

DISEÑO DE UNIDAD BARNIZADORA PARA EL RECUBRIMIENTO DE
TUBOS UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA PATROLERA PARA
TUBOCARIBE S.A.

JHON HERRERA LUCAS
ORLANDO TAMARA ALFARO

CORPORACION UNIVERSITARIA TECNOLOGICA DE BOLIVAR
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
CARTAGENA DE INDIAS, DT, H Y C.

2002

DISEÑO DE UNIDAD BARNIZADORA PARA EL RECUBRIMIENTO DE
TUBOS UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA PATROLERA PARA
TUBOCARIBE S.A.

JHON HERRERA LUCAS
ORLANDO TAMARA ALFARO

Trabajo de grado para optar el titulo de Ingenieros Mecánicos

Director
NESTOR RODRIGUEZ SANCHEZ
Ingeniero de Productividad y Calidad

CORPORACION UNIVERSITARIA TECNOLOGICA DE BOLIVAR
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
CARTAGENA DE INDIAS, DT, H Y C.

2002

Cartagena, abril 15 de 2002

Señores:

CORPORACION UNIVERSITARIA TECNOLOGICA DE BOLIVAR
COMITÉ DE EVALUACION DE PROYECTOS
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
L. C.

Respetados señores:

Mediante la presente me permito poner a su consideración el trabajo de grado titulado " DISEÑO DE UNIDAD BARNIZADORA PARA EL RECUBRIMIENTO DE TUBOS UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA PETROLERA PARA TUBOCARIBE S.A, elaborado por los estudiantes: ORLANDO RENE TAMARA ALFARO Y JHON ADRIAN HERRERA LUCAS para poder obtener el titulo de Ingenieros Mecánicos.

Agradezco la atención que esta merezca.

NESTOR RODRIGUEZ.
Ing. de Productividad y Calidad.

Cartagena, abril 15 de 2002

Señores:

CORPORACION UNIVERSITARIA TECNOLOGICA DE BOLIVAR
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

L. C.

Respetados señores:

Cordialmente nos dirigimos a ustedes, con el fin de presentar a consideración para su estudio y aprobación, el trabajo de grado titulado “ DISEÑO DE UNIDAD BARNIZADORA PARA EL RECUBRIMIENTO DE TUBOS UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA PETROLERA PARA TUBOCARIBE S.A, poder optar el titulo de Ingenieros Mecánicos.

Atte.

ORLANDO TAMARA ALFARO

Cod: 01-03-855.

JHON HERRERA LUCAS

Cod: 00-03-358.

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Cartagena, 15 de abril de 2002

RESUMEN

En el presente trabajo se dieron diversos tipos de investigaciones basándonos en el método de investigación de desarrollo tecnológico y experimental, dada las características de sus etapas.

El diseño será de gran utilidad para TUBOCARIBE. La realización de este trabajo implica una serie de factores que no los podían desarrollar un sola persona, tanto por el tiempo a emplear en investigación que habría que hacer, como la magnitud de su costo. Primero se procedió a estudiar y calcular los diferentes dispositivos que conformaban el circuito de bombeo. Se hizo un estudio minucioso de las ventaja y desventaja de la barnizadora que se encuentra actualmente, como también se tomo una recopilación de sugerencias y quejas de los trabajadores de e la planta. Basándonos en estos se procedió a diseñar la estructura optima de la nueva barnizadora haciéndola muy segura tanto para los interés de la empresa como la de los trabajadores. En general se encontró muy buen disponibilidad de materiales y mano de obra calificada, en el transcurso de el trabajo surgieron algunas dificultades que gracias a la colaboración espontánea y desinteresadas de algunas personas y entidades, fueron pronta y satisfactoriamente solucionadas.

Con este diseño podemos garantizar la máxima recuperación de barniz, y de esta forma disminuir su alto consumo, gracias a que se tuvieron en cuenta hasta el mas mínimo detalle con respecto a las distintas variables que se presenta en el proceso de la atomización y las diferentes formas posibles de

recuperación de este., tomando atenta nota de los diferentes problemas que se venían presentando. La nueva maquina barnizadora cuenta con un dispositivo de extracción en su parte superior con el fin de sacar los gases producidos por el barniz y de esta forma evitar la contaminación de el sitio de trabajo, el cual es uno de los problemas mas significativos que se tiene actualmente, ya que este afecta directamente la salud de las personas que laboran cerca de el sitio de barnizado y de manera mas fuerte a los operadores de ello.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO REFERENCIAL

1.1 MARCO TEORICO

2. CORROSION

2.1 CLASE DE ATMÓSFERA

2.2 FACTORES QUE INFLUENCIAS LAS CORROSIVIDADES DE ATMÓSFERA.

2.2.3 Contenido de polvo

2.2.4 Gases en la atmósfera

2.2.5 Humedad condensada.

2.3 CONDICIONES PARA PROTEGER CONTRA LA CORROSION

2.3.1 Proporcionar una buena barrera al vapor

2.3.2 Inhibir contra la corrosión

2.3.3 Proporcionar larga a bajo costo

3. PINTURA

3.1 CLASE DE PINTURA

3.1.1 Laca

3.1.2 Esmalte

3.1.3 Barniz

3.1.4 Vinilo

3.1.5 Bases

3.2 COMPOSICION

3.2.1 Resinas

3.2.2 Pigmentos

3.2.3 Disolventes

3.2.4 Aditivos

3.3 CONDICIONES DE APLICACIÓN

3.3.1 Ventilación

3.3.2 La humedad y el inspector de pintura

3.4 METODO Y EQUIPO DE APLICACIÓN DE PINTURA

3.4.1 Brocha

3.4.2 Rodillo

3.4.3 Pistola convencional (Con aire)

3.4.4 Pistola sin aire

4. SENSORES

4.1 DETECTORES INDUCTIVO DE PROXIMIDAD

4.1.1 Factores de corrección de el objetivo para detectores inductivo de proximidad

4.1.2 Detectores de proximidad capacitivos.

5. BOMBAS

5.1 MAQUINAS ROTATORIAS

5.1.1 Aplicaciones

5.1.2 Restricciones

5.1.3 Ventajas

5.1.4 Materiales

6. SIMULADORES

6.1 FACTORYLINK

6.2 SOFTWARE FLASH 4.0

6.2.1 Requisito de el sistema para la creación de flash 4.0

6.2.2 Novedades de flash 4.

7. CAPACIDAD DE LA MAQUINA

8. GENERALIDADES DE LA MAQUINA BARNIZADORA

8.1 DESCRIPCION DE LA MAQUINA

8.2 DESCRIPCION DE LAS PARTES DE LA MAQUINA BARNIZADORA

8.2.1 Equipo de bombeo y control de variables

8.2.1.1 Bomba de tornillo

8.2.1.2 Filtros

8.2.1.3 Válvula de check

8.2.1.4 Válvula de control caudal-direccional

8.2.1.5 Válvula direccional 2/2

8.2.1.6 Válvula on / off

8.2.2 Sistema de extracción de vapores contaminantes

8.2.3 Cuerpo de la maquina

8.2.3.1 Ducto de entrada y salida del ducto

8.2.3.2 Cámara de atomizado

8.2.3.3 Aro de atomizado

8.2.3.4 Deposito inferior

8.2.3.5 Campana para extracción de vapores contaminantes

8.2.3.6 Conducto de escape de vapores

8.2.3.7 Soporte del cuello de la maquina

8.4.1 Deposito exterior

8.4.2 Software de adquisición y control de variables

8.3 SELECCIÓN DE BOQUILLA BARNIZADORA

8.4 ANALISIS DE EL BARNIZ Y RECOMENDACIONES

9. FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINA BARNIZADORA

10. CALCULO DE LA MAQUINA BARNIZADORA

10.1 CIRUITO DE BOMBEO

10.2 CALCULO DE ELEMENTO DE EL SISTEMA DE BOMBEO

10.2.1 Selección de la bomba

10.2.1.1 Accionamiento de la bomba

10.2.2 Selección del deposito exterior

10.2.2.1 Capacidad del deposito

10.2.3 Selección de filtros

10.2.4 Acoples para mangueras

10.2.5 Selección de válvulas

10.3 SELECCIÓN DE SENSORES

10.3.1 Sensor de proximidad inductivos

10.3.2 Sensor de proximidad capacitivo

10.4 CALCULO DE EL VENTILDOR DE EXTRACCIÓN DE GASES

11. MANTENIMIENTO

11.1 OBJETIVO DE EL MANTENIMINTO

11.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO

11.2.1 Mantenimiento correctivo

11.2.1.1 Desventaja de el mantenimiento correctivo

11.2.2 Mantenimiento periodico

11.2.3 Mantenimiento programado

11.2.4 Mantenimiento predictivo

11.2.5 Mantenimiento preventivo

11.2.5.1 Implementación de el mantenimiento preventivo

11.2.5.2 Condiciones mínimas para implementar un mantenimiento Preventivo

11.2.5.3 Ventajas de el mantenimiento preventivo

12. MANUAL DE MANTENIMIENTO

12.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

12.2 OBJETIVO

12.3 RECOMENDACIONES

12.3.1 Diariamente

12.3.2 Semanalmente

12.3.3 Mensualmente

12.3.4 Anualmente

13. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

13.1 OBJETIVO DE EL ESTUDIO

13.1.1 Objetivo general

13.1.2 Objetivo específico

13.2 METODOLOGÍA

13.3 DESCRIPCIÓN DE EL ESTADO DE REFERENCIA

13.3.1 Ubicación geográfica

12.3 PRESENTACION DE EL PROYECTO

- 12.3.1 Materias primas y otros suministros utilizado en el proceso
- 12.3.2 Producto terminado
- 12.3.3 Almacenamiento, distribución y ventas de productos terminados
- 12.4 IDENTIFICACION Y EVALUACIÓN DE EFECTOS
 - 12.4.1 Reglamentación ambiental vigente
 - 12.4.2 Metodología de evaluación
 - 12.4.2.1 Calificación de los impactos
 - 12.4.2.2 Interacción proyecto ambiente
 - 12.4.3 Descripción de efectos ambientales
- 12.5 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL
 - 12.5.1 Etapa de construcción
 - 12.5.2 Etapa de operación
 - 12.5.3 Cronograma de actividades
- 13 EVALUACION ECONOMICA
- 14.1 EVALUACION DE ALTERNATIVAS
 - 14.1.1 Condiciones generales de evaluación
- 14.2 ANALISIS DE COSTO
 - 14.1.1 Inversión inicial
 - 14.1.2 Costos por mantenimiento
 - 14.1.3 Costos por reemplazo

INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta que actualmente se tienen problemas en las unidades barnizadoras en la empresa TUBOCARIBE S.A., por el alto consumo de barniz que se está presentando, la empresa a requerido del diseño de la barnizadora que presente el estado más crítico (Barnizadora nave 5), y pensando en el futuro de la empresa se necesitara de una unidad que recubra tubos de mayor diámetro de los que actualmente se están produciendo.

La contaminación del puesto de trabajo de los operadores por la presencia de barniz en medio ambiente, es otro de los problemas que se presentan en este equipo, esto ocurre debido a que en el sistema está diseñado de tal forma que el barniz que es atomizado sale a la atmósfera sin ningún problema contaminándola de manera inmediata, ya que no cuenta con un sistema eficiente de control que impida que este salga a la intemperie.

