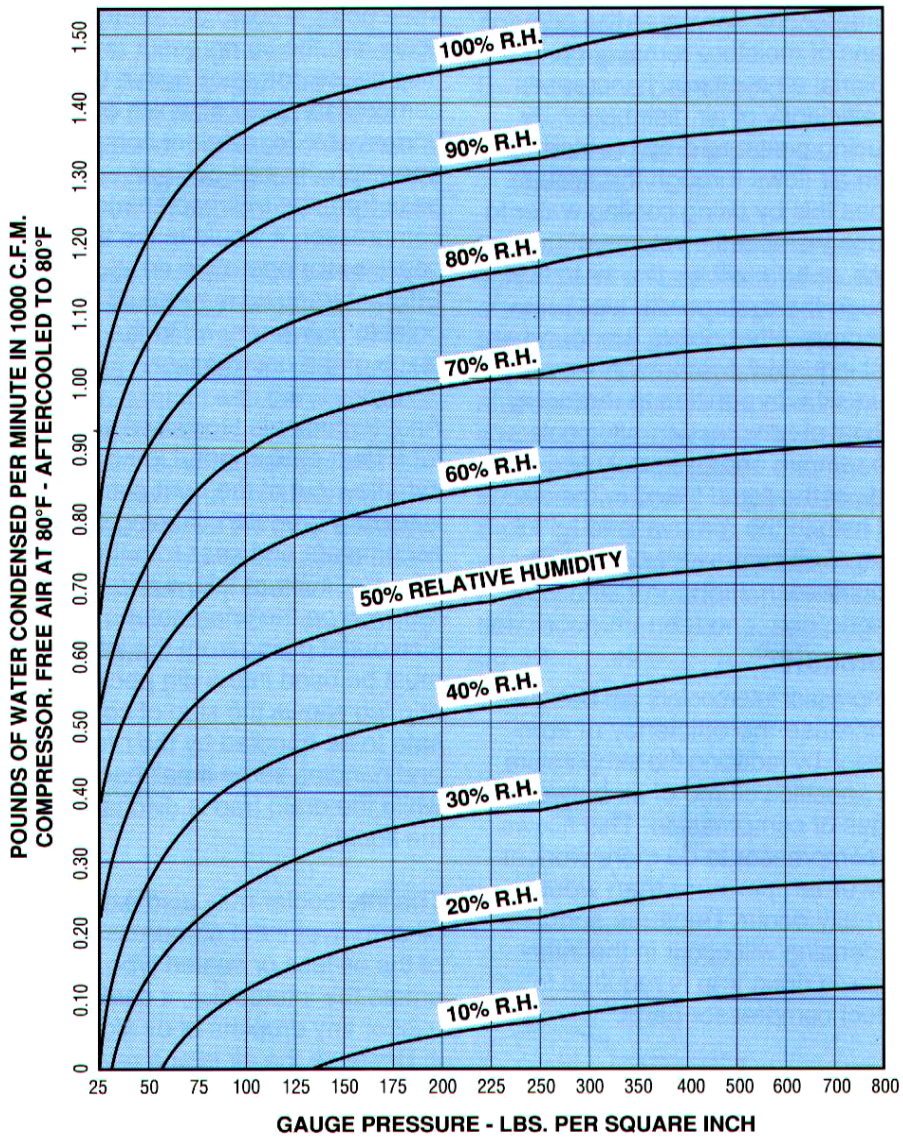


[6] CFM: Cubic Feet Minute (Pies Cúbicos por Minuto)

Por ejemplo, asumiendo una caída de presión de 0.25 psi (0.017 bar) por cada 100 pies (30.48 m) y una presión de 100 psig en una tubería de 4", se puede ver que, aproximadamente, existen 1,000 CFM (28.32 m^3/min) de aire libre por minuto fluyendo por la línea.

Ahora bien, lo siguiente que se necesita saber es cuánto condensado se producirá. Con la ayuda de la tabla 16, sabiendo cuál es la presión de trabajo y la humedad relativa, se determina la cantidad de condensado.

Gráfico 2. Producción de condensado para 1,000 CFM (28.32 m^3/min)



Nota: La cantidad de condenado es directamente proporcional la capacidad del compresor, por ejemplo, para 500 CFM, multiplique la cantidad de condensado determinada por 0.5; para 200 CFM multiplique por 0.2, y así sucesivamente.

Se supone una humedad relativa (HR) de 90%, con una presión de 100 psig (6.9 bar), la cantidad de condensado que se producirá será de 1.2 lb/min (0.54 Kg/min) para un flujo de 1,000 CFM. Se multiplica este valor por 60 para convertir los minutos a horas, lo que nos da 72 lb/hr (32.40 Kg/hr) de condensado. Se multiplica por el 10% y tenemos la carga que debe ser capaz de manejar la trampa, 7.2 lb/hr (3.24 Kg/hr).

En caso que la temperatura del aire comprimido no sea de 80ºF (26.6ºC), el valor se debe corregir.

Tabla 16. Factor de corrección para la temperatura

For lbs water condensed at temperatures other than 80°F, find wt condensed at 80°F and multipy by factors shown.							
°F	Factor	°F	Factor	°F	Factor	°F	Factor
10	.070	50	.373	100	1.81	140	5.15
20	.112	60	.525	110	2.39	150	6.52
30	.176	70	.729	120	3.12	160	8.19
40	.259	90	1.35	130	4.02	170	10.2

El procedimiento anterior nos permite calcular y seleccionar una trampa de aire para la red de aire comprimido. En la tabla siguiente se muestra los resultados obtenidos siguiendo el procedimiento anterior.

Tabla 17. Determinación de condensado a eliminar.

Tramo	Q_D	CFM	%	lb/min	F conversión (lb/min)	lb/hr	Kg/hr	Cond eliminar (Kg/hr)
PRIN	34,71	1225,70	1,23	1,53	2,07	124,10	56,41	5,64
A-A1	30,38	1072,80	1,07	1,34	1,81	108,62	49,37	4,94
A1-K	15,09	532,89	0,53	0,67	0,90	53,96	24,53	2,45
J-J1	1,30	45,90	0,05	0,06	0,08	4,65	2,11	0,21
A1-C	15,29	539,90	0,54	0,67	0,91	54,66	24,85	2,48
C-C1	2,52	88,99	0,09	0,11	0,15	9,01	4,10	0,41
C-B	8,68	306,50	0,31	0,38	0,52	31,03	14,11	1,41
C1-C2	2,07	73,10	0,07	0,09	0,12	7,40	3,36	0,34
C2-I	1,30	45,90	0,05	0,06	0,08	4,65	2,11	0,21
C1-G	1,95	68,80	0,07	0,09	0,12	6,97	3,17	0,32
C2-H	1,95	68,80	0,07	0,09	0,12	6,97	3,17	0,32
A-A2	7,07	249,60	0,25	0,31	0,42	25,27	11,49	1,15
A2-D	1,82	64,20	0,06	0,08	0,11	6,50	2,95	0,30
A2-A3	5,25	185,40	0,19	0,23	0,31	18,77	8,53	0,85
A3-A4	3,43	121,10	0,12	0,15	0,20	12,26	5,57	0,56
A4-F	2,00	70,60	0,07	0,09	0,12	7,15	3,25	0,32
A4-E2	1,43	50,50	0,05	0,06	0,09	5,11	2,32	0,23
A3-E1	1,82	64,30	0,06	0,08	0,11	6,51	2,96	0,30

Los m^3/min del caudal de diseño fueron convertidos a CFM para utilizar la tabla 16 y determinar el condensado producido. El gráfico 2 está basado en 1000 CFM, por lo que es necesario calcular el factor que le corresponde a cada tramo tomando como base 1000 CFM. Por ejemplo en el tramo A-A1 viajan 1072.80 CFM, este valor es 1.07 más grande. Según el gráfico se producen 1.25 lb/min de agua a una presión de 100 psi y con 90% humedad relativa, éste valor se multiplica por 1.07 para obtener el valor

$$1.25 * 1.07 = 1.53 lb / \min$$

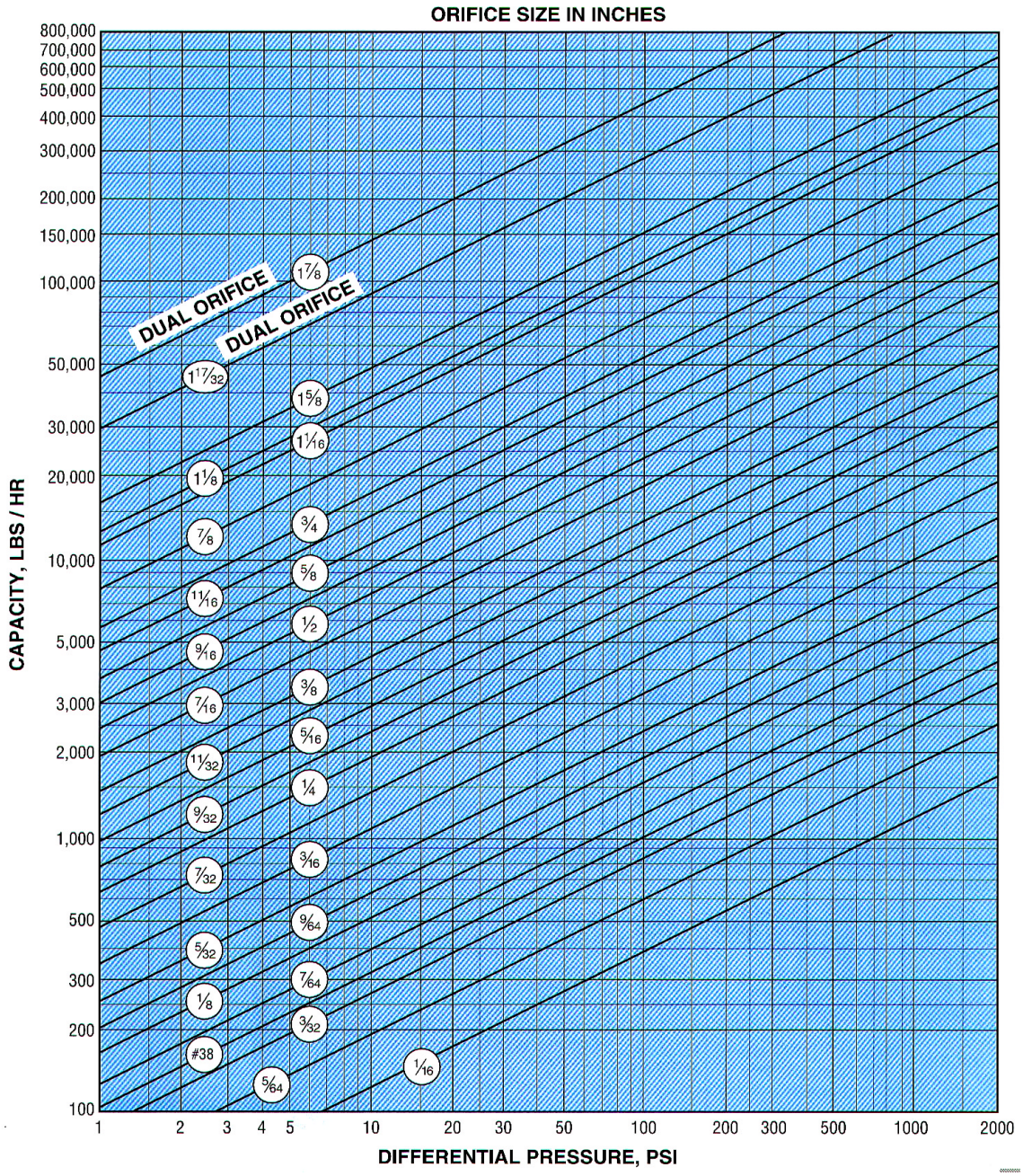
Sin embargo, la temperatura no es de 80ºF (26.66ºC), si no de 90ºF (32.2ºC). Con los factores de conversión de la tabla 16, obtenemos el valor real

$$1.53 * 1.35 = 2.07 lb / \min$$

56.41 Kg/h es lo que se produce de condensado. La trampa debe eliminar el 10% , por lo que nuestra trampa debe ser capaz de eliminar 5.46 Kg/h.

Utilizando el gráfico siguiente y conociendo la presión diferencial y la carga de condensado a eliminar determinamos el tamaño del orificio.

Gráfico 3. Tamaño de orificio.



La presión diferencial para nuestro sistema es de $9.46B - 1.012B = 8.45B = 122.5 psi$. Se ve aplica un factor de seguridad de 2, por o tanto la carga de condensado es de

$$124.1 * 2 = 248.2 lb/h$$

Para esa carga y con 122.5 psi, el orificio es de 1/16".

No existen trampas de balde invertido con ese tamaño de orificio, como se aprecia en la tabla del anexo 4. El tamaño más pequeño es el #38. El modelo 800 BVSW tiene una presión de trabajo de 150 psi, por lo que la trampa seleccionada es ésta. La misma trampa se recomienda en la línea que va hacia el equipo de sandblast.

Con el mismo procedimiento se determinaron las demás trampas. Para la línea que va hacia Chasis se utilizará una trampa tipo flotador, con un orificio de 5/64, modelo 1-LD (ver anexo 4 para especificaciones).

En la línea del taller de estructura se utilizará una trampa tipo pivote, con un tamaño de orificio de 1/16 y el modelo 21 (ver anexo 4 para especificaciones).

2.7.3.10 Instalación de trampas

Bajantes. Todas las líneas principales deberían utilizar bajantes y trampas en los sitios más bajos o puntos de drenaje natural tales como finales de línea, antes de conjuntos de expansión, antes de válvulas y reguladores.

Donde no existen puntos de drenaje natural, los bajantes y trampas deberían estar provistos. Las trampas y bajantes deberían estar instalados cada 500 pies (152.4 m) de tubería.

2.8 Memoria de Cálculo

2.8.1 Consumo de la gata neumática

Las gatas usadas en el taller de Chasis son de alta presión marca ***LINCOLN***, constan de dos cilindros y son de doble efecto, para la determinación del consumo se utilizó la fórmula:

$$Q = 2 * (s * n * q)$$

Q: consumo de aire total en litros * minutos

q: consumo de aire por cm de carrera en l / min

s: carrera en centímetros

n: número de carreras por minuto

Figura 34. Gata neumática marca LINCOLN.

Gata empleada en el taller de Chasis para la reparación de la suspensión de los chasis.

El valor de q fue obtenido de la tabla 2 del folleto Cálculo de tuberías para aire comprimido (ver Tabla 18), la cual nos dice que para un diámetro de 25 mm y 8 bar el consumo en litros por cm de carrera del cilindro es de 0.0430.

Para obtener el valor de s se procedió a ver las especificaciones de la gata, en el manual.

$$q = 0.4030\frac{l}{cm};\ s = 100cm;\ n = 1\frac{carrera}{\min}$$

$$Q = 100 * 0.0430 * 1 * 2 * 8 * 2$$

$$Q = 137.6\frac{l}{\min} = 0.138\frac{m^3}{\min}$$

Tabla 18. Consumo de aire para cilindros neumáticos

Diametro del cilindro(mm)	Presion de trabajo en Bares												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Consumo de aire en litros por cm de carrera del cilindro												
6	0,0005	0,0008	0,0011	0,0014	0,0016	0,0019	0,0022	0,0025	0,0027	0,0030	0,0033	0,0036	0,0038
12	0,0020	0,0030	0,0040	0,0060	0,0070	0,0080	0,0090	0,0100	0,0110	0,0120	0,0130	0,0140	0,0150
16	0,0040	0,0060	0,0080	0,0100	0,0110	0,0140	0,0160	0,0180	0,0200	0,0220	0,0240	0,0260	0,0280
25	0,0100	0,0140	0,0190	0,0240	0,0290	0,0330	0,0380	0,0430	0,0480	0,0520	0,0570	0,0620	0,0670
35	0,0190	0,0280	0,0380	0,0470	0,0560	0,0660	0,0750	0,0840	0,0930	0,1030	0,1120	0,1210	0,1310
40	0,0250	0,0370	0,0490	0,0610	0,0730	0,0850	0,0970	0,1100	0,1220	0,1350	0,1460	0,1570	0,1710
50	0,0390	0,0580	0,0770	0,0960	0,1150	0,1340	0,1530	0,1720	0,1910	0,2100	0,2290	0,2480	0,2670
70	0,0760	0,1130	0,1500	0,1870	0,2250	0,2620	0,2990	0,3350	0,3740	0,4110	0,4480	0,4850	0,5230
100	0,1550	0,2310	0,3070	0,3830	0,4590	0,5350	0,6110	0,6870	0,7630	0,8390	0,9150	0,9910	1,0670
140	0,3030	0,4520	0,6010	0,7500	0,8990	1,0480	1,1970	1,3460	1,4950	1,6440	1,7930	1,9420	2,0910
200	0,6180	0,9230	1,2270	1,5310	1,8350	2,1390	2,4430	2,7470	3,0520	3,3560	3,6600	3,9640	4,2680
250	0,9660	1,4410	1,9160	2,3920	2,8670	3,3420	3,8170	4,2920	4,7680	5,2430	5,7180	6,1930	6,6680

Debido a que siempre hay en funcionamiento diversas herramientas, en los diferentes talleres y áreas, es muy laborioso determinar los coeficientes de utilización para cada herramienta. El coeficiente de simultaneidad es el promedio de los coeficientes de utilización de cada una de las herramientas.

Tabla 19. Coeficientes de simultaneidad

Planta	coef
Fundiciones	55 a 60%
Talleres mecánicos	40 a 45%
Talleres de servicio	35 a 40%
Astilleros	50 a 60%
Construcciones metálicas	45 a 50%
Construcciones varias	20 a 25%

El coeficiente a emplear será el de talleres mecánico (40% - 45%) y el de talleres de servicio (35% - 40%).

También para la determinación del caudal de diseño se empleó la fórmula siguiente

$$k = \frac{1}{\sqrt{\#herramientas - 1}}$$

El coeficiente k, es un estimado de la probabilidad de que todas las herramientas del mismo tipo que existen trabajen al mismo tiempo.

Para determinar la presión de Trabajo para cada herramienta se consultaron catálogos de los fabricantes así como también se acudió a los técnicos que operan las herramientas.

El cálculo de tuberías principales, secundarias y terciarias se basó en el procedimiento empleado en el folleto: **Cálculo de tuberías para aire comprimido** elaborado por el Ing. Juan Rojas Vargas. Además permitió calcular las pérdidas por caídas de presión en cada tramo y calcular el volumen del tanque de almacenamiento.

La fórmula para la determinar el diámetro

$$D = \sqrt{\frac{Q_D(l/\min)*100}{4.71*P*V(m/s)}}$$

La caída de presión fue estimada mediante la fórmula

$$\Delta P = \frac{\beta * Q_D{}^2 * 15.2 * L}{\mathrm{T} * D^5 * P}$$

Para determinar el caudal de diseño se emplea la fórmula

$$Q_D = Q_{MAX} * ff + Q_{MAX} * fa + Q_{MAX}$$

donde:

ff: factor de fugas.

fa: factor de ampliación.

El tanque de almacenamiento fue calculado mediante la fórmula

$$Vol(litros) = HP * 75$$

El compresor no cuenta con un flujómetro para medir el caudal o consumo total del predio, por lo que se utilizó la prueba *Tiempo de Carga y Descarga*, para determinar el consumo real del predio.

Para cuantificar las pérdidas por fugas se utilizó la misma prueba empleada para calcular el consumo total del predio, se escogió el compresor de tornillo de mayor capacidad. Estos tiempos van a servir para calcular el volumen de aire que se entrega a la tubería y, a su vez, mediante fórmulas sencillas calcular el caudal o demanda de fugas que exige el sistema.

CAPÍTULO 3

MANUAL PARA SUPERVISORES DE REFRIGERACIÓN

3.1 Objetivo general

- Formular un modelo para la supervisión orientado hacia el control y administración de los procesos de mantenimiento y reparación en el Área de Refrigeración.

3.2 Objetivos específicos

- Asegurar un uso efectivo del tiempo destinado a las labores técnicas.
- Elaborar con un modelo para la inducción de los supervisores nuevos.
- Estandarizar las labores que realizan los supervisores en sus jornadas.

3.3 Metodología empleada

- Para la elaboración de este modelo se procedió a realizar inspecciones diarias en la yarda, con el objetivo de observar las labores que realizan los supervisores.
- Reuniones con los jefes involucrados en el proceso:
  - ✓ Superintendente de Mantenimiento, Sr. Carlos Víquez.
  - ✓ Superintendente de Calidad, MBA. Carlos Brenes.
  - ✓ Supervisora de Planificación de Procesos de Mantenimiento, Ing. Gabriela Chinchilla.
- Análisis del perfil del puesto el supervisor de refrigeración. Para ello se acudió al Departamento de Recursos Humanos de la Compañía.
- Descripción del flujo del proceso al que son sometidos los contenedores.
- Investigar la terminología empleada en los mercados para los daños en los contenedores los cuales se clasifican diferentes dependiendo del destino.
- Visitas a los barcos con el fin de ampliar el panorama del proceso y la manera en que son enfrentados los problemas.
- Entrevistas con cada uno de los tres supervisores del Área de Refrigeración, en la cual cada uno se refirió a la labor que realizaba diariamente.
- Corroboración de la información suministrada, para lo cual se verificó en la jornada laboral con cada uno de los supervisores, tiempo en el cual se tomaron notas y observaciones de cómo realizaban su labor. Se le dio énfasis a la supervisión técnica.
- Análisis de la información recopilada con ayuda de las personas a cargo de los procesos.

3.4 Descripción del proceso

Figura 35. Grúa colocando contenedores en cabezales.

En la actualidad, la operación de Chiquita Brands International se lleva a cabo en Costa Rica mediante la Compañía Bananera Atlántica Limitada (COBAL) y sus fincas afiliadas, quienes se encargan de la producción y exportación semanal de frutas frescas.

Figura 36. Palomar

La compañía COBAL exporta alrededor de 700 contenedores por semana a los Estados Unidos y Europa, principalmente. Dentro de los contenedores se transporta banano de distintas clases y calidades, y a su vez también transportan otros productos a otras empresas y compañías.

La compañía maneja contenedores de 43 pies y 40 pies, todos refrigerados. Es por ello, que requieren una constante revisión y mantenimiento por parte de los técnicos, ya que los productos que transportan necesitan mantenerse refrigerados todo el tiempo.

Figura 37. Toploader estibando contenedores.

La secuencia lógica que siguen los contenedores es la siguiente.

Los contenedores llegan en barcos, usualmente de la compañía, hasta el Puerto, ya sea Moín o Puerto Alemán en Limón centro. De ahí son llevados en chasis al Predio por cabezales. Una vez en el sitio son divididos, los que vienen cargados con otros productos o

bienes (Liner) son estibados por los Toploaders en un área ya definida. Los que llegan vacíos pasan por una revisión de la estructura en el área conocida como *Palomar*.

Figura 38. Contenedores estibados en la yarda

En Palomar existe una casetilla que se encuentra a unos 4 a 5 metros de altura, desde donde los técnicos revisan el techo del contenedor. En el mismo lugar pero a nivel del suelo existe personal encargado de revisar las paredes, kazoos[7], frames, los crossmembers, bottom riel y top riel, puertas y el interior. Una vez que ha finalizado la inspección se levanta un listado de daños por contenedor, en caso de haberlos. Al finalizar la revisión son ubicados en las distintas estibas de la Yarda en espera de que sean inspeccionados por los técnicos de refrigeración.

[7] Drenaje del contenedor.

3.4.1 Proceso del Área de Refrigeración

Figura 39. Técnico pre-viajando en yarda.

El Departamento de Refrigeración recibe el listado del Supervisor de Yarda, al inicio de cada jornada laboral con la distribuyen el trabajo entre los técnicos de refrigeración, basados en la lista entregada previamente.

Los contenedores reciben tres estatus: verdes, rojos o verde-blancos.

Figura 40. Contenedor Verde-blanco

Verde: indica que el contenedor ha sido pre-viajado o reparado y que está en perfectas condiciones. Debe tener el visto bueno de Estructura, si cumple los requisitos es despachado a finca.

Rojo: indica que el contenedor tiene un daño serio en la unidad de refrigeración, y requiere ser reparado.

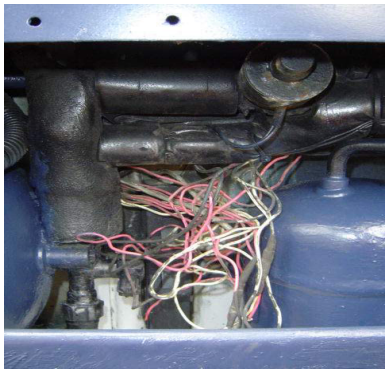
Verde-blanco: indica que la unidad de refrigeración se encuentra en perfectas condiciones, pero posee daños estructurales que necesitan ser reparados.

Si están verdes se les pega una calcomanía, en la cual se anota: el nombre del técnico que realizó el pre-viaje o reparación, la fecha, el lugar donde se realizó, en este caso Limón y un OK.

Los técnicos de refrigeración realizan tres procesos: Pre-viaje de contenedores, Mantenimiento Preventivo (PM[8]) y Reparaciones a contenedores.

[8] PM: Preventive Maintenance.

Figura 41. Estado de cables y aislamiento



Los Pre-viajes y los PMs son dos procedimientos de diagnóstico y reparaciones menores. Existe la posibilidad que un contenedor después de ser pre-viajado o después de un PM no necesite ser reparado. En el caso de los contenedores que recibieron PM, y salieron verdes son pre-viajados posteriormente.

Los contenedores que se encuentran rojos se clasifican en tres categorías: A, B y C. Las siglas representan la cantidad de tiempo que requiere cada unidad de refrigeración para su reparación. Por ejemplo, un contenedor rojo con daño C, requiere más de cuatro horas para alcanzar el estatus verde. Ejemplo un cambio de evaporador o condensador, o múltiples daños que sumen más de cuatro horas. Los tiempos para cada reparación están definidos por la empresa y se les llama *tiempo estándar*.

Un Pre-viaje es un procedimiento (en el anexo 5 se muestra la hoja con la que los técnicos inspeccionan las unidades) cuyo objetivo es inspeccionar la unidad de refrigeración para ser despachado a las distintas fincas. Consta de dos etapas: un pre-viaje automático que es realizado por el controlador de la unidad, éste buscará errores de lecturas en sensores, el estado del Datacorder[9], válvulas solenoide de succion (ssv), válvula solenoide de modulación (smv), entre otros. La segunda etapa le corresponde al técnico (pre-viaje manual), en el cual se revisará el estado físico de los distintos elementos, cables de las válvulas, estado de los empates[10], cantidad de empates, estado del aislamiento de la tubería de succión, entre otros. Si un contenedor después de ser pre-viajado posee daños serios en la unidad de refrigeración, es reportado como dañado al Supervisor de Refrigeración de turno, éste lo reportará como rojo y le adjudicará una categoría, dependiendo del reporte del técnico que realizó el Pre-viaje.

[9] Es el encargado de guardar la información que recoge el Controlador, para su posterior análisis.
[10] Empate corresponde a la unión entre dos cables.

Figura 42. Aislamiento de tubería de succión dañada.

Un Mantenimiento Preventivo (PM) (en el anexo 6 se muestra la hoja con la que los técnicos inspeccionan las unidades) se realiza una vez al año. Es un procedimiento de diagnóstico más complejo y elaborado que el PT[11], cabe destacar que si el contenedor que está recibiendo el PM posee daños, el técnico lo reporta, no lo repara. La reparación de la unidad viene después de que ésta es pre-viajada y reportada como roja. Una vez terminada la inspección de PM, el supervisor en turno pegará una calcomanía verde en la esquina superior derecha del contenedor. Los técnicos asignados para realizar PMs son únicamente cuatro. Cada seis meses se escogen a otros cuatro que reemplazarán a los anteriores. Éstos últimos pasarán a realizar PTs y reparaciones.

Figura 43. Fotografía de la calcomanía empleada para PM.

El supervisor reporta el estatus de los contenedores que fueron pre-viajados, que necesitan reparación, las reparaciones que quedaron inconclusas así como la lista de contadores en estatus rojo al supervisor del turno siguiente.

Figura 44. Contendores estibados en la Yarda

El supervisor de la Yarda levanta un inventario diario de los contenedores vacíos llegados recientemente y de los que llevan varios días inactivos. Luego la lista es enviada a los Supervisores de Estructura y Refrigeración.

Una vez que han sido reparados son

[11] Por sus siglas en inglés para el Pre-viaje (Pre Trip).

despachados a finca, en donde se cargan con banano y regresan al Predio para su conexión, para finalmente ser exportados a los distintos consumidores.

3.5 Situación actual.

La empresa actualmente cuenta con indicadores en diferentes etapas de la cadena de suministro que se utilizan para medir la calidad en la ejecución de los procesos de mantenimiento y reparación de los contenedores. Estos indicadores son principalmente de 3 tipos: reproceso, "malfunctions" y fruta dañada. A continuación se muestra la situación del Departamento de Mantenimiento y Reparación, y fundamentalmente del Área de Refrigeración, a partir de estos indicadores. Para ello, la información que se presenta se basa en el análisis efectuado de los reportes de calidad de la empresa, para las semanas 1 a 40 del año 2003.

Reproceso

Cuando un contenedor se encuentra en estado verde es despachado a finca, para cumplir con la corta diaria y evitar la pérdida de la fruta. El contenedor debe regresar al predio para ser conectado. Si durante su permanencia en la yarda cargado con fruta se le detectan fallas que afectan su operación normal, deberá ser reparado nuevamente, a esto se le considera un reproceso. Todo contenedor debe estar en perfectas condiciones antes de abandonar el país.

Los reportes de reprocesos se realizan en el predio. Dichos reportes los generan los Técnicos de Fruta. Ellos se encargan de velar por el buen funcionamiento de las unidades de refrigeración, que se encuentran conectadas en la Yarda, en caso de existir algún problema se reporta al Supervisor de Refrigeración en turno. Sin embargo, los reprocesos no sólo se dan en el predio. Si a un contenedor que se encuentra en las bodegas o cubiertas del barco, se le detecta una falla, antes de que el barco zarpe, se considera también un reproceso. La incidencia de reprocesos en los barcos es alta. La mayor ocurrencia de daños se da en las bodegas, específicamente en las bodegas 2 y 7. Para descartar la posibilidad de que en el barco existan anomalías que produzcan el mal funcionamiento de las unidades de refrigeración, se realizaron mediciones de los parámetros más importantes. Por ejemplo, la temperatura del agua de suministro en las bodegas. En la bodega el condensador de tiro inducido es desconectado en forma manual o automáticamente por la unidad. El voltaje, las temperaturas del aire en los cinco

niveles de las bodegas, las temperaturas en los paneles de control de la unidad de refrigeración, son otros parámetros que se midieron.

Figura 45. Medición de parámetros dentro de las Bodegas.

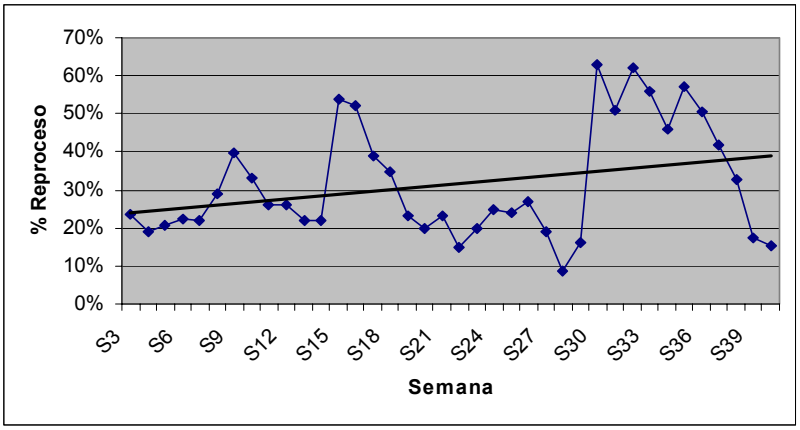
En la fotografía se observa un flujómetro, en el que se mide el caudal, la presión del agua y la temperatura del agua en forma análoga. A la derecha se observa un termómetro digital, funciona con termocuplas tipo K. Éste termómetro realiza dos mediciones al mismo tiempo, la entrada uno se usa para determinar la temperatura del panel y ambiente, la entrada dos tiene una termocupla para inmersión en líquidos, es usada para medir la temperatura del agua de retorno en el WCC[12]. El WCC cumple dos funciones, la primera es para condensar el refrigerante mediante el uso de agua y funciona como tanque recibidor de refrigerante.

Los resultados hasta el momento han sido normales, a excepción del agua de suministro, que algunas veces es alta. Este procedimiento ya forma parte de la operación normal de embarque, es solicitada por el Departamento de Calidad y es ejecutado por los técnicos de refrigeración que se encuentran a bordo.

El reproceso dentro del Predio, se muestra en el gráfico 1, que comprende desde la semana 3 hasta la semana 40 del 2003.

[12] WCC: Water Condenser Container.

Gráfico 4. Porcentaje de Reproceso Semanal (Año 2003).



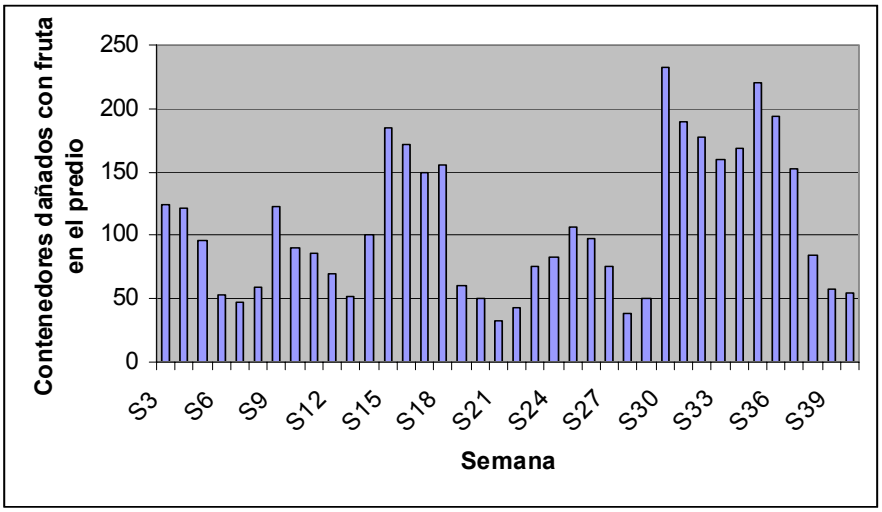
Fuente: Información suministrada por la empresa.

De esta manera, se observa que existe una tendencia a la alza, y hay semanas en que el reproceso ha alcanzado el 65% del total de contenedores exportados. Además, es importante resaltar se observa que, la mayoría de las semanas, el porcentaje de contenedores reprocesados se encuentra por arriba del 20%, y a través del año 2003 el promedio del reproceso fue de un 30%.

El grafico 5, complementa lo anterior y refleja la cantidad semanal de contenedores con fruta que se detectan dañados dentro del Predio, después de que han sido cargados con fruta en las fincas y que sus sistemas de refrigeración han sido conectados a las fuentes de alimentación dentro del predio.

Este gráfico es más representativo si lo comparamos con el total de contenedores exportados.