La empresa TUBOCARIBE en su deseo de optimizar el funcionamiento de la barnizadora (nave 5) se ha visto en la necesidad de corregir todas esas series de fallas que obstaculizan el proceso para que se realice de una manera más eficiente, para ello la empresa solicitó un nuevo diseño que llene las

expectativas mínimas requeridas, para su estudio y posible aprobación para su construcción.

El diseño será de gran utilidad para TUBOCARIBE. La realización de este trabajo implica una serie de factores que no los podían desarrollar un sola persona, tanto por el tiempo a emplear en investigación que habría que hacer, como la magnitud de su costo. A partir de aquí se presento a estudio de el consejo académico el anteproyecto de grado para el diseño de unidad barnizadora para el recubrimiento de tubos utilizado en la industria petrolera.

Una vez aprobado el anteproyecto, se procedió a ejecutar el diseño y el calculo de la misma, dimensionándolo hasta donde era posible y posteriormente dibujar cada una de las partes que conforman la maquina.

Cumplido la primera etapa de carácter teórico se continuo con una segunda etapa que era de tipo practico, en donde se procedió a estudiar y calcular los diferentes dispositivo que conformaban el circuito de bombeo. Se hizo un estudio minucioso de las ventaja y desventaja de la barnizadora que se encuentra actualmente, como también se tomo una recopilación de sugerencias y quejas de los trabajadores de e la planta. Basándonos en estos se procedió a diseñar la estructura optima de la nueva barnizadora haciéndola muy seguro tanto para los interés de la empresa como la de los trabajadores.

En el transcurso de este tiempo se fue construyendo la idea mas optima para erradicar completamente uno de los problemas mas graves en el sitio trabajo, como es a la contaminación ambiental producida por el barniz debido al disolvente que este utiliza. Se decidió diseñar un equipo de extracción de gases, y de esta forma abarcar con este problema.

En general se encontró muy buena disponibilidad de materiales y mano de obra calificada, en el transcurso de el trabajo surgieron algunas dificultades que gracias a la colaboración espontánea y desinteresada de algunas personas y entidades, fueron prontas y satisfactoriamente solucionadas, y es así como hoy se entrega para servicio de la empresa Tubocaribe S.A. y nuestro requerimiento de optar el título de Ing. Mecánicos ante la universidad tecnológica de Bolívar, esta maquina que con orgullo se ha realizado y que es el fruto de incontables sacrificios y desvelos, pero que finalmente brindan grandes satisfacciones, al sentir que hemos aportado una gran fuente de conocimientos para aquellos estudiantes que con interés estudien en un futuro nuestro proyecto, como también la satisfacción de haber aportado nuestro conocimiento reflejado en este trabajo a la empresa Tubocaribe S.A.

1. MARCO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 MARCO TEORICO.

La filosofía adoptada por la organización TUBOCARIBE a sido de absoluta devoción hacia la calidad total, para esto cuenta con completas instalaciones y equipos para control y aseguramiento de la calidad, no obstante hay que tener en cuenta que uno de los factores que tiene mayor repercusión en una empresa es la realización de procesos industriales eficientes. Sin embargo, normalmente el hombre de producción y mantenimiento están expuestos a incumplimientos, extensas y lentas jornadas de trabajo, y deficiencias en la realización de estos, por tal razón la empresa a optado por crear procesos mas simples y de mayor calidad.

En la actualidad las personas que integran las organizaciones de nuestro país han ido cambiando favorablemente su concepción de manejo de recursos y necesidades, la importancia de mantenerse competitivo en un medio empresarial cada día mas globalizado, hacen que sea necesario la optimización de los procesos productivos, dar mayores y mejores resultados con menos cantidad de insumos.

En una planta cualquiera, el desarrollo y mantenimiento de procesos son factores fundamentales para que la productividad de la misma, sea tal, que

dicha empresa pueda aumentar sus ingresos por productos terminados, sin que se vea afectada por imperfecciones no esperadas en sus sistemas de trabajo, equipos e instalaciones.

Para que se de una eficiente realización de un proceso, es necesario estar actualizado, y en lo posible delante de los demás.

El corregir una serie consecutiva de fallas que impiden que un proceso sea mas ágil, facilitan que se aumente la productividad de una empresa y se desarrolle una mejor calidad de información.

Un control eficiente y bien elaborado, convierte un proceso retardado en uno de gran velocidad de ejecución; elevando así los niveles y calidades de la producción.

2. CORROSIÓN

Corrosión es el ataque destructivo de un metal por reacción química o electroquímica con su medio ambiente. Los daños causados por medios físicos no se denominan corrosión sino erosión, abrasión o desgaste. En algunos casos el ataque químico va acompañado de daños físicos entonces se denomina corrosión-erosión, desgaste corrosivo o corrosión por fricción. Esta definición no incluye a los materiales no metálicos. Los plásticos pueden hincharse o agrietarse y romperse; la madera, abrirse o pudrirse; el granito, erosionarse y el cemento Portland, lixiviarse, pero en la actualidad el término corrosión se aplica sólo al ataque químico de los metales.

El término “aherrumbrado” u “oxidación” se aplica a la corrosión del hierro y de las aleaciones en las que éste es el metal base; en este proceso se forman productos de corrosión compuestos en su mayor parte por óxidos de hierro hidratados. Por lo tanto, los metales no ferrosos se corroe pero no se aherrumbran.

El hierro expuesto a la atmósfera en ausencia de la humedad se corroe a una velocidad despreciable. Por ejemplo, piezas de acero abandonadas en el desierto permanecen durante largos periodos del tiempo brillantes y sin siquiera empañarse. También, como se ha indicado antes, para que se establezca el proceso de corrosión es necesaria la presencia de un electrolito,

de aquí que en climas con temperaturas inferiores al punto de congelación del agua o superiores a las de la condensación acuosas sobre la superficie metálicas, la oxidación sea despreciable.

El hielo es un mal conductor electrolito. Sin embargo, la incidencia de la corrosión por la atmósfera depende no solo del contenido de humedad sino también del contenido de polvo y otras impurezas, algunas de las cuales favorecen la condensación de la humedad sobre la superficie metálica.

2.1. CLASES DE ATMÓSFERAS

La atmósfera puede variar mucho con respecto a la humedad, temperatura y contaminantes, por lo que las velocidades de la corrosión atmosférica varían considerablemente de unas partes a otras.

A medidas que nos acercamos a la costa el aire está cargado con crecientes cantidades de sales, en particular de ClNa . En las zonas industriales se encontraran cantidades apreciables de SO_2 , que se convierte en asido sulfúrico y cantidades menores de NH_3 , NO_2 y diversas sales en suspensión.

Un metal resistente en una atmósfera determinada puede perder efectividad en otro lugar, debido a que las características relativas de los metales pueden cambiar con la atmósfera.

El reconocimiento de las marcadas diferencias en la corrosividad ha aconsejado clasificar las atmósferas en diferentes tipos; los principales son: marino, industrial, tropical ártico urbano y rural.

También hay subdivisiones, tales como tropicales seco y húmedo, con grandes diferencias en la corrosividad.

2.2. FACTORES QUE INFLUENCIAN LAS CORROSIVIDADES DE ATMÓSFERA

Es importante recordar que en todas las atmósferas naturales, excepto las de mayor corrosividad, las velocidades de corrosión medias de los metales en general son por lo general inferiores cuando se exponen al aire que cuando se exponen a aguas naturales o a suelos.

Los siguientes son factores específicos que influyen la corrosividad de las atmósferas.

2.2.3. Contenido del polvo. El polvo es el principal contaminante de muchas atmósferas. Al aire normal de la ciudad contienen quizás 2 mg/m^3 mientras que las atmósferas de zonas de zonas industriales alcanzan 1000 mg/m^3 o aún más.

Se estima que en las ciudades industriales se depositan cada mes más de 30 ton. de polvo por kilómetro cuadrado.

Cuando este polvo se deposita sobre las superficies metálicas ejerce gran influencia sobre la velocidad de corrosión. Las atmósferas industriales pueden mantener en suspensión particular de carbón y de sus compuestos, óxidos metálicos, SO_4H_2 , $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$, ClNa y otras sales.

Las atmósferas marinas contienen partículas salinas que pueden ser arrastradas muchas millas tierra adentro, según la dirección y velocidad de los vientos predominantes. Estas sustancias combinadas con la humedad condensada inician la corrosión por formación de pilas galvánicas aireación diferencial o por que, a su naturaleza giroscópica, forman electrolitos sobre la superficie del metal.

Por estas razones el aire externo de polvo es menos apto para producir corrosión que el aire cargado de polvo, en particular si el polvo se compone de partículas solubles en agua o de partículas sobre las que el SO_4H_2 puede ser absorbido.

2.2.4. Gases en la atmósfera. El componente corrosivo más importante de las atmósferas industriales es el dióxido de azufre, que tiene su principal origen en la combustión del carbón, fuel-oil y gasolina.

Causa sorpresa que la elevada concentración de ácido sulfúrico en las atmósferas industriales y urbanas acorte de la vida de las estructuras metálicas.

El efecto más acusado para aquellos metales que no son particularmente resistentes al ácido sulfúrico, tales como el zinc, hierro, y menos causado para los metales más resistentes al ácido sulfúrico diluido, tales como plomo, aluminio y acero inoxidable. El cobre que forma una película protectora de sulfato de cobre básico es más resistente que el níquel o que la aleación de 70% Ni-Cu, ya que las correspondientes películas que se forman en estas aleaciones son menos protectoras.

2.2.5. Humedad condensada (Humedad Crítica). Es evidente que en una atmósfera no contaminada a temperatura constante no se espere corrosión apreciable sobre una superficie metálica limpia para ningún valor de humedad relativa por debajo de 100 %. Sin embargo, en la práctica, debido a las fluctuaciones normales de la temperatura (la humedad relativa aumenta cuando baja la temperatura) y a las impurezas higroscópicas de la atmósfera o del propio metal, la humedad relativa debe ser de un valor mucho más bajo de 100 % para que no se condense agua en la superficie.

2.3. CONDICIONES PARA PROTEGER CONTRA LA CORROSIÓN

2.3.1. Proporcionar una buena barrera al vapor. Todas las pinturas actuales son permeables en cierto grado de agua y al oxígeno. Unos vehículos son menos permeables que otros, pero su mejor comportamiento como barrera de difusión sólo se consigue a base de aplicar capas múltiples bien adherente, que sellan con efectividad los poros y otros defectos.

Las vías de difusión a través de una película de pintura aumentan cuando se añaden pigmentos.

2.3.2. Inhibir contra la corrosión. Los pigmentos que contienen la capa de importación (la capa en contacto con el metal) deberían ser inhibidores eficaces de corrosión. Cuando el agua alcanza la superficie del metal disuelve cierta cantidad de pigmento que la hace menos corrosiva.

Los pigmentos inhibidores de corrosión deberían ser lo suficiente soluble para proporcionar la concentración mínima de iones inhibidores necesaria para reducir la velocidad de corrosión, pero no en tal grado que en poco tiempo desaparezcan de la pinturas.

2.3.3. Proporcionar larga vida a bajo costo. La velocidad de deterioro de la pintura depende de la atmósfera a la que en cada caso está expuesta, que a su vez depende de la cantidad de polución atmosférica y de la cantidad de lluvia y de sol.

El color de la capa superior de la pintura, esto es, su capacidad de reflejar los rayos infrarrojos, y el tipo de vehículo empleado, tiene también su influencia.

Entre las pinturas de buena calidad empleadas en la protección en contra de la corrosión, en igualdad de otras condiciones, el comportamiento viene dado en gran parte en función del espesor final de la película de la pintura. Para conseguir una capa de un espesor determinado es mas ventajoso aplicar varias

capas en vez de una, probablemente debido a que los poros se cubren mejor cuando se hacen varias aplicaciones y también porque la evaporación y los cambios dimensionales que ocurren durante la polimerización se realizan de manera más convenientes en las películas delgadas.

3. PINTURAS

Es un producto generalmente líquido que al aplicarse sobre un objeto se adhiere a él y forma una capa o película sólida que cumple las funciones para las cuales fue diseñado.

Según su composición las pinturas sirven para proteger contra los agentes físico-químico del medio ambiente, como las bases anticorrosivas, o para decorar el objeto pintado, como los esmaltes sintéticos a base de aceite, o para cumplir objetivos especiales como las pinturas para demarcación de pavimentos.

3.1. CLASES DE PINTURAS.

Dentro del término pinturas están incluidos productos que teniendo alguna similitud en su composición y uso presenta diferencias entre sí. Entre ellos están las lacas, los esmaltes, los barnices, los vinilos y las bases.

3.1.1. Laca: Es una pintura que seca principalmente por la evaporación de sus componentes volátiles.

3.1.2. Esmalte: Es una pintura comúnmente brillante, coloreada y cubridora, que seca por oxidación como el oxígeno del aire como los esmaltes sintéticos a base de aceite, o por reacción con calor como los esmaltes horneables, o por reacción química como los esmaltes de poliuretano en dos componentes.

3.1.3. Barniz: Es una pintura con brillo o sin el, cuyo secamiento es similar al de los esmaltes pero diferenciándose de ello porque es transparente.

3.1.4. Vinilo: Es la pintura más popular, se distingue de las demás porque se diluye con agua y su secamiento se efectúa principalmente por evaporación de sus componentes volátiles.

3.1.5. Base: Se llama también imprimante “primer” su secamiento se lleva a cabo por evaporación o por reacción química, sus funciones son: facilitar la adherencia de todo el sistema de pinturas, proteger los metales contra la corrosión y mejorar la apariencia final del acabado.

3.2. COMPOSICIÓN

Las pinturas tienen una porción sólida formadora de película y una porción volátil que desaparece para facilitar el proceso de secamiento.

La parte sólida está compuesta principalmente de una o varias resinas y de uno o más pigmentos.

3.2.1. Las resinas: Son materiales sólidos, de origen natural (gomas, breas) o sintéticos (poliesteres, poliuretanos), solubles en determinados disolventes y que al secar forman una película dura, resistente a determinados agentes físicos y químicos.

De acuerdo con su composición química las resinas sirven para aglutinar los pigmentos, promover adherencia de la pintura a la superficie de aplicación, dar flexibilidad, dureza, brillo y resistencia a la acción destructiva promovida por el medio ambiente o por el uso.

Según la composición química las resinas son: alquídicas, fenólicas, de caucho sintético, vinílicas, acrílicas, celulósicas, maleicas, siliconas, epoxicas, poliuretano, etc.

3.2.2. Los pigmentos: Son materiales sólidos de origen natural (óxido de hierro, carbón) o sintéticos (azules y verdes talocianinos), insolubles en los disolventes y en los demás componentes de la pintura.

Por el oficio que desempeñan puede ser:

- **Activos:** Aquellos que proporcionan color, poder de ocultar la superficie donde se aplica la pintura, decoración, protección contra determinados ataques (la corrosión por ejemplo) o funciones muy especiales como fosforescencia.

- **Inactivos:** Son los pigmentos que no dan color ni ocultan la superficie pero, sin dañar las propiedades de la pintura, aumentan su volumen y en algunos casos cumplen una función especial, como matizar por ejemplo.

3.2.3. Los disolventes: Líquidos volátiles, de origen natural como el agua o sintéticos como la acetona. Se emplea para facilitar la aplicación de la pintura, regular el secamiento, facilitar la penetración en la superficie de aplicación y como consecuencia, mejorar la adherencia y permitir la obtención de mejor acabado final.

3.2.4. Los aditivos: Son materiales de muy variada composición química. Se emplea en cantidades relativamente pequeñas y cumplen funciones muy específicas. Entre los aditivos más comunes se pueden citar los siguientes:

- **Dispersantes:** Mantienen separadas las partículas de los pigmentos.
- **Humectantes:** Facilitan la humectación de los pigmentos.
- **Antidesgastantes:** Previenen la sedimentación de componentes sólidos de la pintura.
- **Antínatas:** Previenen la formación de natas en pinturas de secado al aire.
- **Secantes:** Aceleran el secamiento de algunas pinturas.
- **Espesantes:** Aumentan la viscosidad.
- **Matizantes:** Disminuyen el brillo de la pintura aplicada.

3.3. CONDICIONES DE APLICACIÓN

Una de las causas más frecuentes de fallas de las pinturas es la aplicación bajo condiciones ambientales inadecuadas. La exposición a la lluvia, niebla o rocío de pinturas húmedas o sin secar tiene efectos negativos sobre la adherencia entre manos sobre el desempeño de todo el sistema de protección. Es por lo tanto, de suma importancia aplicar la pintura en buenas condiciones ambientales.

Todo el trabajo de pintura debe hacerse cuando las condiciones atmosféricas sean favorables y con la seguridad de que permanecerán así durante el periodo de secamiento.

Todo el trabajo de pintura se debe suspender en las siguientes condiciones generales a menos de que existan restricciones específicas sobre el producto que se está utilizando:

Cuando la temperatura de la atmósfera circundante este por debajo de 4°C (40°F) o la humedad relativa este por encima de 90%.

Cuando las condiciones atmosféricas indican que el trabajo posiblemente se vera interrumpido por lluvia, neblina, rocío o sin hay evidencia seria de que estas se presentaran en las próximas 24 horas.

3.3.1. Ventilación: Se debe evitar los trabajos de pinturas con excesiva ventilación especialmente cuando la aplicación se hace a pistola con aire, porque la pintura atomizada puede ser arrastrada por la brisa antes de llegar a

la superficie, ocasionando perdidas y deposito de atomizado seco que afectan el acabado. También puede suceder que la pintura humedad se contamine con mugre o productos químicos.

3.3.2. La humedad y el inspector de pinturas: El aire es como una esponja que absorbe agua pero, al contrario de la esponja, la cantidad de agua que el aire puede retener depende de la temperatura. El aire calentado súbitamente (como un secador para cabello) tiene capacidad para absorber mas agua. Al contrario, el aire húmedo y caliente que se escapa del baño se enfría y no puede soportar el agua que contiene formando rocío o condensación sobre las superficies frías.

La cantidad máxima de agua que el aire puede sostener a cualquier temperatura es conocida y puede encontrarse en tablas especiales. La saturación total del aire es la humedad relativa del 100%.

La importancia de la humedad relativa para los inspectores de pinturas no es indicarle si habrá condensación sino que ver que riesgos hay de que esa condensación (lluvia) suceda mientras se esta pintando. Al respecto no existen reglas definitivas. El aire con una humedad relativa del 10% puede promover condensación si la temperatura disminuye lo suficiente. Estas circunstancias difícilmente se dan en condiciones naturales porque seria necesario que la temperatura cayera de 100°F a 34°F. La decisión que el inspector debe tomar es decidir si una caída en la temperatura producirá condensación.

3.4. METODOS Y EQUIPOS DE APLICACIÓN DE PINTURAS

La elección del equipo de aplicación depende de: el tamaño y tipo de superficie, el tipo de recubrimiento especificado, la preparación de la superficie, las condiciones de trabajo y la disponibilidad de energía, en el Cuadro 1 se comparan los diferentes métodos de aplicación.

3.4.1. **Brocha.** La aplicación con brocha es relativamente lenta pero se utiliza donde se requieren acabados de alta calidad o para pintar áreas pequeñas o de difícil acceso. También es recomendable para pintar estructuras complejas compuestas de partes pequeñas, donde la aplicación con pistolas ocasionaría un gran desperdicio. Hay poca justificación para creer que solamente la brocha es apropiada para aplicar imprimantes; sin embargo, en trabajos de mantenimiento donde no se requiere una preparación de superficie muy exigente, la aplicación a brocha da mejor humectación.

3.4.2. **Rodillo.** La aplicación con rodillo es más rápida que con brocha en superficies grandes y planas y se puede utilizar para la aplicación de la mayoría de los acabados decorativos. No es aconsejables para imprimantes o para pinturas de alto espesor por mano porque es difícil hacer el control de espesores de película. Cuando se aplica acabados de alto espesor con este método es necesario el numero de manos.

3.4.3. **Pistola convencional (con aire).** Este es un método ampliamente establecido para aplicar pinturas rápidamente, pero no es tan útil como la

pistola sin aire para aplicar pinturas de alto espesor por mano sobre superficies grandes. Los equipos convencionales de aplicación con pistola con aire pueden ser mas fácil de mantener, pero es fundamental controlar las presiones correctas de aire y fluido para obtener la aplicación correcta. A muchos productos de mantenimiento se les debe aumentar la dilución para aplicarlos con pistola convencional. Esta es una desventaja al comprar costos y espesores de película seca.

Probablemente sea necesario restringir el trabajo del contratista a un método exclusivo de aplicación, pero a menudo el numero de manos y el espesor mínimo de película estarán dados por el método de aplicación que se utilice.

Debido a la dificultad de lograr acabados muy tersos con la brocha o el rodillo, es aconsejable cierta tolerancia con el contratista.

3.4.4. Pistola sin aire. En general la pistola sin aire es ventajosa para recubrimientos de alto espesor por mano de aplicación, en superficies grandes y planas, cuando se disponga de energía eléctrica o aire comprimido y de personal experto en dicho sistema. La pistola sin aire ofrece considerables ventajas económicas sobre la pistola convencional y sobre la aplicación manual en cuanto a la velocidad del trabajo, poca o ninguna dilución, perdidas mínimas de pinturas aplicadas y por la posibilidad que ofrece (la pistola sin aire) de aplicar mayor espesor de película humedad con pinturas de alto espesor por mano.