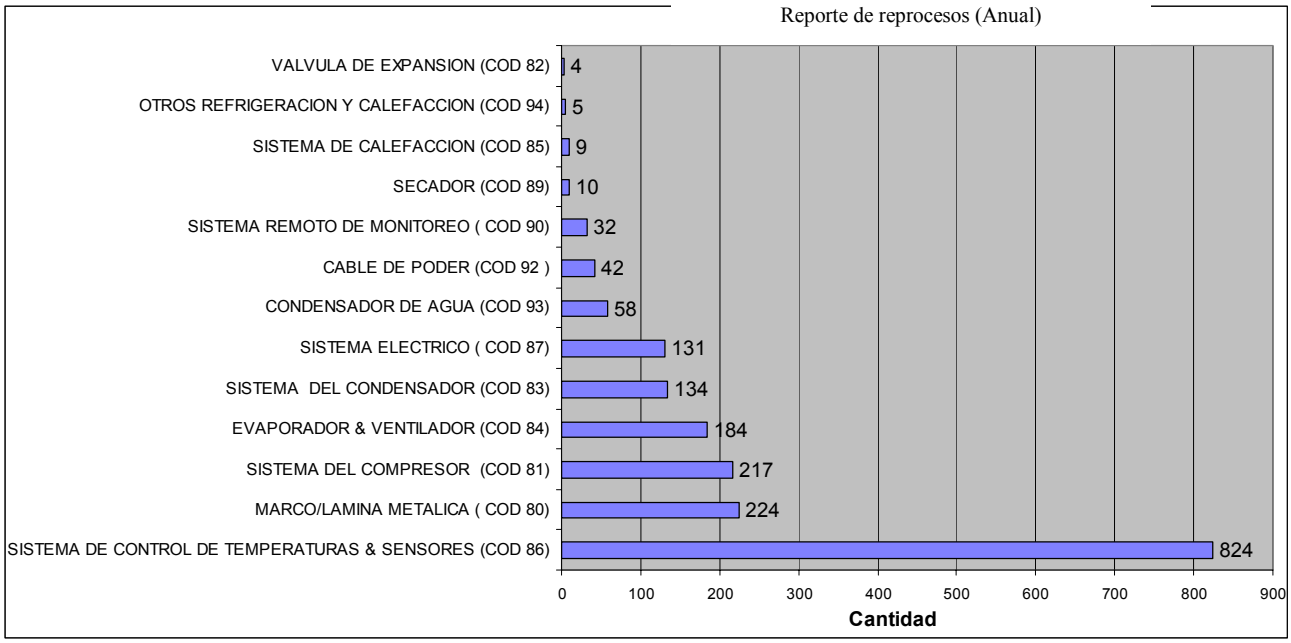
Gráfico 5. Contenedores dañados con fruta dentro del Predio (2003)



Fuente: Información suministrada por la empresa.

Se observa que la cantidad de contenedores que reportaron daños mientras estuvieron cargados con fruta en el Predio se mantuvo arriba de los 50 contenedores, incluso en algunas semanas llegó a superar los 200 contenedores.

Gráfico 6. Acumulado anual (2004)



Fuente: Departamento de Planificación en Procesos de Mantenimiento.

El gráfico anterior es el reporte de los reprocesos desde la semana 1 hasta la 19 del año en curso. Como se aprecia todos los daños se refieren a la unidad de refrigeración. Se observa que la mayor cantidad de reprocesos tiene que ver con los sensores de control de temperaturas de la unidad de refrigeración.

Tabla 20. Contenedores dañados y reparados a la fecha (2004)

Semana	Cont.Dañ.Fruta 40RF	43RF	Total	Cont.Reparados 40RF	43RF	Tot.Rep Semanal	Porcentaje
1			**0**	18	5	**23**	
2	40	31	**71**	75	28	**103**	69%
3	66	28	**94**	54	57	**111**	85%
4	58	17	**75**	45	38	**83**	90%
5	70	14	**84**	102	112	**214**	39%
6	56	12	**68**	159	140	**299**	23%
7	48	26	**74**	119	104	**223**	33%
8	78	33	**111**	138	116	**254**	44%
9	56	16	**72**	124	113	**237**	30%
10	58	10	**68**	170	145	**315**	22%
11	88	21	**109**	222	84	**306**	36%
12	81	8	**89**	194	79	**273**	33%
13	98	24	**122**	278	174	**452**	27%
14	85	13	**98**	126	88	**214**	46%
15	75	15	**90**	65	55	**120**	75%
16	49	12	**61**	160	119	**279**	22%
17	56	10	**66**	199	78	**277**	24%
18	58	19	**77**	186	115	**301**	26%
19	91	19	**110**	229	91	**320**	34%

Fuente: Departamento de Planificación en Procesos de Mantenimiento.

La tabla anterior nos muestra la cantidad de contenedores de 40 o 43 pies que son reparados por semana. Se observa que los contenedores de 40 pies son los que más mantenimiento correctivo requieren.

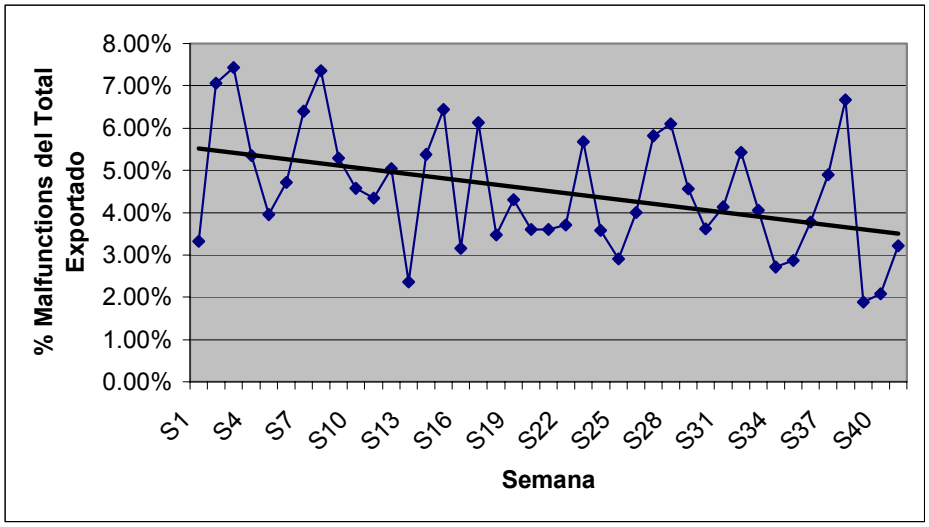
Contenedores Dañados en Exportaciones a Estados Unidos ("Malfunctions")

Otro indicador que tiene la empresa es el de "malfunctions"[13]. En él se indican los contenedores a los que se les detectaron daños durante el proceso de traslado hacia los clientes o que llegaron en condiciones no adecuadas a su destino. Para la generación de estos informes, la Compañía tiene parámetros y procedimientos definidos, donde se le asigna la responsabilidad de los daños al departamento involucrado en el proceso que lo afecta directamente.

Dentro de estos departamentos destacan logística, mantenimiento y reparación, transporte, entre otros.

El gráfico 7 muestra el porcentaje de contenedores reportados como "malfunctions" respecto al total semanal de contenedores exportados a Estados Unidos.

Gráfico 7. Porcentaje semanal "malfunctions" (exportaciones a EUA 2003)



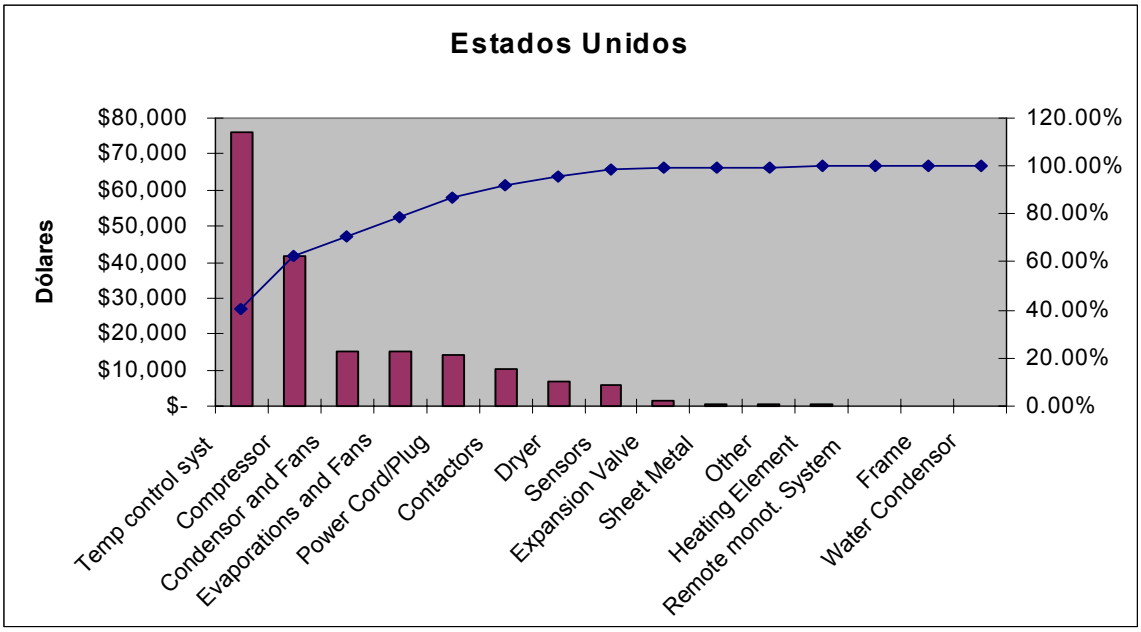
Fuente: Reporte de "malfunctions" en exportaciones a Estados Unidos.

El promedio a través del año se encuentra alrededor del 4.5 %, y a pesar de que el gráfico muestra tendencia a la baja, no es de extrañar que esta situación se invierta en cualquier momento, e inclusive se produzca un nuevo pico de contenedores defectuosos, debido a la gran variabilidad observada, en que se pasa de una situación de bajo porcentaje a alto porcentaje.

[13] Reporte generado donde se indican problemas detectados a la llegada de los contenedores a su destino.

Por concepto de "malfunctions" que se presentaron en las exportaciones a EUA, durante las primeras 40 semanas del 2003, los costos asociados fueron de $187.000. Estos costos están asociados a diferentes daños en el equipo. El gráfico 8, corresponde a un diagrama de Paretto en el cual se muestran los diferentes sistemas, componentes del equipo y la implicación económica por fallas asociadas a cada uno de ellos, hasta la semana 40 del año 2003. Ésta información fue recopilada de los reportes de "malfunctions" en exportaciones a EUA.

Gráfico 8. Paretto según sistemas de las unidades de refrigeración ("Malfunctions" EEUU).



Fuente: Elaborado a partir de Reporte de "malfunctions" de exportaciones a EEUU

A partir del diagrama de Paretto anterior, se identifica que los principales sistemas que presentan fallas o "malfunctions" para el caso de las exportaciones a Estados Unidos, desde la división de Limón son:

Tabla 21. Costo asociado a fallas de los sistemas principales (EEUU)

Sistema	***Costo***
Sistema de control de temperatura	$ 76,171
Compresor	$ 41,606
Condensador y abanicos	$15,349
Evaporadores y abanicos	$15,271
Cable de potencia/ Plug	$14,103

Fuente: Grupo de Trabajo.

A partir del reporte de malfunctions para EUA durante las primeras 49 semanas del 2003, los principales componentes de cada uno de los sistemas que han presentado malfunctions, según cada uno de los sistemas son:

Sistema de control de temperatura:

- Controlador
- Display
- Teclado
- Datacorder
- Fusibles
- Baterías

Compresor:

- Motor
- Switch de alta presión (HPS)
- Bajo o alto nivel de refrigerante.
- Válvula de servicio (succión y descarga)
- Block de terminal de conexiones
- Aceite

Condensador y ventilador:

- Motor del condensador
- Serpentín

- Aspas del abanico
- Capacitor
- Válvula de alivio (PRV)
- Disco de rupturra.

Evaporador y ventilador:

- Motor del evaporador
- Abanico del evaporador
- TXV
- Válvula Quench
- Válvula moduladora de succión (SMV)
- Filtro
- Drenajes

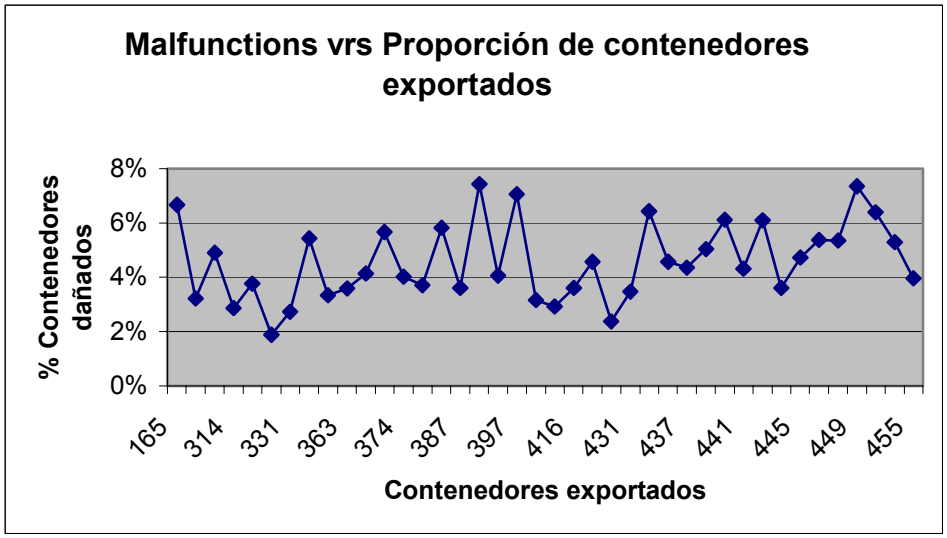
Cable de potencia / Plug:

- Cable de potencia
- Plug

Algo importante de resaltar del cuadro y la lista anterior, es que todos estos sistemas pertenecen al sistema de refrigeración, e implican $162.500, del total de $187.000 en pérdidas asociadas a equipo.

Es importante de nuevo verificar si el nivel en los malfunctions puede estar influenciado por la cantidad de contenedores exportados. Para esto, se procede a desarrollar una comparación a través de un gráfico, de porcentajes de malfunctions con la cantidad de contenedores exportados.

Gráfico 9. Contenedores dañados en el predio vrs contenedores exportados (semanas 1 - 40 2003)



Fuente: Los autores

Este gráfico da una mejor idea del comportamiento que han tenido los malfunctions en el año 2003. Al igual que en el reproceso, se puede determinar que no existe relación entre la cantidad de trabajo asignado a los técnicos con los daños que se detectan en los mercados.

Daños en Fruta

Los daños en fruta, se utilizan en la empresa fundamentalmente como un indicador de costos de no calidad. Estos daños en fruta pueden ser causante de reclamos, descuentos o rechazos. No existen datos que muestren su comportamiento en término porcentual, pero como se mostrará más adelante, sí se utiliza como indicador en términos económicos.

Desde Estados Unidos se reciben reportes de reclamos por fruta que llega defectuosa y es rechazada, o se realizan descuentos. El reporte de reclamos en fruta que abarca las 52 semanas del 2003, para el caso de contenedores exportados desde Limón se presenta a continuación:

Cuadro 4. Costo por "fruta dañada" en EEUU

Tipo de daño	Frecuencia	Costo	% Asignable a fallas de equipo	Costo por fallas de equipo
Compresor	4	$ 32,429.00	100 %	$ 32,429.00
Baja temperatura pulpa	19	$ 43,716.00	100 %	$ 43,716.00
Color	43	$ 63,424.00	30 %	$ 19,030.00
Quemada	44	$ 199,523.00	50 %	$ 99,760.00
Madura	126	$ 312,175.80	30 %	$ 93,650.00
Alta temperatura pulpa	89	$ 394,857.36	70 %	$ 276,400.00
Total	***325***	***$ 1,046,125.16***		***$ 564,985.00***

Fuente: Información suministrada por la empresa.

En el cuadro anterior se muestran diferentes problemas que pueden dar origen a los reclamos y rechazos de los contenedores en Estados Unidos, estas fallas pueden estar asociadas a problemas en las fincas, en el traslado, al equipo de refrigeración, etc. Los porcentajes de los daños asociados a equipo fueron estimados por el Gerente de Logística de la empresa, y reflejan que una gran parte de las repercusiones en fruta dañada están asociadas a equipo.

Todo lo anterior nos deja como conclusión: si se quiere que disminuyan los reprocesos, malfunctions y daños de fruta, se debe prestar más atención al trabajo realizado en el área de Refrigeración.

Los supervisores son los encargados de dar el visto bueno a los contenedores, por lo tanto, se debe centrarse en mejorar la supervisión técnica que ellos realizan. Si se logra mejorar la calidad y cantidad de tiempo que ellos dedican a su labor de supervisión, en las reparaciones, PTs y PMs, se disminuirán los niveles en los indicadores de reprocesos, malfunctions y daños de fruta.

3.6 Descripción de Actividades.

La conclusión a la que se llegó fue que la cantidad de reprocesos, malfunctions y daños de fruta es producto de una mala inspección, diagnóstico y reparación por parte de los técnicos del Departamento de Refrigeración. La pregunta que se nos vine a la mente en este momento es, ¿quién es entonces el responsable, los técnicos o los supervisores? Los técnicos son los encargados de ejecutar los procedimientos y llevar a cabo las reparaciones, por otro lado los supervisores son los encargados de velar por el cumplimiento de los procedimientos y calidad de las reparaciones.

No sería justo dejar caer la responsabilidad sobre alguno de los dos grupos, por lo que la decisión fue la dotar de mejores recursos a los supervisores y liberarlos de cargas administrativas innecesarias, con el propósito de que puedan dedicar más tiempo a la supervisión técnica, y que de esta manera puedan dar mayor instrucción a sus trabajadores y dedicar más tiempo a la revisión de los procedimientos de PTs , PMs y reparaciones.

Se procedió a revisar un documento proporcionado por el Departamento de Recursos Humano, en el cual se hace mención de las habilidades y requisitos que son necesarios para optar por una plaza de supervisor de Refrigeración. Se muestra a continuación.