Cuadro 1. Comparación de métodos de aplicación de pinturas

PROPIEDAD	BROCHA	RODILLO	PISTOLA CON AIRE	PISTOLA SIN AIRE
DILUCIÓN	No	No	Si	No
VELOCIDAD DE APLICACIÓN	Lenta	Más rápida que Con brocha	Rápida	Más rápida
AIRE COMPRIMIDO	No	No	Si	Si
NIVELACION DE PELÍCULA	Regular. Nivelada En sistema de varias capas	Pobre. Nivelada En sistema de Varias capas	Buena	Buena
FILTRACIÓN PREVIA DE LA PINTURA	Aconsejable	Aconsejable	Necesaria	Necesaria
PENETRACIÓN DE LA PINTURA	Buena	Pobre	Regular	Muy buena
ADHERENCIA EN BORDES Y PERFILES	Tiende a Escurrirse.	Dispareja	Tiende a Escurrirse	Muy buena
PINTURA DEPOSITADA	Buena	Buena	Considerable Perdida por exceso	Menor Perdida que Con pistola Con aire
DESTREZA REQUERIDA PARA APLICAR	Poca	Menos	Alta	Muy Alta
APLICACION SOBRE SUPERFICIES GRANDES	Lenta. Problemas de Empates.	Mejor que La brocha	Mejor que el rodillo	Ideal
APLICACIÓN SOBRE SUPERFICIES PEQUEÑAS	Mas apropiada Lenta	No sirve para Angulos y Canales	Difícil para Cubrir bien Canales Grandes perdidas	Muy buena. Grandes perdidas
APLICACIÓN DE PINTURAS DE ALTO ESPESOR POR MANO	No	No	No	Prácticamente Unico medio
APLICACIÓN MATERIALES DE SECAMIENTO RAPIDO (15) MINUTOS	Areas Pequeñas Y parcheo	Areas Pequeñas únicamente	Bueno	Bueno
EXTENSIONES PARA ALCANZAR SITIOS INACCESIBLES	No comunes	Si	Difícil	Si
LIMPIEZA DE EQUIPOS	Muy fácil	Fácil	Requiere cuidado	Requiere cuidado

4. SENSORES

4.1 DETECTORES INDUCTIVOS DE PROXIMIDAD

Los detectores inductivos de proximidad generan un campo magnético, con el fin de detectar las pérdidas de corrientes de dicho campo generadas al introducirse en él los objetos férricos y no férricos objetos de detección (ver figura 1). El detector consiste en una bobina con núcleo de ferrita, un oscilador, un detector del nivel de disparo de la señal y un circuito de salida. Al introducir un objeto metálico en el campo, se inducen corrientes de histéresis en el objeto. Debido a ello hay una pérdida de energía y una menor amplitud de oscilación. El circuito detector reconoce entonces un cambio específico de amplitud y genera una señal que conmuta la salida de estado sólido a la posición "ON" (conectado) y "OFF" (desconectado).

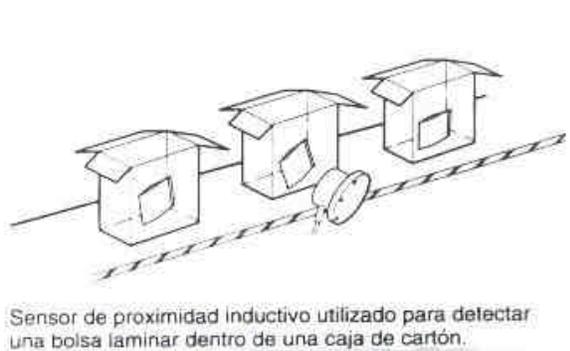


Figura 1. Sensor de proximidad inductivo

La cara activa de un detector de proximidad inductivo es la superficie por la que emerge el campo electromagnético de alta frecuencia.

4.1.1 **Factores de corrección del objetivo para detectores inductivos de proximidad.** Para determina, la distancia de detección para otros materiales diferentes al acero templado se utilizan factores de corrección. La composición del objeto a detectar influye gran medida en la distancia de detección de los sensores de proximidad inductivos. El objetivo o blanco ideal es de acero templado, pero si se utiliza un objeto construido a base de un material distinto, la tabla 1 muestra factores de corrección para determinar la distancia nominal de detección real de dicho objeto.

$$(Rango\ de\ sensibilidad\ nominal) \times (Factor\ de\ corrección) = Rango\ de\ detección$$

TABLA 1. FACTORES DE CORRECCION

Material del Objeto	Factor de Corrección Aproximado
Acero templado	1.0
Acero inoxidable	0.85
Latón	0.50
Aluminio	0.45
Cobre	0.40

El tamaño y aspecto de los objetos a detectar también puede afectar a la distancia de detección. Una de las consideraciones que se deben tener en cuenta son:

- Los objetos planos son más deseables.
- Las formas redondeadas pueden reducir la distancia de detección.

- Los materiales no férricos reducen por lo general la distancia de detección en el caso de detectores para cuerpos metálicos en general.
- Los objetos de menor tamaño que la superficie de detección reducen usualmente la distancia de detección.
- Los objetos mayores que la superficie de detección pueden incrementar la distancia de detección.
- Los cuerpos laminares pueden incrementar la distancia de detección.

4.1.2 **Detectores de proximidad capacitivos.** Estos sensores generan un campo electrostático y detectan cambios en dicho campo a causa de un objeto que se aproxima a la superficie de detección (ver figura 2). Un sensor capacitivo está formado por: una sonda capacitiva de detección, un oscilador, un rectificador de señal, un circuito de filtraje y el correspondiente circuito de salida.

En ausencia de objetos, el oscilador se encuentra inactivo. Cuando se aproxima un objeto, este aumenta la capacitancia de la sonda de detección. Al superar la capacitancia un umbral predeterminado se activa el oscilador, el cual dispara el circuito de salida para que cambie entre “ON” (conectado) y “OFF” (desconectado).

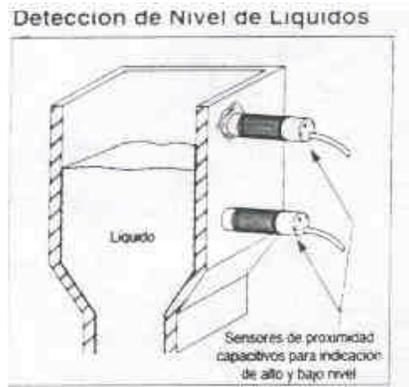


Figura 2. Detección de nivel de líquidos

La capacitancia de la sonda de detección viene condicionada por el tamaño del objeto a detectar, por la constante dieléctrica y por la distancia de este al detector. A mayor tamaño y a mayor constante dieléctrica de un objeto, mayor incremento de capacitancia. A menor distancia entre objeto y detector, mayor incremento de capacitancia de la sonda por parte del objeto.

La capacitancia de la sonda de detección viene condicionada por el tamaño del objeto a detectar, por la constante dieléctrica y por la distancia de este al detector. A mayor tamaño y a mayor constante dieléctrica de un objeto, mayor incremento de capacitancia. A menor distancia entre objeto y detector, mayor incremento de capacitancia de las sondas por parte del objeto.

Entre los sensores capacitivos encontramos los blindados y los no blindados:

- **Sensores capacitivos blindados:** estos sensores son más adecuados para detectar materiales de baja constante eléctrica (difíciles de detectar) debido a la alta concentración de campos electrostáticos. Esto les permite detectar

objetos que con detectores no blindados serian imposibles. De cualquier manera esto los hace mas susceptibles a los disparos en falso a causa de la acumulación de suciedad o humedad en la superficie de detección.

- **Sensores capacitivos no blindados:** el campo electrostático de un sensor no blindado es de más baja concentración que el correspondiente a los modelos con blindaje. Esto los hace adecuados para la detección de materiales de alta constante dieléctrica (fáciles de detectar) o también para discriminar entre materiales de alta y baja constante dieléctrica. Para unos materiales adecuados dados. Los detectores capacitivos de proximidad no blindados poseen distancias de detección mayores que los blindados.

Para un tamaño de objeto dado, los factores de corrección de detectores capacitivos se determinan por la propiedad del material de el objeto denominada constante dieléctrica. Los materiales que poseen una constante dieléctrica más alta son más fáciles de detectar que aquellos cuya constante dieléctrica es menor. En el cuadro 2 se expone una línea parcial de constantes dieléctricas de varias materias industriales.

Cuadro No 2. Constantes Dieléctricas de Materiales Industriales Comunes.

Aceite de soja	2.8-3.5
Aceite de terpenina	2.2
Aceite de transformador	2.2
Acetona	19.5
Agua	80
Aire	1.000264
Alcohol	25.8
Amoniaco	15-25
Anilina	6.9
Arena	3-5
Azufre	3.4
Azúcar	3.0
Baquelita	3.6
Barniz de silicona	2.8-33
Benceno	2.3
Celuloide	3.0
Cemento en polvo	4.0
Cenizas	1.5-1.7
Cereales	3-5
Cloro liquido	2.0
Cristal de cuarzo	3.7
Dióxido de carbono	1.000985
Ebonita	2.7-2.9
Etanol	24
Etilenglicol	38.7
Freon R22 y 502 (liq.)	6.11
Gasolina	2.2
Glicerina	47

Goma	2.5-35
Harina	1.5-1.7
Leche en polvo	3.5-4
Limo sell	1.2
Madera, seca	2-7
Madera, verde	10-30
Mármol	8.0-8.5
Mica	5.7-6.7
Nitrobenceno	36
Nylon	4-5
Papel saturado de aceite	4.0
Panel de prensa	2-5
Papel	1.6-2.6
Parafina	1.9-2.5
Perspex	3.2-3.5
Petróleo	2.0-2.2
Poliacetal	3.6-3.7
Poliamida	5.0
Polietileno	2.3
Polipropileno	2.0-2.3
Poliestireno	3.0
Porcelana	4.4—7
Resina acrílica	2.7-4.5
Resina de urea	5-8
Resina epoxi	2.5-6
Resina estireno	2.3-3.4
Resina fenolica	4-12
Resina melanina	4.7-10.2
Resina poliester	2.8-8.1

Resina PVC	2.8-3.1
Soluciones acuosas	50-80
Sal	6.0
Shellac	25-4.7
Tetracloruro de carbono	2.2
Teflón	2.0
Tolueno	2.3
Vaselina	2.2-2.9
Vidrio	3.7-10

5. BOMBAS

Un equipo de bombeo es un transformador de energía. Recibe energía mecánica que puede proceder de un motor eléctrico, térmico, etc., y la convierte en energía que un fluido adquiere en forma de presión, de posición o de velocidad. Un ejemplo lo constituye una bomba de pozo profundo que adiciona energía para que el agua del subsuelo salga a la superficie, lo inverso a lo que sucede en una bomba en donde se tiene una maquina llamada comúnmente turbina, la cual transforma la energía de un fluido, en energía mecánica.

Antes de entrar a mayores detalles, veamos las características generales de los diferentes tipos de bombas.

- La bomba de desplazamiento positivo reciprocantes son aplicable para:
 - Gastos pequeños
 - Presiones altas
 - Líquidos limpios

- La de desplazamiento positivo rotatorias para:

- Gastos pequeños y medianos

 - Presiones altas

 - Líquidos viscosos
- Las bombas dinámicas del tipo centrífugo
- Gastos grandes

 - Presiones reducidas o medianas

 - Líquido de todo tipo, excepto viscoso.

Las bombas de desplazamiento positivo se dividen en dos grupos principales:

- El de las bombas reciprocantes para manejo de líquidos y gases, operados por vapor y mecánicamente.

- El de las bombas rotatorias (Engranajes, aspas, levas, tornillos, etc.) que constituye un grupo cada vez más numerosos y variado, ya que no hay industria que no tenga algún tipo de ellas.

5.1 MAQUINAS ROTATORIAS

El campo de aplicación de estas bombas es muy extenso. Se usan para manejar gran variedad de líquidos; las hay en un amplio rango de capacidades y para distintas presiones, viscosidades y temperaturas.

5.1.2 Aplicaciones.

- Manejo de líquidos de cualquier viscosidad.
- Procesos químicos.
- Manejo de alimentos.
- Descargas marinas
- Bombas para cargar carros tanques.
- Protección contra incendios.
- Transmisiones hidráulicas de potencia.
- Lubricación a presión.
- Pintura.

- Enfriamiento para maquinas herramientas
- Bombas de petróleo (Líneas, oleoductos)
- Bombas para quemadores de petróleo.
- Refinerías.
- Manejo de grasas.
- Gases, licuados (propano, butano)
- Aceites calientes.

5.1.2 Restricciones.

- Los líquidos que contienen sustancias abrasivas o corrosivas pueden causar un desgaste prematuro en las partes con tolerancias muy pequeñas.
- Estas bombas no se deben usar en instalaciones donde pudieran quedarse girando en seco.

5.1.3 Ventajas.

- Combinan las características de flujo constante de las bombas centrífugas con el efecto positivo de las bombas reciprocantes.
- Pueden manejar líquidos densos o delgados, así como líquidos que contengan aire o vapor.
- Pueden manejar líquidos altamente viscoso, lo que ninguna otra bomba puede hacer.
- No tienen válvulas.

5.1.4 Materiales.

Las bombas rotativas se fabrican con diferentes metales y aleaciones, según el servicio que van a dar. En las que manejan aceites combustibles y lubricantes, la carcasa y los rotores, generalmente son de hierro y las flechas de acero al carbono.

Los líquidos corrosivos requieren metales especiales, tales como bronce, monel, níquel y varios aceros inoxidables o hules que tienen ciertas limitaciones.

6. SIMULADORES

6.1 FACTORYLINK

Factorylink es una aplicación Scada (software control and data acquisition), la cual es pieza central en sistemas distribuidos de adquisición de datos en tiempo real, además es responsable de :

- Conectar la fuente de datos en tiempo real.
- Consolidar y procesar datos.
- Comunicar los datos a áreas internas o externas de la empresa, fundamentales para la toma de decisiones.

Factorylink, puede actuar como servidor a usuarios remotos a través de Internet o intranet. Utilizando la herramienta Webclient.

- Soporta 6 datos: Digitales, análogos(16 bit, con signo),longanalogo (32 bits), float (flotantes), messages(texto) y ascit message. Cada uno de estos datos de entrada es reconocido como elemento "TAG".
- Soporta resistencia, para tener la capacidad de arrancar en caliente.

- Usa base de datos relacional, la cual es útil para analizar las tendencias de las variables o datos aun en modo off-line o con otras aplicaciones tales como Excel.
- El tipo de programación que soporta el editor, es programación orientada a objetos, la cual es bastante practica, en cada pantalla o drawings, se pueden mostrar hasta 16384 objetos animados, de 13 formas diferentes una de estas formas es basada en Flash 4, cada drawings puede ser salvado en formato de autocad, si se desea.
- Tienen la capacidad de compilar programas de lógica y matemática en lenguaje C o C++
- Totalmente compatibles con Microsoft Windows 95 o superior y Windows NT
- Soporta DDE server, el cual permite importar o exportar datos de otra aplicación bajo Windows, tal como Excel.
- Permite colocar claves de seguridad para poder modificar variables del proceso.

Soportar hasta 100 protocolos de comunicación industrial (Fieldbus). Pudiendo operar hasta con 32 dispositivos de protocolos distintos, simultáneamente.

6.2 SOFTWARE FLASH 4.0

Flash es el software de creación mas avanzado para crear animación interactiva escalable para la Web. Tanto si crea logotipos animados, controles de navegación de sitio Web, animación de gran formato o sitio Web completos de flash, descubrirá que la capacidad y flexibilidad de flash es el medio ideal para desarrollar su propia creatividad.

6.2.1 Requisitos del sistema para la creación con flash.

Es necesario el siguiente equipo y software para ejecutar Flash:

- Para Microsoft Windows: Procesador Intel Pentium 133 o con Windows 95, 98 o NT; 16 MB de RAM o 24 MB de RAM, además de 20MB de espacio en disco disponible.
- Para Macintosh: Power Macintosh con System 7.5; 32 MB de RAM mas 20 MB de espacio en disco disponible.

6.2.2 Novedades de flash 4. Flash 4 ofrece nuevas funciones para la creación de sitios Web interactivos interesantes y atractivos. Entre las nuevas funciones de reproducción se incluyen: flujos de sonido MP3, campos de texto para que el usuario pueda incluir texto editable en una película y mejoras en las acciones de Flash que permiten crear juegos, formularios y cuestionarios. Entre las nuevas funciones de creación se incluyen: un proceso de publicación fluido, una ventana de biblioteca con diseño nuevo, varios inspectores nuevos y una interfaz grafica mejorada.

- **Campos de texto editables**

Coloque campos de texto en una película para que la audiencia pueda editar el texto mientras se reproduce la película. Utilice campos de texto para crear campos donde introducir contraseñas, formularios de registro, cuestionarios y otros formatos de recopilación de datos de los usuarios.

- **Acciones complejas adicionales**

La incorporación de acciones complejas que evalúan eventos e información mientras se reproduce la película y que cambian en función del resultado, permite crear elementos de la interfaz muy funcionales como por ejemplo controles deslizantes, botones de radio y menús de las aplicaciones. Utilicé las acciones nuevas para duplicar buena parte de las funcionalidades de JavaScript y otros lenguajes de scripts para crear películas compatibles en distintos navegadores y plataformas y

que los usuarios tengan la misma experiencia independientemente de la configuración.

- **Ventana de biblioteca mejorada**

El nuevo diseño de la ventana de biblioteca facilita la gestión de cientos de componentes en proyectos grandes. Cree carpetas para organizar y guardar dichos componentes. Además del nombre de cada símbolo, ahora las columnas de la ventana de biblioteca muestra el tipo de símbolo, el número de veces que aparece el elemento en la película y la fecha de la última modificación.

- **Publicaciones de Web perfiladas**

El comando Publicar consiste en un proceso que en un solo paso permite exportar películas en distintos formatos además de permitir utilizar archivos HTML. Personalice las propiedades específicas de cada formato antes de la publicación. También puede crear su propio archivo de plantilla externa que indica a Flash cómo escribir una determinada sintaxis de HTML.

- **Mejoras en la animación y capas**

Con la nueva línea de tiempo, las guías de movimiento inteligentes y los controles de capas modernizados, Flash 4 reduce el tiempo necesario para crear animación para Web:

- El comando Crear interpolación de movimiento permite crear un movimiento por interpolación en un solo paso. Los objetos de movimiento por interpolación encajan de forma automática en un trazado del movimiento cerrado en una capa de guías de movimiento. También se puede desvincular varias capas a una guía de movimientos o a una capa de máscara.
- Los controles de capa actualizados permiten ocultar, mostrar, bloquear y desbloquear capas con facilidad. El modo de color de contorno permite distinguir con facilidad los objetos de una capa de los objetos de una película.

7. CAPACIDAD DE LA MAQUINA

La capacidad de la maquina utilizada para barnizar se estima teniendo en cuenta la cantidad de tubos de diferente diámetro que envían desde el sector de formado hasta las instalaciones donde se barniza, la cantidad de tubos barnizados y el numero de horas que estará en funcionamiento la maquina.

El numero de tubos enviados mensualmente desde el sector de formado hasta las instalaciones donde se barniza, depende de la demanda de tubos en ese mes, aproximadamente el promedio de tubos enviados es de 48000 (tubos de 2 3/8, 2 7/8 ó 3 1/2) el equivalente a 1600 tubos diarios, de estos se rechaza aproximadamente el 10% por diferentes motivos, en el procesos anterior al barnizado, los tubos enviados son sometidos a diferentes maquinas como por ejemplo:

- Roscadora: los tubos rechazados en esta maquina se debe a que la rosca no cumple con los parámetros exigidos por la norma API. Parámetros como paso, conicidad ó altura del filete entre cresta y valle.
- Stenciladora: esta maquina es la que le imprime el stencil a los tubos (características del tubo) y solo cuando esta referencia se halla impreso perfectamente en el tubo, solo entonces se procederá a barnizar, los tubos

son rechazados en la barnizadora cuando hay una mala marcación debido a la humedad en el área de maquilla.

Por lo tanto la cantidad de tubos barnizados en un día es 1600 Tubos/Día. La maquina se estima que tendría la capacidad de barnizar 5000 tubos diarios. De acuerdo las condiciones de presión, caudal y potencia de la bomba un tubo será barnizado en un tiempo de 0.25 min. teniendo en cuenta la velocidad en que pasa el tubo por el centro del aro que contiene las boquillas atomizadoras.

El funcionamiento de la maquina se estima que será de 20 horas/día.

Entonces la capacidad de la maquina se estima de la siguiente manera: la cantidad de tubos barnizado por día dividido entre el numero de horas que funciona la maquina diariamente, esto da como resultado:

Capacidad de la maquina = 250 Tubos/Hora.

8. GENERALIDADES DE LA MAQUINA BARNIZADORA.

8.1. DESCRIPCION DE LA MAQUINA.

La maquina barnizadora se diseña teniendo en cuenta factores de economía, espacio, funcionamiento y mantenibilidad.

La maquina realizara tres operaciones que benefician tanto la producción de la empresa como la del lugar de trabajo de los operadores, las cuales son: atomizar el barniz, succión del vapor contaminante del barniz y recuperación del barniz no utilizado en el proceso de atomizado.

El proceso de atomizado se realiza dentro de la cámara de la barnizadora por medio de una serie de boquillas de alta presión acopladas a un aro que se conecta con una manguera la cual transporta el barniz bombeado desde un deposito externo a la maquina.

La succión del vapor contaminante dentro de la cámara de atomizado de la barnizadora se hace por medio de un extractor.

La recuperación del barniz se hace por medio de un deposito en la parte inferior de la maquina, conectado a una bomba que retorna el liquido al deposito externo.

Para el diseño de la maquina se tuvo en cuenta aspectos como: el caudal necesario para pintar los tubos, presión mínima de atomizado, velocidad de aire mínimas recomendadas para diferentes campanas y cabinas para la extracción de los vapores contaminantes, capacidad de producción.

El caudal necesario para el proceso es de 8 GPM con una presión mínima de 60 psi, la velocidad recomendada para extracción de aire en cabinas de pintura con pistola es de 0.75 m/s.

8.2. DESCRIPCION DE LAS PARTES DE LA MAQUINA BARNIZADORA.

Para el proceso de barnizado se diseña una maquina de un practico funcionamiento, además de ser de fácil mantenimiento y con accesorios de bajo costo de adquisición.

Para el control del proceso de barnizado se tubo en cuenta un software visual de control y adquisición de datos, el cual será de gran ayuda para controlar el proceso. En este diseño se anexa un software en **Flash 4** el cual fue escogido por ser un programa fácil de demostrar en tiempo no real el proceso, y esta disponible en las instalaciones de la Universidad. El software escogido por nosotros para fines industriales es el **FactoryLink** el cual es un poco costoso y para fines de demostración se saldría de nuestro presupuesto, sin embargo el **Flash 4** nos puede dar una gran idea de cómo seria la parte visual de este proceso y como se podría controlar, y crear una gran inquietud y así poder

obtener el **FactoryLink** para esta aplicación industrial. En este capítulo se hará una explicación técnica acerca del **FactoryLink**.

Básicamente la máquina barnizadora está constituida por las siguientes partes:

8.2.1 Equipo de bombeo y control de variables (Presión, Caudal, Velocidad). Es el conjunto de elementos que transportan el barniz desde el depósito hasta el punto de atomizado. Está compuesto por un filtro, bomba de tornillo, válvula on/off, válvula de cheque, manómetro, válvula de control caudal bidireccional, electroválvula de 2 x 2, tuberías (ver fig. 3).