Cuadro 5. Descripción del puesto de Supervisor de Refrigeración

Responsabilidades: • Supervisar las labores, calidad y eficiencia de los procesos del departamento de refrigeración. • Supervisar personal. • Planificar y organizar las labores diarias y semanales de acuerdo a las necesidades. • Manejo y control de presupuesto, repuestos y materiales. Elaborar los reportes requeridos de todos los procesos del departamento.
Experiencia: Se requiere de 3 años mínimo de conocimiento en reparación y mantenimiento de contenedores refrigerados, electricidad, manejo de personal, y conocimiento de la Operación Bananera y logistica. Conocimiento y Manejo del Office Profesional (Excell, PowerPoint, Word, ect.).
Educación: Bachiller en Ingenieria en Mantenimiento Industrial, Mecánica o Eléctrica.

Requisitos de Puesto:
Habilidad para coordinar equipos de trabajo a nivel operativo.
Capacidad de planificación y organización del trabajo y los recursos
Alto sentido de responsabilidad y creatividad
Capacidad de escucha y comunicación a todo nivel
Trabajar bajo presión.

Una vez conocidos los requisitos y las habilidades necesarias, se procedió a averiguar qué es lo realmente hacen los Supervisores. Para ello se realizaron varias actividades con el fin de recabar información, entre ellas una entrevista con cada uno de los supervisores. Es necesario ver cuáles de las actividades de las que ellos realizan se pueden considerar como innecesarias. La compañía maneja cuatro plazas para supervisores, actualmente sólo hay tres. Dos comparten el turno de la mañana y la tarde y el otro cubre la jornada de la tarde y noche.

La pregunta fue la misma para los tres: ¿describa las actividades o labores que realiza durante su jornada laboral?

La información obtenida de las tres entrevistas a los tres supervisores se muestran en apéndice.

Se puede ver que los tres supervisores realizan labores comunes, como: asignar labores a los técnicos, llevar la lista de los repuestos NHB. Sin embargo, los tres realizan labores específicas diferentes, como por ejemplo, uno realiza las amonestaciones mientras que otro las reporta al supervisor que se encuentra con él. La diferencia se ve más marcada aún cuando comparamos las actividades que realizan y el tiempo que toman para ello. El método empleado fue compartir una jornada laboral con cada supervisor. Se tomaron notas del comportamiento que tienen en la Yarda, cómo realizan las labores de supervisión técnica, qué herramientas utilizan para cumplir con los objetivos y el tiempo que dedica cada uno a dichas actividades. Se muestran a continuación los resultados.

Tabla 22. Actividades realizadas por el Supervisor 1

Hora	***Tiempo (minutos)***	***Porcentaje***	***Actividad***	***Lugar***	***Herramientas***	***Descripción***
07:00 - 07:30	30	6.90%	Repartir labores	Taller Estructura	Informe de yarda	De acuerdo al informe generado por la yarda, el supervisor distribuye el trabajo entre los técnicos.
07:30 - 7:40	10	2.30%	Leer correo	Oficina de digitadores	Computadora	El supervisor revisa el correo interno sin leer.
07:40 - 07:50	10	2.30%	Generación de formatos	Oficina de digitadores	Computadora	Cada supervisor genera su propio formato para llevar el estatus de los contenedores en Diagnóstico o Reparación (Daily Check List)
07:50 - 09:55	65	14.94%	Patrullaje de la yarda	Yarda	Hoja de anotación	El supervisor visita el puesto de trabajo de los técnicos en la yarda. Se asegura que la reparación y el procedimiento sea el indicado. Anota en la hoja el número de contenedor y el técnico a cargo.
09.55 - 12:20	145	33.33%	Reunión de supervisores	Oficina Central		Todos los supervisores tienen una reunión mensual.
12:20 - 13:00	40	9.20%	Almuerzo	Soda de la compañía.		
13:00 - 14:45	105	24.14%	Reporte de verdes y rojos	Yarda	Hoja de anotación	Se anotan en la hoja el estado de los contenedores asignados a los técnicos: verde, rojo o verde-blanco. Visita el Caimito y levanta el inventario de los contenedores estibados y su estado.
14:45 - 15:15	30	6.90%	Tabulación de datos y revisón de correos.	Oficina de digitadores	Computadora	Se tabulan los datos anotados en el Daily Check List. Este reporte es luego dado al supervisor del turno siguiente.
Fuera de horario	No contabilizado		Revisión de contenedores verdes o verde-blancos	Yarda		Si le queda tiempo libre y no se encuentra muy cansado, se dedica a la revisión de los contenedores que quedaron verdes o verde-blancos.

Tabla 23. Actividades realizadas por el Supervisor 2

Hora	***Tiempo (minutos)***	***Porcentaje***	***Actividad***	***Lugar***	***Herramientas***	***Descripción***
7:00 - 7:25	25	6.44%	Verificar información	Yarda	Informe de Yarda	El supervisor verifica que la información brindada por los supervisores de Yarda esté correcta.
7:25 - 7:45	20	5.15%	Repartir labores. Levantado de asistencia.	Taller Estructura	Informe de yarda verificado	De acuerdo al informe generado por la yarda, el supervisor distribuye el trabajo entre los técnicos. Los días antes del barco la prioridad la tienen los contenedores que se encuentran en manifiesto.
7:45 - 9:12	27	6.96%	Inventario y Patrullaje de Yarda.	Yarda	Informe de Yarda	El supervisor inicia la búsqueda de contenedores que no se encuentran en el informe de Yarda, así como el estado de los contenedores. Verifica que todos esten los puestos asignados. Visita al anexo y Caimito. Visita el Taller de Estructura para asegurarse que todo esté bien.
9:12 - 10:26	74	19.07%	Leer el correo y varios.	Oficina de M&R	Computadora	Revisa el correo del día anterior sin leer y los del día. Atiende asuntos varios. Da asistencia técnica a los técnicos nuevos.
10:26 - 12:00	94	24.23%	Revisar las RO	Oficina de M&R		Revisa que estén todas las RO generadas del día anterior, esto lo hace con la lista de ayer. Las firma y verifica que el número de empleado y código de JDE sean los correctos. Luego las entrega a Bodega para que sean digitadas.
12:00 - 12:27	27	6.96%	Almuerzo	Soda de la compañía.		
12:27 - 14:28	121	31.19%	Patrullaje de Yarda e inventario de contenedores.	Yarda	Informe de Yarda	Inicia el levantado de la labor realizada en el día por cada técnico. Se anotan los contenedores que salieron verdes y los rojos también. Visita nuevamente el Taller de Estructura, es necesario saber si cumplieron con la corta diaria.
A partir de las 14:28:00	No contabilizado		Análsis de Datos. Coordinación con los diferentes Departamentos.	Oficina de M&R y Central		Revisa lo que se hizo en el día, para indicarle al supervisor de turno cuales tamaños de contenedores tienen prioridad. Investiga sobre la corta del día siguiente y de la existencia de contenedores verdes en la Yarda para cumplir con la cuota. En caso de que exista un daño en algún contenedor en cuaquier finca, debe responder de inmediato, enviando un técnico y repuestos.

Tabla 24. Actividades realizadas por el Supervisor 3

Hora	Tiempo (minutos)	Porentaje	Actividad	Lugar	Herramientas	Descripción
15:00 - 15:15	15	3.41%	Repartir labores. Levantado de asistencia.	Taller de Estructrura	Informe de los supervisores del turno anterior.	De acuerdo al Daily Check List generado en el turno anterior, el supervisor distribuye el trabajo entre los técnicos.
15:15 - 15:30	15	3.41%	Generación de formatos	Oficina de digitadores	Computadora	Cada supervisor genera su propio formato para llevar el estatus de los contenedores en Diagnóstico o Reparación
15:30 - 16:45	75	17.05%	Patrullaje de la yarda	Yarda	Hoja de anotación	El supervisor visita el puesto de trabajo de los técnicos en la yarda, anota en la hoja el número de contenedor y el técnico a cargo. Los días que hay barco, se encarga de suministrar todo lo que se requiere y velar por el buen término de la operación. Además brinda apoyo al supervisor que se encuentra en el barco Americano.
16:45 - 17:15	30	6.82%	Tabulación de datos. Generación de Hoja de Alimentación.	Oficina de digitadores	Computadora	El supervisor tabula la información en el formato antes generado. Se colocan en él todos los contenedores que han sido asignados a los técnicos. Además genera la Hoja de Alimentación para los técnicos asistentes.
17:15 - 1800	45	10.23%	Patrullaje de la yarda. Atender asuntos varios.	Yarda		El supervisor continua su patrullaje, visita cada sitio de trabajo de los técnicos, hace visitas periódicas a la Bodega, para firmar RO y mantener el orden entre los técnicos.
1800 - 18:30	30	6.82%	Cena	Soda de la empresa		
18:30 - 21:40	210	47.73%	Patrullaje de la yarda. Atender asuntos varios.	Yarda y Oficina de digitadores.	Daily Check List	El supervisor continua su patrullaje, visita cada sitio de trabajo de los técnicos, hace visitas periódicas a la Bodega para firmar RO y mantener el orden entre los técnicos. Atiende cualquier otro asunto que se presente.
21:40 - 22:00	20	4.55%	Tabulación de datos.	Oficina de digitadores	Computadora	El supervisor tabula toda la información del Daily Check List. Genera su propio informe.

Es necesario realizar algunas aclaraciones para no crear confusión. El Informe de Yarda, Hoja de Anotación y Daily Check List se refieren a un mismo documento, el que genera el Supervisor de Yarda. Sólo que el supervisor de refrigeración lo llama distinto, pero la fuente es la misma. La Hoja de Anotación es una modificación al Informe de Yarda, ya que no es necesario tener todos los contenedores que fueron Diagnosticados o Reparados en el turno anterior. Cabe destacar que los supervisores de Yarda generan dos Informes por día, los cuales son entregados al Departamento de Refrigeración. Un Informe es en la mañana y el otro en el turno de la 3:00 de la tarde.

La Oficina de digitadores es la misma de los supervisores, con la excepción del supervisor 2, quién comparte la oficina con el Superintendente de Mantenimiento y la Supervisora de Planificación en Procesos de Mantenimiento.

Se pudo comprobar que los Supervisores no tienen un patrón establecido para realizar la supervisión técnica, se rigen por el criterio personal.

Por ejemplo, mientras el Supervisor 1 dedica 65 minutos exclusivos cada mañana a la supervisión técnica, el 2, realiza asistencia técnica y la combina con otros asuntos administrativos.

Por otro lado, el supervisor 2 realiza funciones que ningún otro supervisor hace. Por ejemplo, se preocupa mucho por que el taller de Estructura esté cumpliendo con la cuota, es por ello que visita el taller hasta tres veces durante su jornada. Coordina con el Departamento de Exportación, para conocer la cuota necesaria para el día siguiente y con el Departamento de Yarda para saber si la cantidad de contenedores estibados es suficiente para cumplir y dónde se encuentran esos contenedores. Además los reportes de los contenedores cargados con fruta, que se encuentran dañados en finca son entregados a él. Podemos afirmar que el supervisor 2, dedica poco tiempo a la supervisión técnica, sin embargo, el trabajo que realiza sólo él lo hace, alguien debe hacerlo y no hay nadie que lo haga.

Si se suman los tiempos dedicados a cada actividad, se tenemos que el 54.9% lo invierte en labores Administrativas y el 45.1% restante en labores de supervisión que no necesariamente son de supervisión técnica.

El Supervisor 3 lleva poco tiempo en ese puesto. Sin embargo, se puede apreciar que las labores administrativas ocupan gran parte de su tiempo. Dedica muy poco tiempo a la supervisión técnica. Invierte más tiempo en labores de supervisión un 75.00% y un 18.8% en labores administrativas. No obstante la aclaración anterior es válida, el tiempo de supervisión no quiere decir que sea supervisión técnica.

El Supervisor 1 es que le dedica más tiempo a la supervisión técnica. Es el único que una vez repartido el trabajo entre los técnicos, visita el puesto de trabajo, verifica el diagnóstico hecho en el PT o PM, revisa la unidad en busca de algún otro daño que se le haya escapado al técnico. Brinda recomendaciones y deja al técnico que termine su trabajo. Al final de cada jornada revisa una muestra de los contenedores que salieron verdes y los inspecciona, algunos quedan verdes y otros los pone rojos. El porcentaje empleado durante la jornada normal dedicado a la supervisión es de 39.08% y el dedicado a labores administrativas es de 51.72%.

Como conclusión podemos afirmar que ninguno dedica más del 50% de su tiempo efectivo a la supervisión técnica.

En la siguiente tabla se aprecian mejor las labores de supervisión técnica realizados por el Supervisor 1.

La labor de supervisión técnica podemos dividirla en dos partes: *calidad del producto* y *calidad laboral.*

Los procedimientos que realiza el supervisor para asegurarse un buen diagnóstico y posteriormente una buena calidad de reparación, es lo que definimos como calidad del producto.

Para la calidad laboral se toma en cuenta la evaluación del desempeño, en pocas palabras, es la forma como el supervisor mide el rendimiento de los técnicos de una forma muy personal.

Tabla 25. Procedimiento empleado por el Supervisor 1

Supervisión Técnica		
	Diagnóstico	*Reparación*
Calidad del producto	El supervisor recibe la lista de los contenedores que se encuentran en la yarda así como su ubicación dentro de ella. Distribuye el trabajo entre sus técnicos. El supervisor visita el puesto de trabajo de cada técnico, anota el número del contenedor y el nombre del técnico a cargo. El técnico llena la RO correspondiente, existe una para cada procedimiento (PT y PM) y se llena una por contenedor. La RO es firmada y revisada por el supervisor. Cuando termina la jornada, visita nuevamente los puestos de trabajo de todos los técnicos, anota los contenedores que se encuentran verdes, los rojos o verde-blancos. Cada técnico debe entregar todas las RO generadas a partir de las inspecciones realizadas. Después de cumplir con todas las obligaciones administrativas y que los técnicos del turno anterior se han ido, revisa una muestra de los contenedores que fueron pre-viajadas. Si considera que las unidades que salieron verdes, o sea, que no necesitaron reparación, fueron mal diagnosticadas, cambia el estatus a rojo.	El supervisor cuenta con la lista de contenedores que necesitan ser reparados. Dicha lista fue generada a partir del proceso de diagnóstico. El supervisor distribuye el trabajo entre los técnicos, los visita por lo menos una vez al día. La visita consta de una verificación del avance, posteriormente se analiza el diagnóstico realizado por el técnico. Si el supervisor considera que el proceso de diagnóstico fue correcto da su recomendación y deja al técnico que termine su labor. Al final de la jornada, el supervisor visita nuevamente el puesto de trabajo. Anota el número del contenedor y el estatus. Cuando los técnicos se han ido, y después de cumplir con todas las obligaciones administrativas, se da a la tarea de elegir una muestra y revisarla. Si el supervisor considera que la unidad fue mal reparada, cambia el estatus a rojo.
Calidad laboral	El supervisor evalúa el desempeño de los técnicos, revisando las unidades y asegurándose que fueron bien diagnosticadas. Si por ejemplo revisa un contenedor de un técnico específico y sale mal diagnosticado, busca otro del mismo técnico y lo inspecciona. De esta manera se va formando una idea de cuáles son los mejores técnicos.	El supervisor evalúa el desempeño de los técnicos, revisando las unidades y asegurándose que el procedimiento empleado para la reparación fue el indicado. Si por ejemplo revisa un contenedor de un técnico específico y considera que está mal reparado, busca otro del mismo técnico y lo inspecciona. De esta manera se va formando una idea de cuáles son los mejores técnicos.

No se muestran las observaciones de los Supervisores 2 y 3, porque el tiempo dedicado a la supervisión técnica es muy poca.

En resumen, el Supervisor 1 es el que más tiempo dedica a supervisar y asistir al personal que está a su cargo. La mayor cantidad de revisiones a contenedores las realiza una vez que ha terminado sus labores y todos los técnicos del turno anterior se han ido. Posee vasto conocimiento técnico. Admite que no cuenta con el tiempo suficiente para revisar todos los contenedores que se diagnosticaron y repararon durante la jornada laboral y que estuvieron a su cargo. Delega funciones administrativas al Supervisor 2.

Por su parte el Supervisor 2, se encuentra lleno de trabajo administrativo. Comparte la asistencia técnica con otras actividades no menos importantes. No le desagrada el trabajo administrativo, por lo que la mayor cantidad de tiempo lo dedica a esas labores. Aprovecha las visitas a la yarda para buscar contenedores, vigilar que los técnicos se encuentren trabajando, anotar la cantidad de contenedores con repuestos NHB y coordinar con el Departamento de Estructura, en busca de disminuir la cantidad de contenedores verde- blancos que se encuentran en las distintas estibas de la yarda. Posee vasto conocimiento técnico.

Finalmente el Supervisor 3 se encuentra en una etapa de reacomodo a su nuevo rol de trabajo. Por otro lado, las labores administrativas las realiza con orden y responsabilidad. El apoyo que brinda desde el predio al supervisor que se encuentra en el barco los días de embarque ayuda enormemente a que la operación transcurra sin mayores problemas. Aunado a esto, las operaciones de barco que tiene a su cargo, transcurren sin mayores dificultades.

3.7 Propuesta.

De las diferentes labores que realizan los supervisores se deben discriminar aquellas actividades que no agregan valor alguno a la labor de supervisión. Entre ellas están:

Tabla 26. Actividades que deben ser discriminadas para el Supervisor 1.

13:00 - 14:45	105	24.14%	Reporte de verdes y rojos	Yarda	Hoja de anotación	Se anotan en la hoja el estado de los contenedores asignados a los técnicos: verde, rojo o verde-blanco. Visita el Caimito y levanta el inventario de los contenedores estibados y su estado.
14:45 - 15:15	30	6.90%	Tabulación de datos y revisón de correos.	Oficina de digitadores	Computadora	Se tabulan los datos anotados en el Daily Check List. Este reporte es luego dado al supervisor del turno siguiente.

Tabla 27. Actividades que deben ser discriminadas para el Supervisor 2.

7:45 - 9:12	27	6.96%	Inventario y Patrullaje de Yarda.	Yarda	Informe de Yarda	El supervisor inicia la búsqueda de contenedores que no se encuentran en el informe de Yarda, así como el estado de los contenedores. Verifica que todos esten los puestos asignados. Visita al anexo y Caimito. Visita el Taller de Estructura para asegurarse que todo esté bien.
12:27 - 14:28	121	31.19%	Patrullaje de Yarda e inventario de contenedores.	Yarda	Informe de Yarda	Inicia el levantado de la labor realizada en el día por cada técnico. Se anotan los contenedores que salieron verdes y los rojos también. Visita nuevamente el Taller de Estructura, es necesario saber si cumplieron con la corta diaria.

Tabla 28. Actividades que deben ser discriminadas para el Supervisor 3.

15:15 - 15:30	15	3.41%	Generación de formatos	Oficina de digitadores	Computadora	Cada supervisor genera su propio formato para llevar el estatus de los contenedores en Diagnóstico o Reparación
16:45 - 17:15	30	6.82%	Tabulación de datos. Generación de Hoja de Alimentación.	Oficina de digitadores	Computadora	El supervisor tabula la información en el formato antes generado. Se colocan en él todos los contenedores que han sido asignados a los técnicos. Además genera la Hoja de Alimentación para los técnicos asistentes.
21:40 - 22:00	20	4.55%	Tabulación de datos.	Oficina de digitadores	Computadora	El supervisor tabula toda la información del Daily Check List. Genera su propio informe.

La digitación de la información recolectada durante la jornada laboral, es una labor de la que pueden ser exentos los supervisores. Si aprovechamos los recursos con que cuenta la empresa, se puede delegar la dicha actividad a un digitador. Las labores de coordinación entre departamentos y revisar las R.O.[14], se asignarían a otra persona. La labor de

[14] Repair Order es lo que se comúnmente se le conoce como Orden de Trabajo.

coordinación que realiza el Supervisor 2, durante su jornada es importante, no debe desaparecer, sin embargo, para la ejecución de dicha labor requiere mucho tiempo.

Las visitas al Caimito, Anexo y levantado de listas de los contenedores en estado rojo, verde-blanco, verdes y NHB, se le asignarán al Supervisor de Yarda y realizarán una vez que haya terminado la jornada.

La labor de supervisión se ha divido en tres áreas: supervisión técnica, administración de personal y seguridad ocupacional. Se aprecia en la tabla siguiente.

Tabla 29. Modelo de supervisión por áreas

Labor	Planificación	Ejecución	Control
Supervisión Técnica	• Identificar necesidades. • Identificar recursos. a) Contenedores disponibles. b) Personal. c) Repuestos. • Prioridades. • Planes de capacitación. • Elaboración de metas para el Departamento.	• Supervisión y asistencia de los procesos técnicos. • Aseguramiento de la calidad de los contenedores. • Velar por el cumplimiento de las necesidades. • Velar por el logro de las metas del Departamento. • Velar por el buen uso de materiales y herramientas.	• Índices globales de calidad (malfunctions, reprocesos, daños de fruta). • Cumplimiento de la Corta Diaria. • Productividad del Departamento.
Administración de personal	• Asignación de labores. a) Habilidades de cada técnico. b) Desempeño (calidad y tiempo). • Reuniones con personal. • Desarrollo de aptitudes hacia el trabajo. • Estado anímico de los trabajadores.	• Evaluación del Desempeño. • Retroalimentación. • Entrenamiento. • Manejo de ambiente de trabajo. • Motivación del personal.	• Rendimiento (tiempo y calidad). • Ambiente de trabajo. • Ausentismo.
Seguridad ocupacional	• Herramientas adecuadas. • Equipo protección personal. • Infraestructura. • Planes de capacitación.	• Verificar el uso del EPP. • Verificar las condiciones del lugar de trabajo.	• Indicadores de accidentes. • Incapacidades. • Auditorías.

Las labores anteriores se realizarán antes, durante y después de la jornada laboral. En la tabla siguiente se muestra el rol de actividades propuesto.

Tabla 30. Rol de actividades propuesto.

07:00 - 07:30	30	Repartir labores	Taller Estructura	Informe de yarda	El supervisor distribuye las labores entre los técnicos (Administración de personal).
07:30 - 8:00	30	Leer correo y Generar formatos	Oficina de digitadores	Computadora	El supervisor revisa el correo interno sin leer. Además se prepara para iniciar su labor.
8:00 - 11:20	200	Labores de supervisión.	Yarda y Bodega.		Durante este tiempo el supervisor se dedica a la supervisión técnica y a velar por la seguridad de sus trabajadores. Realiza visitas periódicas a la Bodega.
11:20 - 12:20	60	Almuerzo. Asuntos varios.	Soda de la compañía y oficina de digitadores.		El supervisor utiliza este tiempo para almorzar y atender asuntos varios, por ejemplo revisar el correo.
12:20 - 14:50	150	Labores de supervisión.	Yarda y Bodega.		Durante este tiempo el supervisor se dedica a la supervisión técnica y a velar por la seguridad de sus trabajadores. Realiza visitas periódicas a la Bodega.
14:50 - 15:00	15	Fin de jornada.	Oficina de digitadores		El supervisor entrega la lista de contenedores reparados, pre-viajados o rojos al digitador. Este le entregará el Daily Check List actualizado al supervisor entrante.
15:00		Actividades varias.			Una vez finalizada su labor, el supervisor realizará otras labores como la planeación para el día siguiente, coordinar con yarda y exportación. Se propone que las reuniones se realicen a partir de este momento, se excluye la reunión de pre-embarque, ésta se seguirá realizando normalmente.

Las labores administrativas eliminadas, serán realizadas por otra persona.

Lo que se busca con éste rol de actividades es que el supervisor cuente con más tiempo para que se dedique de lleno a las labores de supervisión y planeación. El cómo realizar cada actividad queda sujeto al criterio personal de cada supervisor.

BIBLIOGRAFÍA

Rojas, Juan. Cálculo de Tuberías para Aire Comprimido. ET, Costa Rica 2002

Rojas, Juan. Tuberías y Accesorios. ET, Costa Rica 2002

Rojas, Juan. Aire comprimido. ET, Costa Rica 2002

www.ingersollrand.com

www.prodigyweb.net.mx/chipaxa

Draining Liquids from Compressed Air and Other Gases. Armstrong International, Inc.

APÉNDICE

Figura 46. Fotografía de mula empleada en las labores diarias.

Este cabezal es equipo muy versátil, permite levantar chasis sin tener que levantar las patas. Permite, además, realizar maniobras en espacios muy reducidos.

ENTREVISTAS.

Supervisor 1.

- Levantar el listado de contenedores ociosos15.
- Llevar el listado de los repuestos NHBs[16].
- Asignar las labores diarias, rol de trabajo.
- Dar prioridad a contenedores dañados y que se encuentran con fruta.
- Cumplir con la lista de los contenedores en manifiesto.
- Velar por las campañas: TXV, coil condenser, WCC, pisos de compresores, reciclajes, etc.
- Revisar trabajos terminados. Velar por: calidad del trabajo y procedimientos correctos.
- Colocar el código asignado. Cada supervisor cuenta con un número que pega en el contenedor que ha sido revisado por él.
- Asistencia técnica a los trabajadores.
- Realizar labores de supervisión en las bodegas y cubiertas de los barcos Americanos[17].
- Asignar las horas extras en caso de necesitarse.
- Revisar (verificar los códigos y número de empleado) y firmar la Repair Order y Solicitud de Materiales.
- Dar un reporte de contenedores con Malfunction.
- Realizar la secuencia de carga de los barcos.
- Asistir a reuniones pre-embarque.
- Llevar el control de la asistencia.
- Revisar el correo interno al menos dos veces al día.
- Realizar el rol de embarque (trabajadores que irán al barco),
- Asignar los roles de vacaciones, permisos, etc.
- Asistir a reuniones del Departamento.

[15] Contenedores ociosos: son aquellos contenedores que llevan más de 30 días de estar inactivos en la yarda. No han sido sometidos a inspecciones ni reparaciones.
[16] NHB: No Hay en Bodega.
[17] Barcos Americano: son los barcos que transportan los contenedores hacia los EUA.

- Colocar las calcomanías de PM y hacer el levantado de los números de los contendores con PM realizado.
- Realizar el Daily Check List[18].
- Recoger las hojas de PM y PT.
- Reportar a los trabajadores para que se les realicen las amonestaciones pertinentes.
- Coordinar con el Departamento de Exportación la corta diaria[19].
- Confeccionar la lista de alimentación diaria para los técnicos.
- Asistir a la reunión mensual con el personal.
- Atender las peticiones demandadas en las reuniones mensuales con el personal.
- Solicitar herramientas a Bodega para los trabajadores.

[18] Daily Check List: es el reporte diario se genera al final de cada jornada laboral.
[19] Corta Diaria: son los contenedores requeridos por las fincas para cargarlos con banano para cumplir con las exportaciones..

Supervisor 2.

- Levantar el listado de contenedores ociosos.
- Llevar el listado de los repuestos NHBs.
- Asignar las labores diarias, rol de trabajo.
- Dar prioridad a contenedores dañados y que se encuentran con fruta.
- Cumplir con la lista de los contenedores en manifiesto.
- Velar por las campañas: TXV, coil condenser, WCC, pisos de compresores, reciclajes, etc.
- Revisar trabajos terminados. Velar por: calidad del trabajo y procedimientos correctos.
- Colocar el código asignado. Cada supervisor cuenta con un número que pega en el contenedor que ha sido revisado por él.
- Supervisar los contenedores en la Yarda (patrullaje) y asistencia técnica a los trabajadores.
- Asignar las horas extras en caso de necesitarse.
- Revisar (verificar los códigos y número de empleado) y firmar la Repair Order y Solicitud de Materiales.
- Realizar la secuencia de carga de los barcos.
- Asistir a reuniones pre-embarque.
- Llevar el control de la asistencia.
- Revisar el correo interno al menos dos veces al día.
- Realizar el rol de embarque (trabajadores que irán al barco)
- Asignar los roles de vacaciones, permisos, etc.
- Asistencia a reuniones del Departamento.
- Colocar las calcomanías de PM y hacer el levantado de los números de los contendores con PM realizado.
- Realizar el Daily Check List.
- Recoger las hojas de reporte, PM y PV y revisarlas.
- Coordinar con el Departamento de Exportación la corta diaria.
- Confeccionar la lista de alimentación diaria para los técnicos.
- Asistir a la reunión mensual con el personal.

- Atender las peticiones demandadas en las reuniones mensuales con el personal.
- Solicitar herramientas a Bodega para los trabajadores.
- Realizar las amonestaciones pertinentes.
- Velar por el correcto funcionamiento del GENERON y de la Atmósfera controlada (AC)
- Velar porque la información esté correcta en JDE.
- Reciclar los repuestos en buen estado.
- Supervisar la reparación de compresores.
- Ver la parte anímica de los trabajadores.
- Dar motivación al personal.
- Coordinar con supervisores de Yarda, Equipo Pesado, Estructura y Chasis.
- Control de máxima demanda (ahorro de energía).
- Configurar controladores de las unidades.
- Llevar gráficos y estadísticas.

Supervisor 3.

- Asignar las labores diarias, rol de trabajo.
- Llevar el listado de los repuestos NHBs.
- Dar prioridad a contenedores dañados y que se encuentran con fruta.
- Cumplir con la lista de los contenedores en manifiesto.
- Revisar trabajos terminados. Velar por: calidad del trabajo y procedimientos correctos.
- Asignar las horas extras en caso de necesitarse.
- Revisar (verificar los códigos y número de empleado) y firmar la Repair Order y Solicitud de Materiales.
- Llevar el control de la asistencia.
- Revisar el correo interno por lo menos dos veces al día.
- Asistencia a reuniones del Departamento.
- Colocar las calcomanías de PM y hacer el levantado de los números de los contendores con PM realizado.
- Realizar el Daily Check List.
- Recoger las hojas de reporte, PM y PV y revisarlas.
- Confeccionar la lista de alimentación diaria para los técnicos.
- Asistir a la reunión mensual con el personal.
- Atender las peticiones demandadas en las reuniones mensuales con el personal.
- Solicitar herramientas a Bodega para los trabajadores.
- Asistir a reuniones pre-embarque.
- Velar por el buen funcionamiento de los contenedores en los barcos Europeos[20] y TBN[21].

Brindar apoyo desde el Predio al supervisor que se encuentra en el barco.

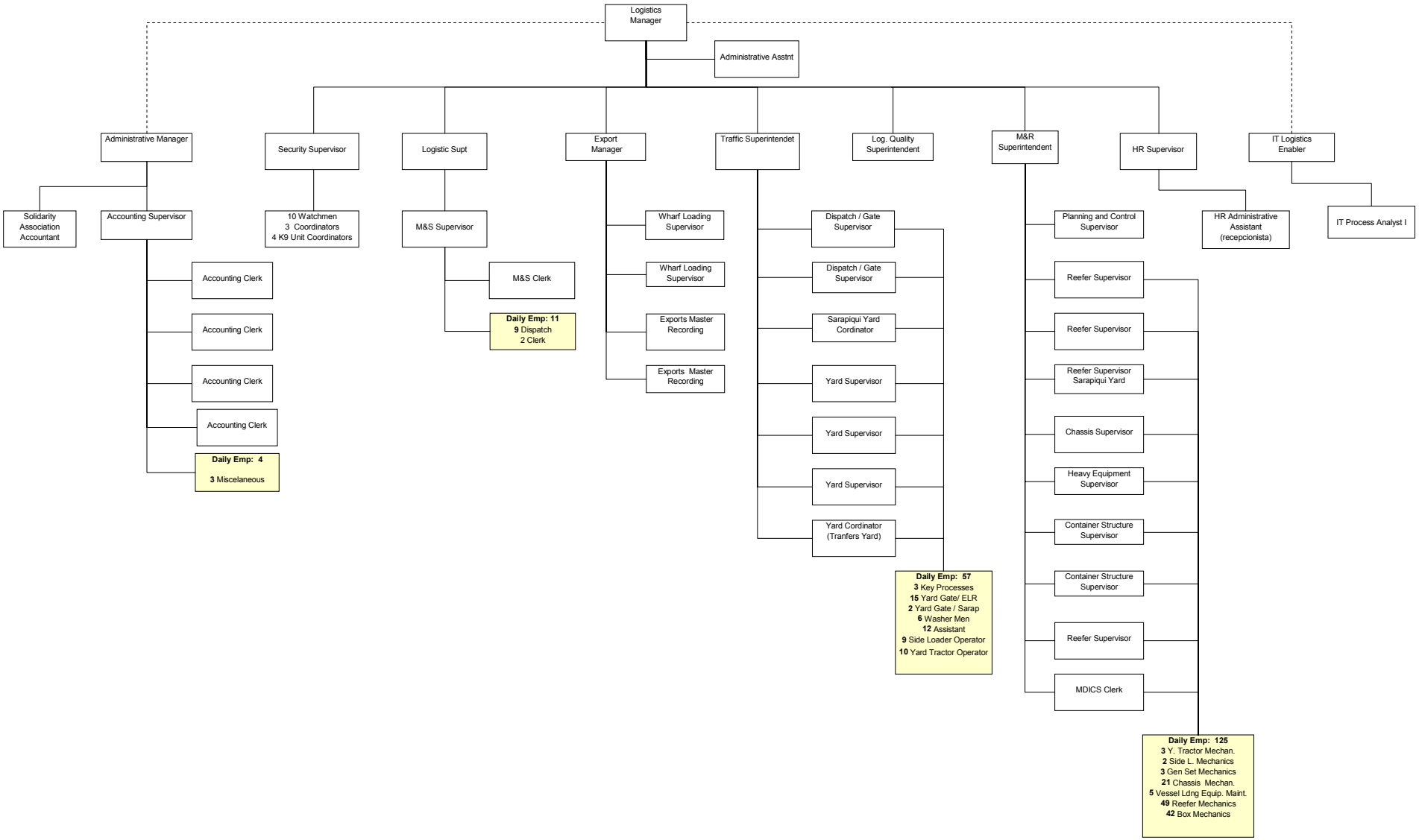
[20] Barcos Europeos: son barcos mixtos, transportan la fruta en paletas y contenedores hacia Europa.
[21] TBN: son barcos regulares, llamados también "paleteros", viajan hacia Europa.