8.2.1.1 Bomba de tornillo (desplazamiento positivo). Es una bomba de desplazamiento positivo que usa engranajes o piñones para impartir la presión y consecuente bombeo de líquido. Tiene incorporada una válvula de alivio graduable con el fin de no permitir una acumulación excesiva de presión en los piñones. La bomba tiene características autocebantes pero se recomienda el uso de una válvula de pie o cheque.

Esta bomba se utiliza para el bombeo de líquidos viscosos tales como aceites, lubricantes y en general soluciones viscosas. Una de las limitaciones de la bomba es que el líquido debe estar limpio y libre de sólidos abrasivos.

La bomba se puede montar en forma directa con un acople flexible o por medio de una polea utilizando una chumacera para soportar la carga radial impartida por las correas.

8.2.1.2 Filtros. Estos tienen como función principal mantener los fluidos limpios de contaminantes que estos transportan. Se emplean tres filtros.

- Uno para succión de la bomba en el depósito externo.
- Uno para succión de la bomba en el depósito interno de la barnizadora.
- Uno para la línea de retorno al depósito externo.

Los filtros se eligen en función de:

- El caudal.
- La viscosidad del fluido.
- Las temperaturas máximas y mínimas de funcionamiento.
- La naturaleza de los cuerpos extraños.
- El lugar de trabajo (alimentación, presión o retorno).

8.2.1.3 válvula de cheque. Es importantísimo colocarla ya que previene daños en la bomba por efecto del líquido que se “REGRESA” cuando la bomba está apagada y queda totalmente seca.

8.2.1.4 válvula de control caudal bidireccional. Es al que va a limitar o estrangular el caudal antes de la salida a las boquillas de modo que se permita la regulación de la velocidad del fluido a la salida de las boquillas.

8.2.1.5 válvula direccional. Esta es para el control de paso y dirección del caudal. Es de posición finita. O sea puede adoptar posiciones determinadas de las cuales se distribuyen las líneas hacia las boquillas de atomizado.

8.2.1.6 válvula on/off. El exceso de caudal no utilizable debe retornar al depósito y queremos que este regrese con la menor oposición posible, cuando el proceso está en "off" y que cuando el proceso está en "on" la presión sea la adecuada, es muy aconsejable utilizar esta válvula la cual se regula en "on" bajo la influencia de la presión o bajo el efecto de las variaciones de esta presión.

8.2.2 Sistema de extracción de vapores contaminantes. Donde los olores y el polvo causan molestias, la mejor solución es eliminar la molestia desde su origen.

Esto se logra colocando una cubierta o cobertizo, que envuelva al máximo el equipo enojoso, y eliminando el aire de esta cubierta a una velocidad que evite la salida del vapor dentro del sitio de trabajo. Este sistema de canalización está diseñado para que los vapores del barniz fluyan suavemente hacia dentro y sacarlos luego al exterior.

8.2.3 Cuerpo de la maquina. En su interior se da el proceso de atomizado del barniz, y cada parte que lo conforma tiene un objetivo específico y primordial dentro del sistema. Las partes que lo componen son las siguientes:

8.2.3.1 Ducto de entrada y salida del tubo. Este presenta un orificio de 13 Pulg de diámetro suficiente para permitir sin ninguna dificultad la entrada y salida del tubo a barnizar, y ayuda a no dejar escapar los gases contaminantes del barniz.

Su diseño tiene la función además de recuperar las gotas de barniz que pueda adherirse a sus paredes, debido a que posee una forma de cono truncado con un ángulo de 37° el cual le imprime a las gotas más velocidad con el fin de que estas lleguen lo más rápido a el deposito inferior de la maquina. En la figura 4 muestra el ducto de entrada.

8.2.3.2 Cámara de atomizado. Esta parte es muy importante ya que en su interior se desarrolla el proceso de barnizado, dentro de la cámara se encuentra el aro de atomizado. Cuando el barniz se atomiza solo una parte de este es aprovechado por el tubo, la otra parte choca contra las paredes o se mezcla con los vapores producidos por el disolvente (xilol) utilizado en el barniz. Figura 5.

La cámara de atomizado tiene una forma circular que permite que las gotas que choquen contra el se precipiten con mas velocidad al deposito inferior,

impidiendo así que estas se endurezcan y no se cumpla en su totalidad el objetivo de recuperar la mayor cantidad de barniz.

Contiene además un orificio en forma rectangular en la parte superior con el fin de ser alojados los gases. En este orificio se coloca una cámara de extracción, seguido de un conducto de escape.

8.2.3.3 Aro de atomizado. Es un aro construido de un tubo schedule 40 de $\frac{3}{4}$ de diámetro. El aro tiene un diámetro de 22 Pulg y en su parte interna tiene seis agujeros de $\frac{3}{8}$ " rosca NPT, los cuales sirven para alojar las boquillas de atomizado que tienen una resistencia máxima de 5000 psi.

Este dispositivo tiene una posición fija dentro de la cámara. Su posición fue calculada promediando los diferentes diámetros de tubería, desde la mínima hasta la máxima y luego se procedió a ubicarlo (fig. 6).

8.2.3.4 Deposito inferior. Esta diseñado para alojar el barniz que no fue aprovechado por el tubo y que se deslizo desde la cámara o de los ductos de entrada y salida (Fig. 7).

En la parte inferior consta de dos agujeros uno de 2 Pulg donde va alojado un tubo schedule 40 que contiene una llave de paso, cuya función es la desocupar de forma manual el liquido en el deposito, en el caso de que el dispositivo de retorno automático se encuentre averiado o en mantenimiento.

El segundo agujero en la parte inferior, consta de un filtro, seguido de la tubería de succión de una bomba de tornillo, la encargada de retornar el barniz al depósito exterior. Esta bomba es activada por dos sensores de nivel que le indica cuando está lleno el depósito y debe bombear, y cuando está en la parte mínima para que se ponga en off .

8.2.3.5 Campana para extracción de vapores contaminantes. Es una cubierta que envuelve al máximo el orificio de salida de los gases, está ubicado en la parte superior de la cámara, eliminando el aire de esta cubierta a una velocidad que evite la salida de los gases contaminantes al sitio de trabajo y contaminen la atmósfera del operador. Para el diseño de la campana se tuvieron en cuenta las velocidades del aire mínimas para la extracción en cabinas de pintura con pistola (Fig. 9).

8.2.3.6 Conducto de escape de vapores. Este conducto está diseñado con el fin de que los gases fluyan suavemente hacia dentro y sacarlos nuevamente al exterior. Para transportar los gases se precisa de grandes velocidades de aire en el conducto (Fig. 10).

8.2.3.7 Soporte de el cuerpo de la maquina. Su función es la de soportar el peso de la maquina y los movimientos de el aro de atomizado producidos por la altas presiones en el sistema (Fig 8).

La maquina tiene un peso aproximado de 520 Kgr, el cual es soportado por este dispositivo que va soldado en los dos extremos de los ductos de entrada y salida de el tubo.

La parte inferior del soporte esta dada, para que encaje preciso en las líneas del conveyor, los cuales transportan los tubos por medio de una serie de rodillos, y estos a su vez nos sirven de línea de referencia para centrar y poner a nivel el aro de atomizado.

8.2.4 Deposito exterior. Este deposito debe cumplir con las exigencias mínimas que requiere la bomba, por ejemplo para instalaciones fijas y trabajo intermitente con paro de bomba, la capacidad del deposito en volumen útil de liquido es de tres veces el caudal de la bomba y el mínimo volumen restante de liquido es de 0.5 el caudal de la bomba.

El deposito de barniz preferiblemente debe estar cerrado, con el fin de que el liquido no sea contaminado por polvo en la atmósfera, agua y otros elementos perjudiciales para el. Se debe tener en cuenta un ducto de ventilación ya que dentro, se forman turbulencias producidas por las tuberías de retorno y succión de las bombas, la cual produce vapores dentro del deposito que deben ser evacuados.

8.2.5 Software de Adquisición y control de variables, “FactoryLink”. FactoryLink es una aplicación scada (Software Control and Data Adquisition), la

cual es pieza central en sistema distribuido de adquisición de datos en tiempo real, además es responsable de:

- Conectar la fuente de datos en tiempo real.
- Consolidar y procesar los datos.
- Comunicar los datos a áreas internas o externas de la empresa, fundamentales para la toma de decisiones.

FactoryLink puede actuar como servidor a usuarios remotos a través de Internet o intranet., utilizando la herramienta WEBCLIENT. Otras características de este software son:

- Soporta 6 datos de entrada. Digitales, Análogos (16bit, con signo), Longanalogo (32bits) Flota (flotantes), Messages (texto), y Ascit message. Cada uno de estos datos de entrada es reconocido como elemento " Tag".
- Soporta resistencia, para tener la capacidad de arrancar en caliente.
- Usa base de datos relacional, la cual es útil para analizar las tendencias de las variables o datos aun en modo off-line o con otras aplicaciones tales como Excel.
- El tipo de programación que soporta el editor, es programación orientadas a objetos, lo cual es básicamente práctico. En cada pantalla o drawings, se

pueden mostrar hasta 16384 objetos animados, de trece formas diferentes y una de estas formas es basado en visual Basic. Cada drawings puede ser salvados en formato de autocad si se desea.

- Tiene la capacidad de compilar programas de lógica y matemática en lenguaje C o C++.
- Totalmente compatible con Microsoft Windows 95 o superior y Windows NT.
- Soporta DDE server, el cual permite importar o exportar datos de otra aplicación bajo Windows tal como Excel.
- Permite colocar claves de seguridad para poder modificar variables del proceso.
- Soporta hasta cien protocolos de comunicación industrial (Fieldbus). Pudiendo hasta operar con 32 dispositivo de protocolo distintos simultáneamente.

8.3 SELECCIÓN DE LA BOQUILLA

Las boquillas para atomizar el barniz se seleccionan de acuerdo a:

- La presión que maneja el sistema.

- El caudal.
- La temperatura de trabajo.
- La viscosidad de el liquido que se maneja.
- El tipo de conexión.

Se tiene una conexión de 3/8 NPS, el caudal presentado en cada uno de los orificios donde se conectaran la boquilla es de 0.333 gpm, como el aro de atomizado tiene un diámetro de 23 in y se utilizan un total de seis para ser mas homogénea de el barniz, se deben escoger boquillas que tengan como mínimo un radio de aplicación efectiva de 13 in. Partiendo de esto se escoge una boquilla tipo ROTOCLEAN (Ver anexo 12) de la serie 220 A cuya referencia es 220 A-8 RC WA.

8.5 ANALISIS DEL BARNIZ Y RECOMENDACIONES

El barniz utilizado en la empresa es de tipo transparente QD de rápido secado, para una mejor adherencia el cilindro debe tener una superficie lo mas limpia posible, libre de oxido , cascarilla de laminación, pinturas en mal estado y demás contaminantes que pueden interferir con la adherencia de el tubo.

Aunque este barniz viene listo para aplicar se hace necesario agregarle un disolvente que ayude a mejorar sus propiedades, como el tubo tiene una duración de 15 sg para ser barnizados completamente es necesario que el barniz disminuya considerablemente el tiempo de secado al ser aplicado. Para esto se utiliza Xileno el cual es un disolvente altamente volátil y disminuye considerablemente el tiempo de secado, al mismo tiempo disminuyendo su viscosidad y homogenizando el barniz.