ANEXOS

ANEXO 1

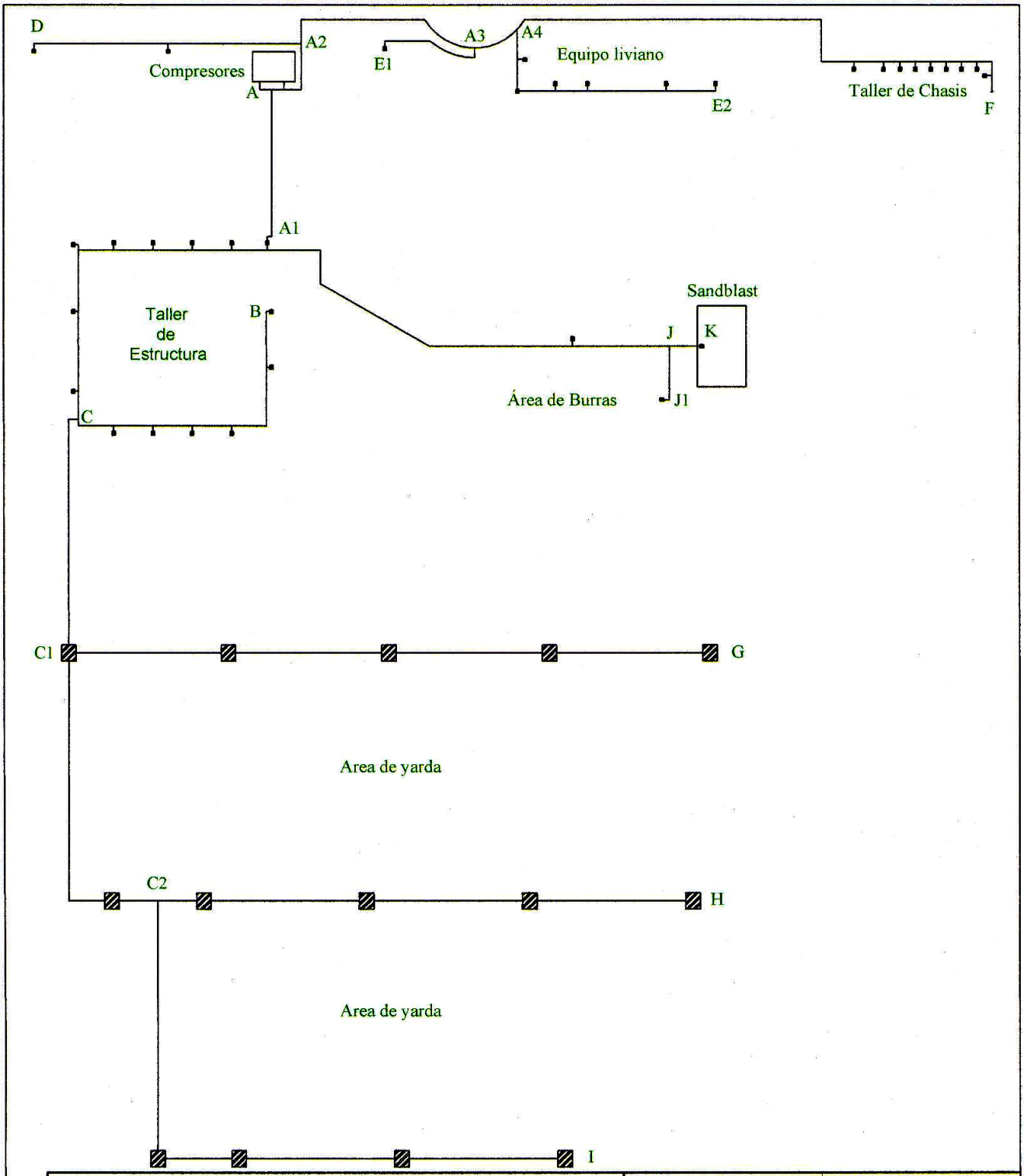
ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

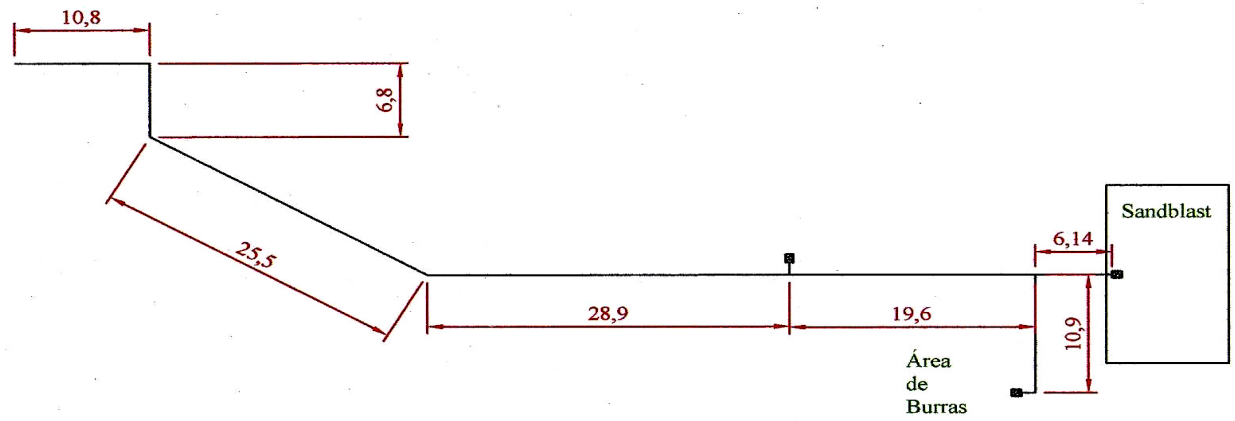
COMPAÑIA BANANERA ATLANTICA LIMITADA (COBAL)
LIMON PORT OPERATIONS DEPARTMENT
ORGANIZATIONAL CHART, FEBRUARY 2004



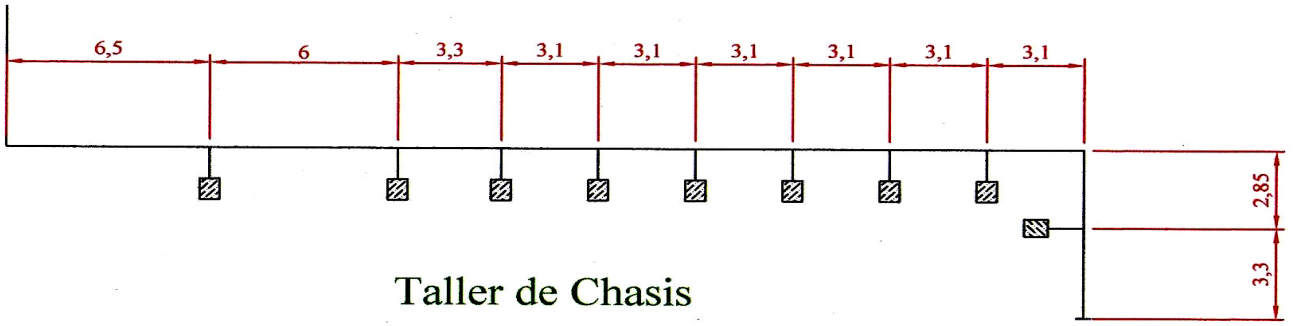
ANEXO 2

PLANO DE LA RED DE AIRE COMPRIMIDO


D
A2
A3
A4
Compresores
A
E1
Equipo liviano
E2
Taller de Chasis
F
A1
Taller
de
Estructura
B
C
Sandblast
J
K
Área de Burras
J1
C1
G
Area de yarda
C2
H
Area de yarda
I
INSTITUTO TECNOLOGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTROMECANICA
ESCALA: 1:10
ACOTACION: m
DISEÑO: Juan Guido Alfaro S.
DIBUJO: Juan Guido Alfaro S.
SISTEMA
LAMINA
PROYECTO: Plano General de la Red de Aire comprimido.
1
7



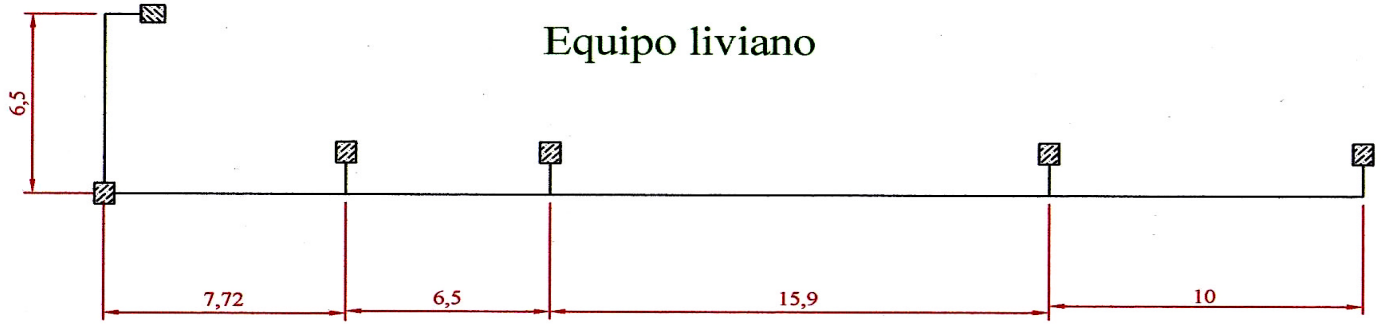
INSTITUTO TECNOLOGICO DE COSTA RICA ESCUELA DE INGENIERIA ELECTROMECANICA	ESCALA: 2:1	ACOTACION: m
	DISEÑO: *Juan Guido Alfaro S.*	
	DIBUJO: *Juan Guido Alfaro S.*	
PROYECTO: Área de Burras	SISTEMA	LAMINA 2 / 7



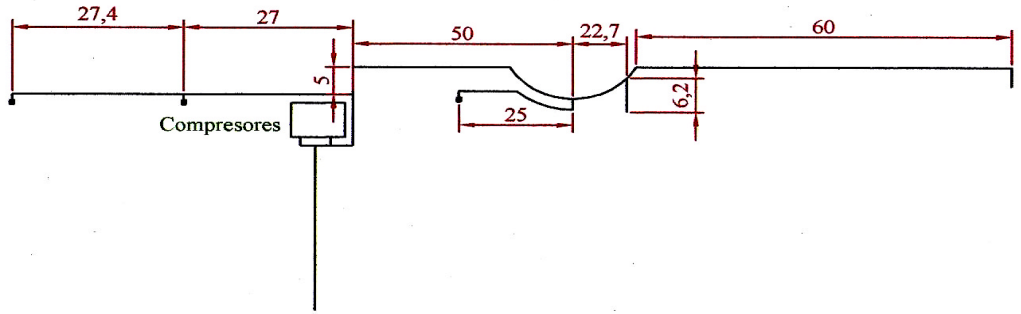
Taller de Chasis

INSTITUTO TECNOLOGICO DE COSTA RICA ESCUELA DE INGENIERIA ELECTROMECANICA	ESCALA: 5:1	ACOTACION: m
	DISEÑO: *Juan Guido Alfaro S.*	
	DIBUJO: *Juan Guido Alfaro S.*	
PROYECTO: Taller de Chasis	SISTEMA	LAMINA 3 / 7

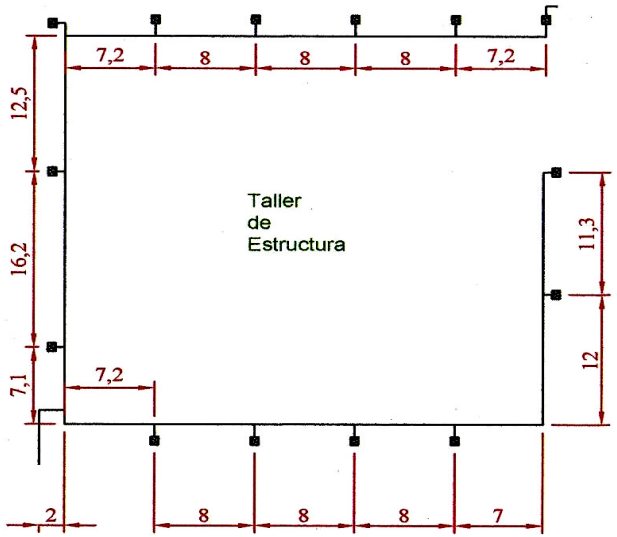
Equipo liviano



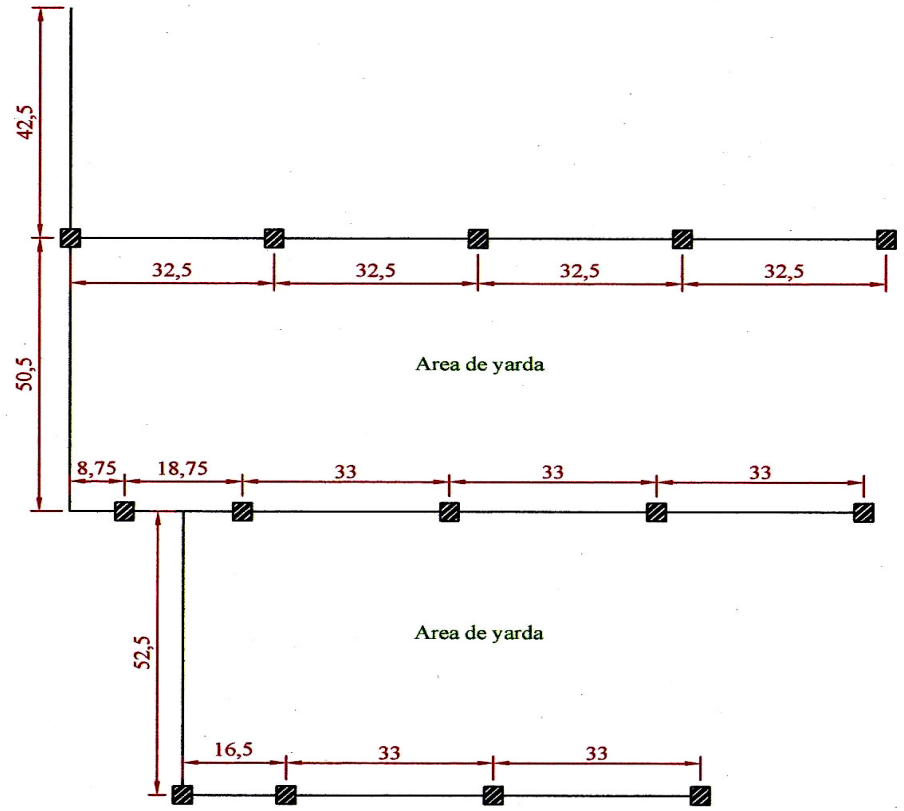
INSTITUTO TECNOLOGICO DE COSTA RICA ESCUELA DE INGENIERIA ELECTROMECANICA	ESCALA: 5:1	ACOTACION: m
	DISEÑO: *Juan Guido Alfaro S.*	
	DIBUJO: *Juan Guido Alfaro S.*	
PROYECTO: Equipo Liviano	SISTEMA	LAMINA 4/7



INSTITUTO TECNOLOGICO DE COSTA RICA ESCUELA DE INGENIERIA ELECTROMECANICA	ESCALA: 1:1	ACOTACION: m
	DISEÑO: *Juan Guido Alfaro S.*	
	DIBUJO: *Juan Guido Alfaro S.*	
PROYECTO: Burras derecha e izquierda de los compresores	SISTEMA	LAMINA 5/7



INSTITUTO TECNOLOGICO DE COSTA RICA ESCUELA DE INGENIERIA ELECTROMECANICA	ESCALA: 2:1	ACOTACION: m
	DISEÑO: *Juan Guido Alfaro S.*	
	DIBUJO: *Juan Guido Alfaro S.*	
PROYECTO: Taller de Estructura	SISTEMA	LAMINA 6/7



INSTITUTO TECNOLOGICO DE COSTA RICA ESCUELA DE INGENIERIA ELECTROMECANICA	ESCALA: 1:1	ACOTACION: m
	DISEÑO: *Juan Guido Alfaro S.*	
	DIBUJO: *Juan Guido Alfaro S.*	
PROYECTO: Área de Yarda	SISTEMA	LAMINA 7/7

ANEXO 3

CALCULO DE TUBERÍAS

Cálculo de tuberías y bajantes

Tramo	Q_{max} (m^3/min)	QD (m_3/min)	m (Kg / h)	B	V (m / s)	D_{cal} (mm)	D_{int} (mm)	D_{nom} (in)	L (m)	P_{cal} (B)	P_{perm} (B)	B / m
PRIN	26,70	34,71	2499,12	0,90	8	98,68	**110,64**	**4**	2	**0,0007**	**0,0011**	0,00053
A-A1	23,37	30,38	2187,432	0,92	10	82,57	**110,64**	**4**	30	**0,0081**	**0,0159**	0,00053
A1-K	11,61	15,09	1086,696	1,02	10	58,20	**69,7**	**2 1/2**	127,5	**0,0955**	**0,1804**	0,00141
J-J1	1,00	1,30	93,6	1,46	10	17,08	**22,32**	**3/4**	10,9	**0,0258**	**0,1784**	0,01637
A1-C	11,76	15,29	1100,736	1,02	10	58,58	**85,65**	**3**	74,2	**0,0203**	**0,0393**	0,00053
C-C1	1,94	2,52	181,584	1,33	10	23,79	**42,5**	**1 1/2**	49,5	**0,0160**	**0,0262**	0,00053
C-B	6,68	8,68	625,248	1,11	10	44,15	**54,4**	**2**	62,79	**0,0583**	**0,1601**	0,00255
C1-C2	1,59	2,07	148,824	1,37	10	21,54	**36,81**	**1 1/4**	68,62	**0,0314**	**0,0364**	0,00053
C2-I	1,00	1,30	93,6	1,46	10	17,08	**36,81**	**1 1/4**	133,5	**0,0259**	**0,0708**	0,00053
C1-G	1,50	1,95	140,4	1,38	10	20,92	**36,81**	**1 1/4**	127	**0,0522**	**0,1441**	0,00113
C2-H	1,50	1,95	140,4	1,38	10	20,92	**36,81**	**1 1/4**	106,9	**0,0439**	**0,1127**	0,00105
A-A2	5,44	7,07	509,184	1,14	10	39,84	**54,4**	**2**	25	**0,0159**	**0,0283**	0,00113
A2-D	1,40	1,82	131,04	1,39	10	20,21	**28,72**	**1**	54,4	**0,0680**	**0,1726**	0,00317
A2-A3	4,04	5,25	378,144	1,19	10	34,33	**54,4**	**2**	50	**0,0183**	**0,0565**	0,00113
A3-A4	2,64	3,43	247,104	1,27	10	27,75	**42,5**	**1 1/2**	22,7	**0,0130**	**0,0257**	0,00113
A4-F	1,54	2,00	144,144	1,37	10	21,20	**36,81**	**1 1/4**	69	**0,0298**	**0,0780**	0,00113
A4-E2	1,10	1,43	102,96	1,44	10	17,91	**28,72**	**1**	52,8	**0,0422**	**0,1414**	0,00268
A3-E1	1,40	1,82	131,04	1,39	10	20,21	**28,72**	**1**	25	**0,0313**	**0,1544**	0,00617

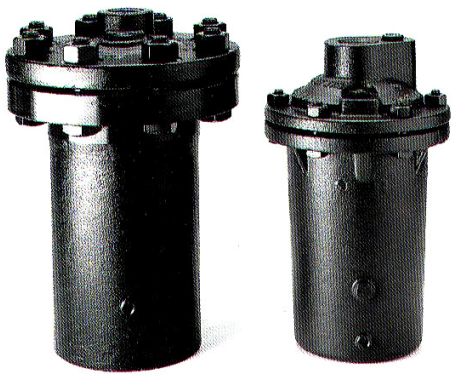
Bajantes	Q_{max} (m^3/min)	QD (m_3/min)	m (Kg / h)	B	V (m / s)	D_{cal} (mm)	D_{int} (mm)	D_{nom} (in)	L (m)	P_{cal} (B)	P_{perm} (B)
Estructura	2,40	2,64	190,08	1,32	15,00	19,87	22,32	3/4	4,00	0,0351	0,12
Chasis	1,14	1,25	90,29	1,47	15,00	13,70	22,32	3/4	3,00	0,0066	0,08
Yarda	1,00	1,10	79,20	1,50	15,00	12,83	22,32	3/4	0,40	0,0007	0,10

ANEXO 4

TRAMPAS DE AIRE ARMSTRONG

Inverted Bucket Drain Traps (BVSW Model)

Armstrong inverted bucket drain traps are designed for systems where heavy oil and dirt may be encountered. The enlarged bucket vent equipped with a scrub wire (BVSW) allows free flow through the bucket vent and discharge through the orifice located in the top of the trap.



List of Materials

Table 26-1.

BVSW Model No.	Valve & Seat	Bucket & Leverage System	Body & Cap	Gasket
800, 811, 812, 813, 880, 881, 882, 883, 211, 212, 213	Stainless Steel	Stainless Steel	Cast Iron ASTM A 48 Class 30	Compressed Asbestos-free
312, 313	Stainless Steel	Stainless Steel	Forged Steel ASTM A 105	Compressed Asbestos-free
981, 983	Stainless Steel	Stainless Steel	Cast Steel ASTM A 216 Grade WCB	Compressed Asbestos-free

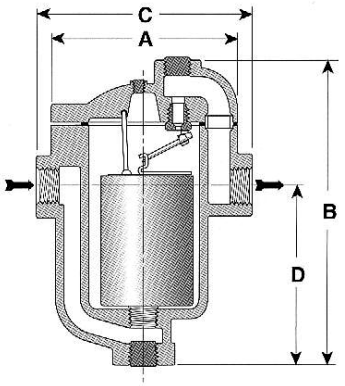


Figure 27-1.
Series 800

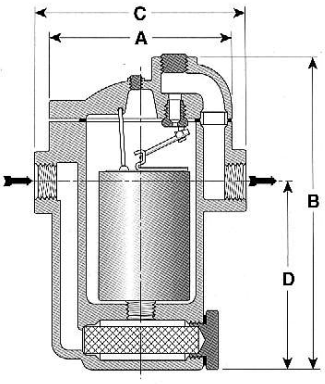


Figure 27-2.
Series 880 & 980

Physical Data

Table 27-1. Orifices, Maximum Operating Pressure
(See Chart 25-1 for cold water capacities at various pressures)

Model No.	800 BVSW 880 BVSW	811 BVSW 881 BVSW 211 BVSW	812 BVSW 882 BVSW 212 BVSW	312 BVSW	983 BVSW 813 BVSW 883 BVSW 213 BVSW 313 BVSW	981 BVSW
Orifice	psi	psi	psi	psi	psi	psi
1/4"	–	–	–	–	125	–
7/32"	–	–	–	–	180	–
3/16"	–	–	–	–	250	50
5/32"	–	–	125	–	450	85
1/8"	80	125	200	–	600	170
7/64"	125	200	250	600	–	250
#38	150	250	–	–	–	330

NOTE: Larger capacity models available. Consult your local Armstrong Representative or the Armstrong factory.
*All pressures above 250 psi are applicable only to Models 312 BVSW and 313 BVSW.

Table 27-2. Armstrong 800 Series Drain Traps

Model No.	800	811	812	813
Pipe Connections	1/2", 3/4"	1/2", 3/4", 1"	1/2", 3/4"	3/4", 1"
Test Plug (in)	1/4	1/4	1/2	3/4
"A" (Flange Diameter) (in)	3 3/4	3 3/4	5 5/8	7
"B" (Height) (in)	5 7/16	6 7/8	9 1/16	11 3/4
"C" (Face-to-Face) (in)	5	5	6 1/2	7 3/4
"D" (Bottom to ℄ Inlet) (in)	2 3/4	4 1/4	5 3/8	7 1/32
Number of Bolts	6	6	6	6
Weight (lbs)	5	6	15	27 1/2
Maximum Allowable Pressure (Vessel Design)	250 psig @ 450°F	250 psig @ 450°F	250 psig @ 450°F	250 psig @ 450°F
Max. Operating Pressure (psi)	150	250	250	250

Free Floating Lever Drain Traps

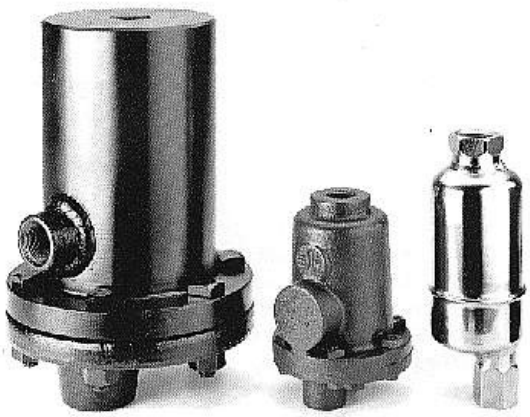
For Loads to 50,000 lbs/hr…Pressures to 1,000 psig

List of Materials

Table 29-1.

Model No.	Valve & Seat	Leverage System	Float	Body & Cap	Gasket
1-LD 2-LD 3-LD 6-LD	Stainless Steel	Stainless Steel	Stainless Steel	Cast Iron ASTM A 48 Class 30	Compressed Asbestos-free
11-LD 12-LD 13-LD	Stainless Steel	Stainless Steel	Stainless Steel	Sealed Stainless Steel, 304-L	—
32-LD 33-LD 36-LD	Stainless Steel	Stainless Steel	Stainless Steel	Forged Steel ASTM A 105	Compressed Asbestos-free

For information on special materials, consult the Armstrong Application Engineering Department.

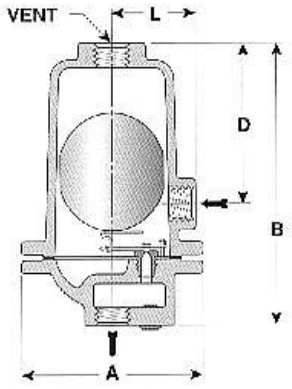


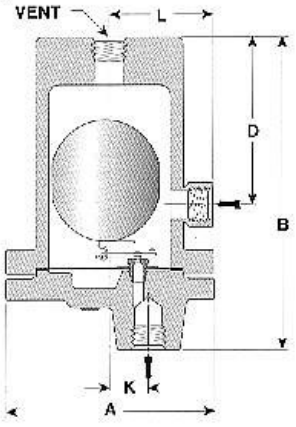
Physical Data

Table 29-2. Armstrong Guided Lever Liquid Drain Traps

Model No.	Cast Iron				Stainless Steel			Forged Steel		
	1-LD	2-LD†	3-LD†	6-LD†	11-LD	12-LD	13-LD	32-LD†	33-LD†	36-LD†
Pipe Connections	½"*	½", ¾"	¾", 1	1½", 2"	¾"**	¾"	1"	½", ¾", 1	¾", ¾", 1"	1¼", 2"
"A" (in)	3¾	5¼	6⅜	10¹⁵⁄₁₆	2¾	3¹⁵⁄₁₆	4½	6¾	8	11⅞
"B" (in)	5½	8	10⅝	17	7¼	8¹³⁄₁₆	11⅜	10³⁄₁₆	11¹⁵⁄₁₆	17⅛
"D" (in)	2⅞	4⅜	6²⁵⁄₃₂	6⅜	—	3	6⅛	5⅜	6⅛	9
"K" (in)	⁹⁄₁₆	—	—	—	⁹⁄₁₆	⅝	1⅜	1¼	1⅜	2⅛
"L" (in)	1⅞	2⅜	2⅝	4⅛	—***	2⅝	3²⁵⁄₃₂	3⅜	3⁹⁄₁₆	6 ⅛
Approx. Wt. (lbs)	4	13	22	80	1⅝	3¼	7½	31	49	163
Max. Allow. Pressure (Vessel Design)	300 psig 200°F††	250 psig @ 450°F	250 psig @ 450°F	250 psig @ 450°F	600 (100°F) 440 (500°F)	600 (100°F) 475 (500°F)	570 (100°F) 490 (500°F)	600 (100°F) 500 (750°F)	1000 (100°F) 600 (750°F)	1000 (100°F) 600 (750°F)

NOTE: Vessel design pressure may exceed float collapse pressure in some cases.
Pipe size of vent connection is same as that of inlet and outlet connections.
†Available in Type 316 stainless steel. Consult factory.
††For pressures not exceeding 250 psig, a maximum temperature of 450°F is allowed.
*¼" Outlet. **½" Outlet. ***No side connection.





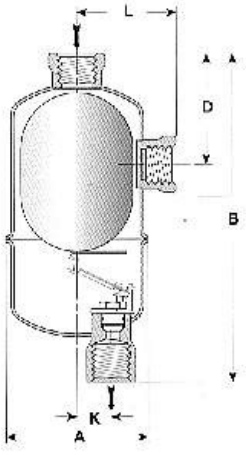
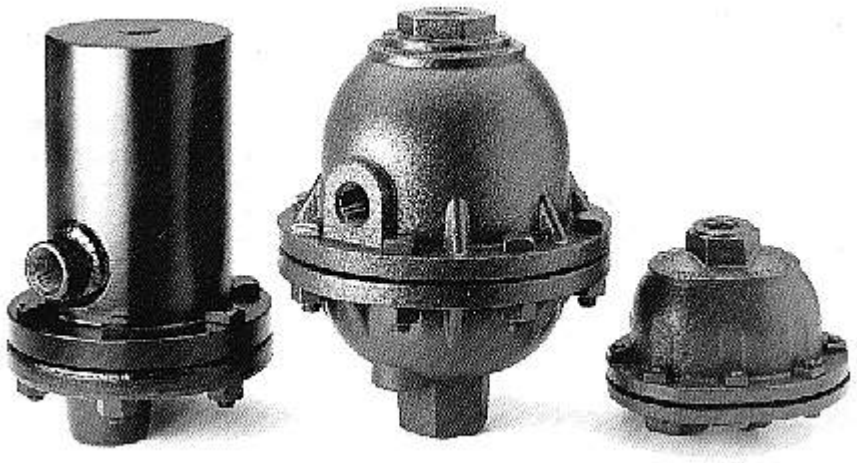


Table 28-1. Maximum Operating Pressures for Handling Different Specific Gravity Liquids with Orifices Available in Guided Free Floating Lever Drain Traps
(See pages 24-26)

Model No.	Sp. Grav.	1.00	.95	.90	.85	.80	.75	.70	.65	.60	.55	.50
	Orifice	Maximum Operating Pressure, psig										
1-LD	1/8	121	109	98	87	75	64	52	41	29	18	6
	7/64	143	130	116	103	89	75	62	48	35	21	7
	#38	182	164	147	130	113	95	78	61	44	26	9
	5/64	300	289	259	228	198	168	137	107	77	47	16
11-LD	1/8	176	161	146	130	115	100	85	69	54	39	24
	7/64	209	191	173	155	137	119	100	82	64	46	28
	#38	264	242	219	196	173	150	127	104	81	59	36
	5/64	400	400	384	344	304	264	224	183	143	103	63
2-LD to 250 psi 12-LD to 533 psi	5/16	22	20	18	17	15	13	11	10	8	6	4
	1/4	36	33	30	27	24	22	19	16	13	10	7
	3/16	79	73	67	60	54	47	41	35	28	22	16
	5/32	137	126	115	104	93	82	71	60	49	38	27
	1/8	234	215	196	178	159	140	121	102	83	65	46
	7/64	299	275	251	227	203	179	155	131	107	83	59
	#38	372	342	313	283	253	223	193	163	133	103	73
	5/64	533	475	461	417	372	328	284	240	196	152	108
32-LD	5/16	32	29	26	24	21	18	15	13	10	7	5
	1/4	52	48	43	39	34	30	25	21	16	12	8
	3/16	115	105	95	86	76	66	56	46	36	27	17
	5/32	198	181	164	147	130	114	97	80	63	46	29
	1/8	339	310	281	252	223	194	165	136	107	78	49
	7/64	434	397	360	323	286	248	211	174	137	100	63
	#38	540	494	448	402	355	309	263	217	171	124	78
	5/64	600	600	600	592	524	456	388	320	252	183	115
3-LD to 250 psi (Cast Iron) 13-LD to 570 psi (Stainless) 33-LD to 900 psi (Steel)	1/2	16	14	13	12	10	9	7	6	5	3	2
	3/8	33	31	28	25	22	19	16	13	10	7	4
	5/16	54	49	44	39	35	30	25	21	16	11	6
	9/32	71	65	59	52	46	40	34	27	21	15	8
	1/4	107	97	88	79	69	60	50	41	32	22	13
	7/32	153	139	126	112	99	85	72	59	45	32	18
	3/16	230	209	189	169	149	129	108	88	68	48	27
	5/32	359	328	296	264	233	201	169	138	106	74	43
	1/8	726	662	598	534	470	406	342	278	214	150	86
	7/64	900	847	765	683	601	520	438	356	274	192	110
6-LD Cast Iron	1 1/16	21	19	18	16	15	13	12	10	9	7	6
	7/8	32	30	28	26	23	21	19	16	14	12	9
	3/4	47	44	40	37	34	30	27	24	20	17	14
	5/8	72	67	61	56	51	46	41	36	31	26	21
	9/16	95	88	81	75	68	61	55	48	41	34	28
	1/2	138	128	118	108	99	89	79	69	59	50	40
	7/16	196	182	168	154	140	126	112	98	85	71	57
	3/8	250	250	250	243	221	199	177	155	133	111	90
	11/32	250	250	250	250	250	250	236	207	178	148	119
	5/16	250	250	250	250	250	250	250	250	228	191	153
	9/32	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	201
	1/4	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
	7/32	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
	3/16	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
36-LD Forged Steel	1 1/16	16	15	13	12	10	9	7	6	4	3	1
	7/8	25	23	21	18	16	14	11	9	7	5	2
	3/4	36	33	30	27	23	20	17	13	10	7	3
	5/8	56	51	46	41	35	30	25	20	15	10	5
	9/16	74	67	60	54	47	40	34	27	20	13	7
	1/2	107	97	88	78	68	58	49	39	29	19	10
	7/16	152	138	125	111	97	83	69	55	41	27	14
	3/8	240	218	197	175	153	131	109	87	65	43	21
	11/32	320	291	262	233	203	174	145	116	87	58	29
	5/16	411	374	336	299	262	224	187	149	112	74	37
	9/32	539	490	441	392	343	293	244	195	146	97	48
	1/4	788	716	644	573	501	429	357	286	214	142	70
	7/32	1,000	1,000	910	808	707	606	505	403	302	201	99
	3/16	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	992	826	660	494	328	163
Specific Gravity		1.00	.95	.90	.85	.80	.75	.70	.65	.60	.55	.50

Fixed Pivot and Snap Action Drain Traps



List of Materials

Table 31-1.

Model No.	Valve & Seat	Leverage System	Float	Body & Cap	Gasket
No. 21	Stainless Steel	Stainless Steel	Stainless Steel	Cast Iron ASTM A 48 Class 30	Compressed Asbestos-free
No. 71-A	Stainless Steel	Stainless Steel	Stainless Steel	Cast Iron ASTM A 48 Class 30	Compressed Asbestos-free
No. 21-312 No. 71-315	Stainless Steel	Stainless Steel	Stainless Steel	Forged Steel ASTM A 105	Compressed Asbestos-free

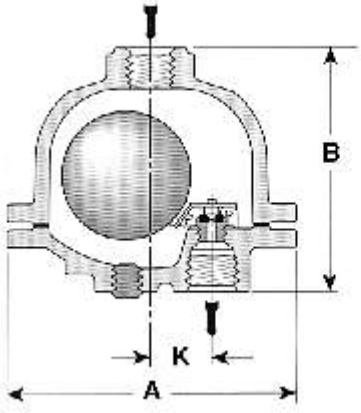
No. 71-315 cap is cast steel.

Physical Data

Table 31-2. Fixed Lever and Snap Action Drain Traps

Model No.	Cast Iron		Forged Steel	
	21†	71-A*	21-312†	71-315*
Pipe Connections	½", ¾"	¾, 1"	½", ¾"	¾, 1", 1¼"
"A" (in)	6⅜	8½	6⅜	9¾
"B" (in)	5¼	10⅜	10⅜	15⅝
"D" (in)	—	4⅛	5⅜	7⅜
"K" (in)	1⅝	—	1⅛	—
"L" (in)	—	3½	3⅝	4⅝
Weight, lbs	8	29	30	92
Max. Allow. Pressure (Vessel Design)	250psig@ 450°F	250psig@ 450°F	600psig@100°F 500psig@750°F	1000psig@100°F 800psig@750°F

*Snap action drain traps should not be used where load exceeds 120 lbs/hr. Use on greater loads shortens spring life.
†Available with cast 316 stainless steel body and all stainless steel internals. Consult factory.