El barniz tiene un tiempo de secado d 1.5 minuto cuando es aplicado a 25° C, pero en las mismas condiciones de aplicación y utilizando el xileno, el tiempo de secado es casi inmediato, pero no lo suficiente para evitar que queden marcas en el tubo cuando este salga de la barnizadora y haga contacto con los rodillo del conveyo.

El xileno es un disolvente altamente volátil que ayuda a la adherencia de el barniz y secado de este, como debe utilizarse preferiblemnte en lugares abierto y en caso que se encuentre en un recinto cerrado debe utilizarse extractores generales y locales para mantener los niveles bajo de contaminación. En la empresa no se cuenta actualmente con un extractor que ayude a nuestro problema. En nuestro diseño fue agregado un extractor de gases contaminantes producidas por esta aplicación. La utilización de el Xilol se da porque es menos perjudicial para los obrero que manejan esta maquina.

Se recomienda utilizar mejor el tiner como disolvente que aunque es mas fuerte que el Xilol este aumenta mas rápido la velocidad de secado y adherencia de el

barniz al ser aplicado, y por el hecho de que nuestro diseño esta dotado de un equipo de extracción, los gases producidos serán desalojados fácilmente sin que haya inconvenientes.

9. FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINA BARNIZADORA

La maquina se empleara para pintar tubería de acero al carbono, producida según las normas API para el uso en el campo petrolero, incluyendo el transporte de sus derivados.

El diámetro de la tubería a barnizar es de 2 3/8 (aprox. entre 2500 a 1800 tubos/día), de 2 7/8 (Aprox. entre 2100 a 1600 tubos/día) y tuberías de 3 1/2 (Aprox. entre 1800 a 1400 tubos/día).

La tubería es transportada por un sistema de conveyor, el cual utiliza un sistema de rodillo movido por una serie de motores hidráulicos que le imprimen una velocidad constante a los tubos que pasan por el interior de la barnizadora. En la línea del conveyor a 7 ft antes de la entrada del ducto de la cámara de barnizado se ubica un sensor capacitivo de proximidad, cuando el tubo es censado por el detector, activa automáticamente el solenoide de la válvula direccional 2/2, la cual le da dirección al flujo de barniz hacia el aro de atomizado y consecuentemente a cada una de las seis boquillas que lo conforman. En el momento en que se deje de sensar el tubo, se activara un temporizador (aproximadamente 4 seg.) que va a mantener el flujo en la boquilla hasta que el tubo pase totalmente por el centro del aro. Luego se envía una señal off al solenoide de la válvula direccional, la cual activa una válvula

on/off que hace retornar el flujo de barniz al deposito, formando un circuito hidráulico cerrado, de succión y retorno.

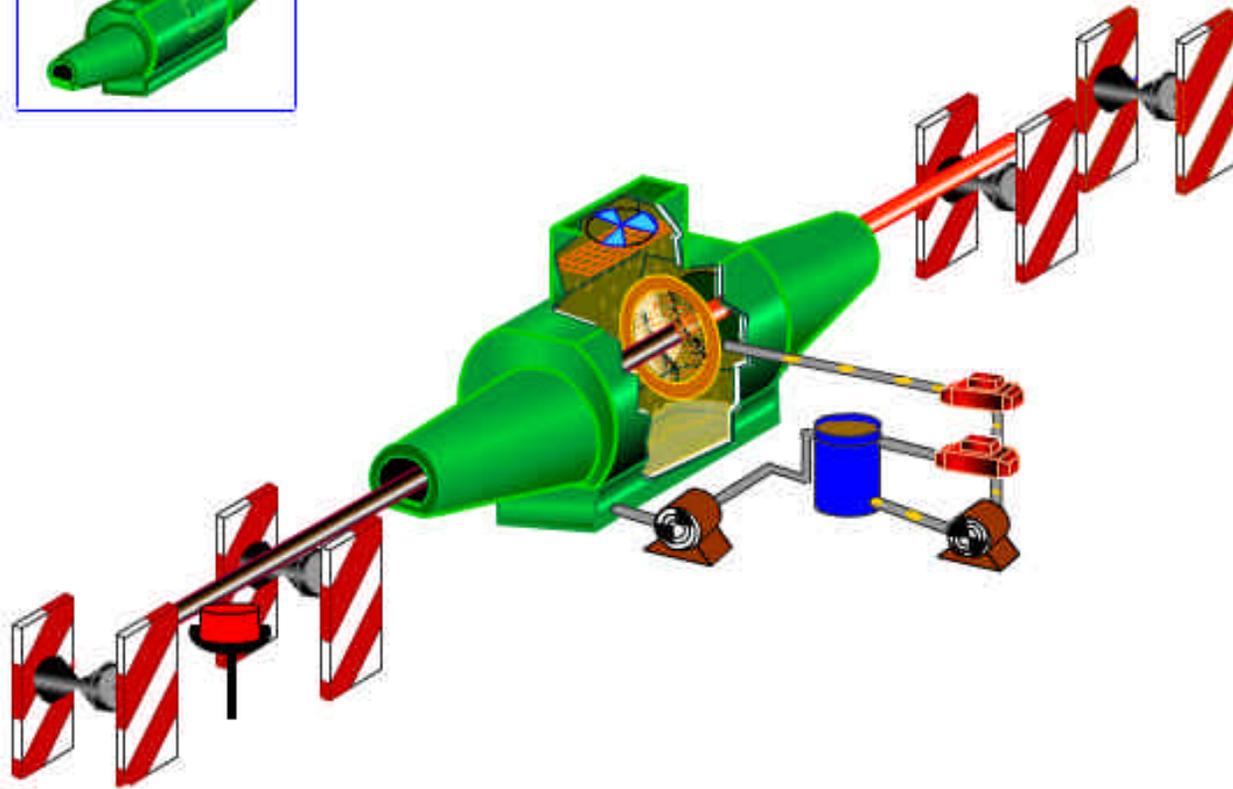
La bomba de tornillo permanecerá encendida y con ayuda de la válvula on/off permanecerá con retorno a tanque, esperando la señal on del sensor capacitivo de aproximación que active la solenoide de la válvula direccional y se repita el proceso.

Dentro de la cámara de barnizado, en la parte superior esta ubicado un agujero de forma rectangular. En el exterior de la cámara sobre este agujero, se encuentra una campana de extracción de los vapores contaminantes producidos por el barniz y su disolvente (Xilol). Seguida de esta campana se ubica un extractor de aire, cuya función es la de imprimirle una velocidad de succión a estos gases transportándolos hasta un sistema de canalización con el fin de que los gases fluyan hacia su interior y sacarlos luego al exterior en un punto lejano al sitio de trabajo.

Los sensores de nivel inductivos que se encuentran ubicados en el deposito inferior de la cámara, uno de ellos indica el nivel máximo, el cual cuando el barniz adopta este nivel el sensor envía una señal on al sistema de bombeo y automáticamente evacua el barniz de su interior hasta el deposito exterior, limitado por el nivel mínimo, en este punto esta ubicado un segundo sensor de nivel inductivo, cuya función es la de dar la señal de off al sistema de bombeo.



MAQUINA BARNIZADORA



10.CALCULOS DE LA MAQUINA BARNIZADORA

10.1 CIRCUITO DE BOMBEO

El sistema de bombeo de barniz fue escogido de una manera mas practica y menos costosa para la empresa, desde el punto de vista económico y de salud para los trabajadores, a diferencia de la maquina actual.

Para el diseño del este circuito, nos basamos en una serie de recomendaciones hechas por los mismos trabajadores de la planta donde se piensa hacer la construcción y montaje de esta barnizadora, haciendo un estudio detallado de los diferentes dispositivos que lo conforman, tomando como base principal la experiencia que se tiene en la empresa con muchos de los elementos que conforman este circuito.

Los elementos que conforman el circuito son:

1. Deposito exterior
2. Filtros
3. Bomba de engranaje

4. Motor electrico
5. Válvula de check
6. Válvula de alivio con solenoide (on/off)
7. Electroválvula direccional 2/2
8. Deposito para la parte inferior de la barnizadora
9. Aro de atomizado
10. Boquillas de atomizado.

La figura 11 muestra el circuito para bombear el barniz hasta la camara de atomizado.

10.2 CALCULO DE ELEMENTOS DEL SISTEMA DE BOMBEO

10.2.1 Selección de la bomba. Para seleccionar la bomba se tubo en cuenta como primera medida el fluido con que se iba a trabajar, variables como temperatura de trabajo, viscosidad, la presión de trabajo, si el fluido era abrasivo y que tanto nos limitaban estas variables.

En lo que respecta al barniz, es un líquido viscoso pero que en el momento de agregarle el disolvente (Xilol), el cual tiene unas características muy específicas que lo convierten en un elemento altamente volátil, explosivo y contaminante, pero mejora las propiedades del barniz como el secado rápido después de la aplicación, disminución de su viscosidad y nos garantiza una mejor adherencia al material donde se aplique.

Para una mejor aplicación del barniz, según el anexo 1, de la empresa de pinturas PINTUCO, podemos observar las presiones que se recomiendan para la aplicación del barniz con el método de pistola, el cual sería nuestro caso, las presiones están entre el rango de 45 a 55 psi para los sistemas bicapas y entre 35 y 60 para tricapa según el material utilizado, para la finalidad de nuestro trabajo se tomarán las presiones entre 45 a 55 psi, ya que el tubo solo pasará una sola vez por el interior de la barnizadora. Para compensar esto se le agregará un factor de seguridad bastante alto al caudal necesario para barnizar un solo tubo.

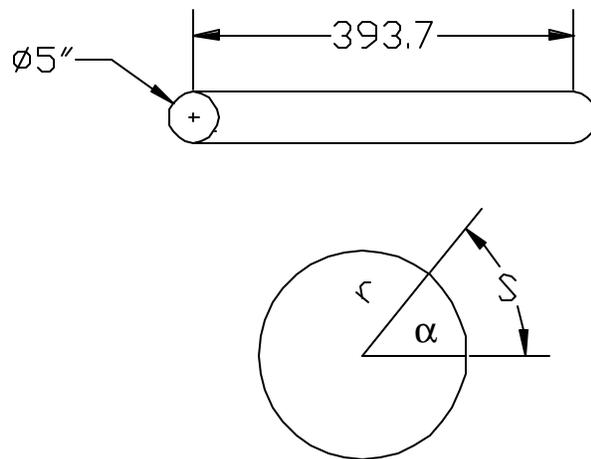
El tubo es transportado por un conveyer, en el cual se encuentran una serie de rodillos que son accionados a su vez por motores hidráulicos. Estos rodillos le imprimen una velocidad a los tubos y esto limita el tiempo que el tubo va a estar expuesto a la máquina barnizadora.

El tiempo que tarda un tubo por el interior de la máquina, desde el momento en que acciona el sensor de proximidad y activa el circuito, hasta el momento en que sale completamente es de 15 segundos.

Los diámetros de tubería que se barnizan son de $2 \frac{3}{8}$, $2 \frac{7}{8}$, $3 \frac{1}{2}$ en la actualidad, pero se tomo como base un tubo de 5" de diámetro puesto que se esta pensando en barnizar tubos de diámetros mayores a los de la actualidad.

Para conocer cuanto de volumen de pintura necesitamos para pintar un tubo de 5" de diámetro hacemos el siguiente calculo.

Un tubo promedio esta midiendo 10 mts = 393.7" de longitud, si el tubo es de 5" de diámetro, este tendrá un arco de circunferencia de 15.708" .