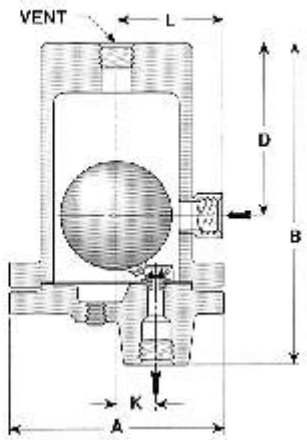


Table 30-1. Maximum Operating Pressures for Handling Different Specific Gravity Liquids with Orifices Available in Fixed Lever and Snap Action Drain Traps (See pages 24 -26)

Model No.		Sp. Gr.	1.00	.95	.90	.85	.80	.75	.70	.65	.60	.55	.50
		Orifice (in)	Maximum Operating Pressure, psig at 100°F										
21		1/4	22	20	18	16	15	13	11	10	8	6	4
		7/32	28	26	24	21	19	17	15	12	10	8	6
		9/16	38	35	32	29	26	23	20	17	14	11	8
		5/32	54	50	46	41	37	33	29	24	20	16	11
		3/8*	67	62	56	51	46	40	35	30	24	19	14
		1/8	84	78	71	64	58	51	44	37	31	24	17
		3/32	148	136	124	112	101	89	77	66	54	42	30
		5/64	210	193	176	160	143	126	110	93	77	60	43
		1/16	250	250	250	245	220	194	168	143	117	92	66
21-312*	3/8 oz. Float	1/4	42	39	36	33	30	28	25	22	19	16	13
		7/32	54	51	47	43	40	36	32	28	25	21	17
		3/16	74	69	64	59	54	49	44	39	34	28	23
		5/32	200	197	182	168	153	139	125	110	96	82	67
	4½ oz. Float	9/64	229	211	200	200	189	171	153	136	118	100	83
		1/8	288	266	243	221	200	200	193	171	148	126	104
		3/32	500	465	426	387	348	309	270	231	200	200	162
	6 oz. Float	5/64	589	533	500	500	495	440	384	329	274	218	200
		1/16	600	600	600	600	563	500	500	500	420	335	250
71-A & 71-315		1/4	10	10	10	10	**	**	**	**	—	—	—
		9/16	20	20	20	20	**	**	**	**	—	—	—
		1/8	100	100	100	100	**	**	**	**	—	—	—
		7/64	200	200	200	200	**	**	**	**	—	—	—
71-A		5/64	250	250	250	250	—	—	—	—	—	—	—
71-315		3/64	500	500	500	500	—	—	—	—	—	—	—
		1/16	1,000	1,000	1,000	1,000	—	—	—	—	—	—	—

NOTE: If actual specific gravity falls between those shown in above table, use next lower.
EXAMPLE: If actual gravity is 0.73, use 0.70 gravity data.
*5/32" orifice (and smaller) utilizes higher leverage mechanism designated 21-312V.
**For applications on liquids of specific gravity .65 to .85, consult factory.

ANEXO 5

PROCEDIMIENTO PARA PRE-VIAJE

Compañía Bananera del Atlántico COBAL
Operaciones Limón
Hoja de Inspección de previaje y reparación de unidades de refrigeración

Repare cualquier desperfecto detectado durante la inspección

Cont. No. _____ **Serie** _____ **Horometro** _____ **Terminal** _____ **Fecha** _____

1 ☐ Saque el cable de potencia y el plug, inspeccione por desgaste y condición de los alambres
2 ☐ Revise que la longitud del cable sea mínimo 20 mts y si tiene un splice kit, que se encuentre bien instalado (un splice kit por cable a una longitud adecuada, según el sop)
3 ☐ Inspeccione los motores de condensador y de evaporador, por reventaduras en su respectivas
4 ☐ bases y verifique el estado de los tornillos y ajuste o cambie. Repare cualquier daño encontrado
5 ☐ Inspeccione los tornillos de la base del compresor y compruebe que no tenga reventaduras
6 ☐ Inspeccione que la válvula de alivio se encuentre en buen estado
7 ☐ Inspeccione visualmente por presencia de corrosión y manchas de aceite, repare cualquier daño encontrado
8 ☐ Inspeccione el panel eléctrico por lo siguiente:
- ☐ Quemaduras
- ☐ Cables desgastados y/o expuestos
- ☐ Terminales flojas
- ☐ Fusibles
- ☐ Bloque de Fusibles
- ☐ Luces indicadoras
- ☐ Interruptores ST, CFS, DT
- ☐ Cableado y componentes bien sujetos y bien protegidos

9 ☐ En caso de unidades análogas, revisar que las tarjetas de circuitos impresos estén bien sujetas
10 ☐ Una vez revisado el panel, proceda a limpiar el polvo de los componentes, utilizando brocha y dieléctrico

Nota: repare cualquier daño encontrado

11 ☐ Conecte el cable de potencia, posicionarse a un lado del receptáculo y girar el interruptor de la toma eléctrica hacia la posición ON.
12 ☐ Encienda la unidad de refrigeración y verifique que las puertas y ventilas estén cerradas
13 ☐ Inspeccione que el ajuste de corriente este en 19 amperios, ajuste de ser necesario
14 ☐ La programación de modulación debe ser 0,5 grados centígrado
15 ☐ El arranque del compresor debe estar retrasado 0 segundos
16 ☐ El ciclo de descongelamiento a 6 horas
17 ☐ La acción de falla debe estar en "C", en las unidades CARRIER 69 NT-40
18 ☐ Inicie el previaje automático hasta que la unidad comience a modular
19 ☐ Una vez concluido el previaje automático, ajuste el selector de temperatura y verifique que la válvula stepper este operando
20 ☐ Revise los puertos de inyección de CA, y coupling de las tomas de agua, deben estar en buenas condiciones, y adecuadamente lubricados. Los puertos de CA, deben tener placa antirrobo
21 ☐ Limpie y lubrique con dieléctrico el puerto RM de conección. Repare cualquier daño detectado
22 ☐ Ajuste el set point a cero centígrados 0 oC, 32 oF
23 ☐ Verifique la rotación de los motores de los abanicos del condesador y evaporador, mida el amperaje del compresor y motores de condensador y evaporador. Corregir cualquier daño
24 ☐ Verifique el nivel de refrigerante en el compresor. Unidades CARRIER aprox. 3/8 de la mirilla: unidades Klinge aprox. 50% de la mirilla. Nota con la unidad encendida
25 ☐ Verificar el nivel de refrigerante, utilice los manómetros de acuerdo al tipo de refrigerante
26 ☐ Verifique la versión SOFT WARE, actualice de ser necesario

Inspeccione visualmente los siguiente: Repare cualquier daño detectado.

- ☐ Caps de las tomas de agua
- ☐ Tubería de refrigeración bien sujeta y aislada debidamente
- ☐ Caja de conección del compresor bien asegurada y los terminales bien protegidos
- ☐ Caps de las válvulas de servicio colocadas en su lugar
- ☐ Drenajes de descongelamiento limpia
- ☐ TXV, en unidades análogas con el bulbo y cuerpo bien aislados
- ☐ Puerta, visagra, tornillería y empaque del panel eléctrico estén en buen estado

27 ☐ Compruebe que las lecturas de sensores de suministro y retorno primarios versus secundarios, tengan una diferencia
28 máxima entre estos, no mayor de 0,5 C: una diferencia mayor debe ser corregida
29 ☐ Una vez finalizado el previaje ajuste la temperatura a 14,4 C o 13,9 C, según se indique y ajuste la ventila al 10% o bien se indique
30 ☐ Una finalizado, apague la unidad, retorne el cable de potencia a su compartimiento
31 ☐ Coloque la etiqueta de previaje según corresponda de 40 a 48 pies

Observaciones: _____

Tiempo Utilizado

Nombre técnico _____ Firma técnico _____ Firma Supervisor _____

6648-IMPRENTA Y LIT. EL UNIVERSO TEL.710-7521

Nº. REPARACION	ALFA	CONTENEDOR	HOROMETRO	Nº. SERIE	DAÑOS

FECHA | Nº EMPLEADO | TIEMPO UTILIZADO | NOMBRE DEL EMPLEADO | FIRMA

ABREVIATURAS

HSP: HUECO SUBPISO
HT: HUECO -TECHO
PTD: PISO TEE DOBLADO
SPT: SOLDAR PISO TEE
LDS: LAMINA DEFLECTORA SUELTA
HED: HUECO EXTERNO DERECHO
HEI: HUECO EXTERNO IZQUIERDO
SC: SOPORTE CONDESANDOR
HI: HUECO INTERNO Y CIELO RAZO
PD: PUERTA DAÑADA
SPC: SOLDAR PISO COMPRESOR
RSP: RAJADURA SUBPISO

FIRMA DEL SUPERVISOR

6630•IMPRENTA Y LIT. EL UNIVERSO TEL.710-7521

INFORMACION PARA FACTURAR
NOMBRE COMPAÑIA
CONTENEDOR
CHASSIS
GENSET
ELR #

	RESPONSABLE
	Departamento M&R
	Banano
	Otros vegetales
	Carga Comercial
	Estibadora/Barco
	Transportista
	Garantia
	Dueño del Equipo (Lessor)
	GPO

	MOTIVO DE LA REPARACION		
	INSPECCION DE PM		ACCIDENTE/DAÑO
	INSPECCION DE PT		MODIFICACION
	PM MANTENIMIENTO CORRECTIVO		PREPARACION DE EQUIPO
	PT MANTENIMIENTO CORRECTIVO		DESALQUILAR/DESECHO
	OTRO MANTENIMIENTO CORRECTIVO		INSPECCION EXTERNA
	REPARACION IMPROPIA		ALERTA DE CALIDAD

CHIQUITA
ORDEN DE TRABAJO

No. de Terminal	No. Orden Trabajo Chiquita
	33267

☐ No. Orden de Trabajo Continuo

No. ORIGINAL ORDEN DE TRABAJO

FECHA INICIO MES / DIA / AÑO	NUMERO UNIDAD	DIGITO DE CHEQUEO	LECTURA DEL HUB/HOR:	NUMERO DE SERIE	NOMBRE DEL MECANICO

PARTES

CODIGO SISTEMA	NUMERO PARTE	QTY REQ	QTY REC	LOC	DESCRIPCION	No. Orden Trabajo JDE

SUPERVISOR | DESP. | FECHA FINALIZACION MES / DIA / AÑO

TRABAJO

EXPLIQUE EL TRABAJO REALIZADO	No. Empleado	CODIGO SISTEMA	TIEMPO USADO

SISTEMA	LLANTAS	PROFUND. TACO	No LLANTAS QUITADAS	No LLANTAS INSTALADAS	N	R	U
1701	I.F.E						
1702	I.F.I						
1703	I.T.E						
1704	I.T.I						
1705	D.F.E						
1706	D.F.I						
1707	D.T.E						
1708	D.T.I						

11685 • IMPRENTA EL UNIVERSO • TEL: 710-7521

ANEXO 6

PROCEDIMIENTO PARA PM

INFORMACION PARA FACTURAR
NOMBRE COMPAÑIA
CONTENEDOR
CHASSIS
GENSET
ELR #

	RESPONSABLE
	Departamento M&R
	Banano
	Otros vegetales
	Carga Comercial
	Estibadora/Barco
	Transportista
	Garantia
	Dueño del Equipo (Lessor)
	GPO

	MOTIVO DE LA REPARACION		
	INSPECCION DE PM		ACCIDENTE/DAÑO
	INSPECCION DE PT		MODIFICACION
	PM MANTENIMIENTO CORRECTIVO		PREPARACION DE EQUIPO
	PT MANTENIMIENTO CORRECTIVO		DESALQUILAR/DESECHO
	OTRO MANTENIMIENTO CORRECTIVO		INSPECCION EXTERNA
	REPARACION IMPROPIA		ALERTA DE CALIDAD

CHIQUITA
ORDEN DE TRABAJO

No. de Terminal	No. Orden Trabajo Chiquita
	24466

☐ No. Orden de Trabajo Continuo

No. ORIGINAL ORDEN DE TRABAJO

FECHA INICIO (MES / DIA / AÑO)	NUMERO UNIDAD	DIGITO DE CHEQUEO	LECTURA DEL HUB/HOR:	NUMERO DE SERIE	NOMBRE DEL MECANICO

PARTES

CODIGO SISTEMA	NUMERO PARTE	QTY REQ	QTY REC	LOC	DESCRIPCION	No. Orden Trabajo JDE

SUPERVISOR | DESP. | FECHA FINALIZACION (MES / DIA / AÑO)

TRABAJO

EXPLIQUE EL TRABAJO REALIZADO	No. Empleado	CODIGO SISTEMA	TIEMPO USADO

SISTEMA	LLANTAS	PROFUND. TACO	No LLANTAS QUITADAS	No LLANTAS INSTALADAS	N	R	U
1701	I.F.E						
1702	I.F.I						
1703	I.T.E						
1704	I.T.I						
1705	D.F.E						
1706	D.F.I						
1707	D.T.E						
1708	D.T.I						

11685 • IMPRENTA EL UNIVERSO • TEL: 710-7521

Compañía Bananera del Atlántico COBAL
Operaciones Limón
Hoja de Inspección de Mantenimiento Preventivo

Repare cualquier defecto que se encuentre mientras se efectuando la inspección.
Asegurese de cargar la reparación al código del sistema apropiado

Cont. No. _____ **Serie** _____ **Horometro** _____ **Terminal** _____ **Fecha** _____

☐ 1 Inspeccione visualmente si hay daños, herrajes sueltos, partes faltantes, escapes de refrigerantes y las mangueras de drenaje del evaporador.
☐ 2 Inspeccione visualmente el puerto de inyección, la válvula de anillo del escape de presión (PRV). Revise el aseguramiento del amortiguador de aire fresco, coloque la abertura del damper a posición cerrada.
☐ 3 Inspeccione por daños y desgaste o deterioro del cable de potencia (longitud mínima 20). Los tapones y receptáculos eléctricos simulados. Revise el plug de conección de potencia.
☐ 4 Inspeccione el estado y la montadura del los abanicos del evaporador y condensador.
☐ 5 Pruebe los condensadores enfriados por agua.
☐ 6 Inspeccione los contactos de los arrancadores magnéticos.
☐ 7 Revise la acidez del aceite del compresor. Utilice el kit de prueba.
☐ 8 Revise el aseguramiento del porta tarjeta del frente.
☐ 9 Instale los manómetros de acuerdo al refrigerante utilizado. Medir las presiones de alta y baja

Lado Alta	Lado Baja

psig

☐ 10 Encienda la unidad de refrigeración, ajuste el punto fijo a menos -17.8 C. Espere que la unidad comience a modular e inicie el previaje automático.
☐ 11 Revise las indicadoras y todos los códigos.
☐ 12 Revise el nivel de refrigerante.
☐ 13 Después de aprox. 20 minutos de estar operando al unidad revise el nivel de aceite del compresor observando a travez de la mirilla del mismo.
☐ 14 Asegurese de la correcta rotación y funcionamiento de los abanicos del evaporador y el condensador.
☐ 15 Asegurese de que el filtro deshidratador este en buenas condiciones de funcionamiento.
☐ 16 Mida el amperaje del compresor y de los abanicos de evaporador y condensador.

COMPRESOR	EFM 1	EFM 2	CFM

Amperios

☐ 17 Revise el funcionamiento del switch de presión.

Apertura	Cierre

psig

☐ 18 Revise el funcionamiento del sistema de Defrost.
☐ 19 Descargar la memoria del controlador y verifique su ID.
☐ 20 En las unidades CARRIER revise lo siguiente:

		OK
Intervalo defrost	6 hrs	
Limite corriente	18 amp	
Acción de falla	C	

☐ 21 Verifique el contador de horas.

	hrs
Contador	

☐ 22 Verificar que los drenajes del evaporador estén funcionando.
☐ 23 Elimine el herrumbre y pinte las áreas necesarias.
☐ 24 Lave toda la unidad de refrigeración, incluyendo el serpentín del condensador.
☐ 25 Inspeccione el exterior y el interior del cajón por daños y marquelo.
☐ 26 Inspeccione las puertas, empaques, herrajes de cierre, bisagras, cadenas de tope y ganchos.
☐ 27 Inspeccione la instalación y el funcionamiento de la 4 válvulas de drenaje automático.
☐ 28 Revise por daños el grille del evaporador y elimine toda obstrucción.
☐ 29 Lubrique las cerraduras de las puertas traseras.
☐ 30 Actualice la etiqueta de PM y coloque la etiqueta verde según corresponda 40 o 43 pies.

Observaciones: _____

_____

_____

_____

_____ Nombre técnico

_____ Firma técnico

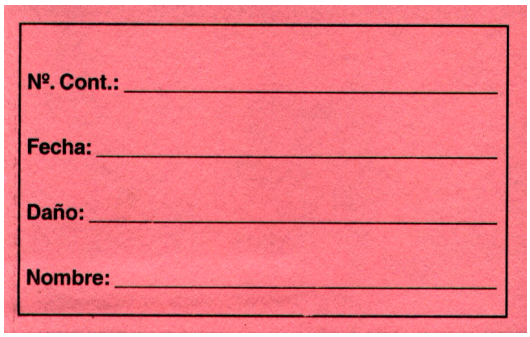
_____ Firma Supervisor

#11585 • IMPRENTA EL UNIVERSO • TEL 710-7521

ANEXO 7

DOCUMENTOS

Figura 47. Boleta Roja.

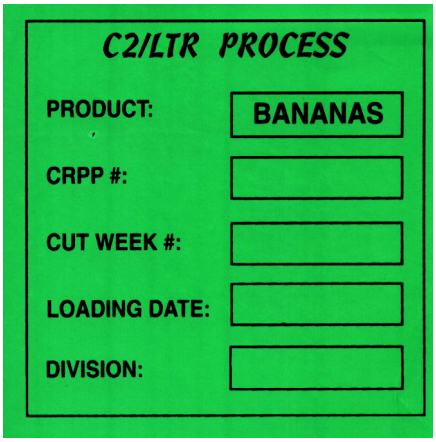


Esta boleta es empleada para reportar los daños y asignar una clasificación de daños al contenedor.

Figura 48. Sticker de NHB.

Se coloca en un contenedor que no puede ser reparado por falta de repuestos en la bodega.

Figura 49. Sticker de C2



Es usada para distinguir los contenedores que se encuentran cargados con fruta tipo C2.

Figura 50. Solicitud de materiales.

COMPAÑIA BANANERA ATLANTICA, LTDA.
DEPARTAMENTO DE OPERACIONES PORTUARIAS
ALMACEN DE MATERIALES, LIMON

SOLICITUD DE MATERIALES

DEPARTAMENTO: CONTENEDORES		No. EMPLEADO:	CTA.
FECHA:		EQUIPO No.:	USO:

#	No. PARTE / STOCK	DESCRIPCION	CANTIDAD
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

OBSERVACIONES:	
SOLICITADO:	FIRMA:
AUTORIZADO:	FIRMA:
DESPACHADO:	FIRMA:

12453•IMPRENTA Y LIT. EL UNIVERSO TEL.710-7521

Los técnicos la utilizan para solicitar materiales a la bodega. Debe estar firmada por un supervisor para tener validez.