Longitud del tubo = 10 mts = 393.7 pulg

Arco de circunferencia (s) = $\alpha \cdot r = 15.708''$

El área del tubo = longitud del tubo x arco de circunferencia

Area del tubo = 6184.24 Pulg² .

El espesor de pintura = 0.05 mm = .0019685 Pulg

Volumen de pintura = area del tubo x espesor de pintura

Volumen de pintura = 12.17 Pulg³ = 0.05267 GAL (US)

El tiempo que el tubo pasa por el interior de la maquina es de 15 seg,
equivalente a 0.25 min.

El caudal necesario para barnizar un tubo de 5" en ese tiempo es de 0.2 GPM.

Este seria el volumen de pintura por unidad de tiempo de forma ideal, pero a esto, se le deben sumar el volumen de pintura que no toca al tubo por la acción del abanico de atomizado que hacen las boquillas debido a las presiones que aquí se generan, el volumen interno de los accesorios que conforman el sistema, filtros, mangueras, válvulas etc.

Se tomara entonces una bomba con las siguientes características, de acuerdo con lo que se presente en el comercio y teniendo en cuenta las perdidas por tubería.

Las pérdidas por fricción por líquidos viscosos en tubería (ver tabla 2). La longitud de la tubería a utilizar es de 3 mts = 118.11 Pulg. A esto se le anexa la longitud equivalentes en pulgadas de los accesorio que comanda el circuito para conocer el total de las pérdidas por ficción en la tubería.

La equivalencia en longitud de tubería de lo diferentes accesorios es la siguiente:

Cantidad	Accesorio	Longitud equivalente
2	Filtro ¾	1.1 ft
1	Valvula direccional 2/2	0.55 ft
1	Valvula de check	5.9 ft
Longitud total		7.55 ft

Se suman la longitud equivalente de lo accesorios y la longitud de la tubería y da un total de:

$$L \text{ Total} = 9.84 \text{ ft} + 7.55 \text{ ft} = 17.39 \text{ ft.}$$

La presión máxima que se necesita que entregue la bomba es de 55 psi para un caudal minimo de 2 gpm.

Según estas características se asume utilizar una bomba que maneje líquidos viscosos con 12000 SSU de viscosidad, un caudal de 2 GPM, una presión de salida entre el rango 45 a 55 psi.

Por información de diferentes catálogos de algunos fabricantes de bombas se procedió a estudiar la que más se acercaba a nuestras necesidades y se asumió una bomba de engranajes de la marca HIDROMAC TIPO N, las cuales se utilizan para manejar líquidos viscosos (anexo 2).

La bomba tipo N Para líquidos de 1200 SSU recomienda una velocidad aproximada de 1200 RPM (tabla 2), con aumento de caballaje de 40 HP a 40 psi. En la figura 12 se dan las curvas de la bomba donde se muestran las potencias de entrada de 2.6 hp, como también las revoluciones por minuto 1200 RPM

Para verificar si la bomba escogida es la correcta se compara las pérdidas por fricción para líquidos viscosos en función de la reducción de presión en psi por cada 100 ft de tubería según la tabla 2 y la longitud equivalente de la tubería que se piensa tomar.

Se asume una tubería de $\frac{3}{4}$ de pulgada dando una longitud total en el sistema de 17.39 ft y se verifica en la tabla las pérdidas de presión de esta tubería según su longitud al manejar el barniz a una viscosidad de 4000 ssu a una temperatura de 70 °F.

Las pérdidas de presión en psi por cada 100 ft de tubería de $\frac{3}{4}$ transportando 2 gpm de un líquido a 4000 ssu es de 143.5 psi, lo que equivale a una pérdida de presión de 1.435 por cada ft de tubería, La longitud equivalente del circuito es de 17.39 ft, lo que nos indica que para esta tubería calculada tendremos una pérdida de presión es de 24.9 psi.

Esto nos indica que podemos escoger la bomba ya antes mencionada que nos entrega una presión de 80 psi para 2 gpm, ya que la tubería y los accesorios nos darían una pérdida de 24.9 psi, al final tendríamos una presión de trabajo de 54 psi, esta misma bomba cabe entre el rango de funcionamiento de el deposito inferior. El anexo numero 2 nos muestra lo datos técnico de la bomba.

10.2.1.1 Accionamiento de la bomba. La bomba es accionada por un motor eléctrico, acoplados entre si por un acople universal tipo flexible con empaque de araña de caucho seleccionado debido al torque allí producido por la bomba y el motor. En la figura 13 y 14, se muestra la forma correcta e incorrecta de alinear un acople

$$T(\text{m.kg}) : \frac{\text{Potencia (KW)} * 973.5}{\text{Regimen de rotacion (RPM)}}$$

La potencia entregada por la bomba es de 3 HP y las revoluciones son de 1200 RPM.

Luego convirtiendo a KW:

$$\frac{3 \text{ HP} * 0.746 \text{ KW}}{1 \text{ HP}} = 2.238 \text{ KW}$$

$$T = \frac{2.238 * 973.5}{1200} = 1.8155 \text{ m} * \text{kg} - \text{f}$$

$$1.8155 \text{ m} * \text{kg} - \text{f} * \frac{1000 \text{ mm}}{\text{m}} * \frac{9.806650 \text{ N}}{\text{kg} - \text{f}}$$

$$T = 17804 \text{ N} * \text{mm}$$

La figura 15 muestra el acople bomba-motor utilizando el acople seleccionado.

Usa un miembro de hule intermedio que soporta cargas a compresión; permite un deslizamiento razonable y se usa para cargas moderadas.

El motor se selecciona de acuerdo con la potencia recibida por el eje y entregada por la bomba 3HP, y desarrolla las mismas revoluciones 1200RPM. En el anexo 3 se encuentran relacionadas las especificaciones y características del mismo entregada por el fabricante.

10.2.1 Selección del depósito exterior. Fabricado con acero 1019. este depósito estará semiabierto al aire libre.

Su misión es:

- Almacenar la cantidad necesaria del barniz.
- Proteger el fluido contra la suciedad y cuerpos extraños.
- Complementar las funciones del filtrado.

10.2.1.1 **Capacidad del deposito.** La determinación de la capacidad del deposito debe hacerse en cada caso en particular. Amoldándose a las instalación, condiciones generales de trabajo, por el calor suministrado por la bomba en un minuto y también por las condiciones climáticas del (lugar).

Comentario:

El anexo 4 muestra la tabla¹ cuyos valores pueden ser tomado como referencia para la determinación de la capacidad del deposito.

Para el proyecto que es una instalación fija y trabajo intermitente es aconsejable utilizar un deposito de 3 veces el caudal suministrado por la bomba que es de 3 GPM. Luego

$$C = 3 \times Q$$

Siendo C = capacidad del deposito.

Q = Caudal.

$$C = 3 \times 3 \text{ GPM.}$$

C = 9 Galones

Debido a que el deposito, la bomba y accesorio como la tubería, filtros y válvulas forman un solo conjunto y teniendo en cuenta la producción se tomar un deposito de 80 galones.

10.2.2 **Selección de filtro.** Estos tiene como función principal mantener los fluidos limpios de contaminantes. Se emplean varios filtros, para esta maquina se utilizan cuatro.

- Uno para el deposito exterior en la línea de succión.
- Uno para la línea de presión.
- Uno para la línea de retorno deposito exterior.
- Uno para la línea de succión deposito inferior

Los filtros se eligen en función de:

- El caudal
- La viscosidad del fluido.
- La naturaleza de los cuerpos extraños.
- Tamaño de los cuerpos extraños.

- Las temperaturas máximas y mínimas de funcionamiento.
- El lugar de trabajo (alimentación, presión o retorno)

Estos filtros están fabricadas en telas metálica con capacidad de separación de 25 micras y su tamaño de acuerdo con el sitio y servicio que prestan. Ver anexo 5.

10.2.3 Acoples para Manguera. Para la selección de acoples se tuvo en cuenta las siguientes condiciones:

- Presión de trabajo (alta presión).
- Fácil acoplamiento y desacoplamiento.
- La longitud de las líneas.
- El fácil sellado para evitar fugas.

Con el diámetro de $\frac{3}{4}$ ya calculado, se seleccionen racores macho y hembra para las distintas uniones de mangueras a realizar como la válvula direccional 2/2, válvula de alivio, la bomba y depósitos.

10.2.4 **Selección de válvulas.** Las válvulas para el control de el circuito de bombeo se seleccionan de acuerdo con las especificaciones de caudal 3GPM y presión máxima 60 psi que circula por la línea: a mayor caudal, mayor deberá ser las secciones de las canalizaciones y lo orificios de los componentes de las válvulas. Se seleccionan tres tipos de válvulas (ver anexos 6-8), válvulas direccional 2/2, válvula de alivio con solenoide y válvula de check. La válvula direccional es de posición finita, o sea, que puede adoptar posiciones determinadas de las cuales según lo requiera el sistema.

Se escoge una válvula direccional operada por solenoide. El tamaño del CETOP correspondiente es igual al diámetro de orificio de paso $\frac{3}{4}$, ya calculado para las tubería y acoples, se toma con CETOP6.

Esta válvula contiene dos entradas y dos posiciones, su funcionamiento esta controlado por un solenoide que permite que esta pase de una posición a otra. Es normalmente cerrada y solo cuando se necesite un caudal y presiona en las boquillas de atomizado, el solenoide es activado y se tomara la posición de abierto, esto ocurrirá cuando el sensor de proximidad detecte un nuevo tubo.

En los anexos 6 se dan las especificaciones de las válvulas seleccionadas que son los datos suministrados por el fabricante.

Válvula de alivio con solenoide. Su función es regular las presiones dentro del sistema y además tiene en su interior un circuito que permite dar paso libre al liquido cuando en el sistema no requieran de fluido. Esta válvula se

encuentra normalmente abierta y solo cuando se requiera presión en el sistema y el sensor de proximidad detecte un nuevo tubo, solo entonces se activara el solenoide y bloqueara el paso de liquido permitiendo que en el sistema tenga fluido. Ver anexo 7.

Válvula de check. Permite el paso en un solo sentido con el fin de asegurar que la bomba permanezca cebada, impidiendo que entre aire a la bomba que permita un mal funcionamiento de esta. Se escoge de $\frac{3}{4}$ unidireccional. Ver anexo 8.

10.3 SELECCIÓN DE LOS SENSORES

10.3.1 Sensor de proximidad inductivo.

La selección de sensor se calcula de acuerdo a :

- la composición del objeto a detectar.
- El ambiente de trabajo.
- El tamaño del objeto.
- El aspecto del objeto.

La función de este sensor es detectar la presencia de un nuevo tubo y enviar la señal a la electro válvula 2/2 en el sistema o a la válvula de alivio .

Para calcular el sensor requerido para esta aplicación, se baso en la siguiente formula :

$$\textbf{Rango de detección} = \textbf{Rango de sensibilidad nominal} \times \textbf{Ffactor de corrección}$$

los factores de corrección se encuentran el la tabla 1, para nuestro caso es acero templado, con un factor de corrección de 1.0 .

en el anexo 9 , encontramos el rango de sensibilidad nominal, se tomo un rango de 1.58 pulgadas.

$$\textbf{Rango de detección: } 1.58 \text{ pulg} \times 1.0 = 1.58 \text{ pulg}$$

Esta distancia de detección es perfecta par nuestra aplicación. El anexo 9 muestra los datos técnicos del sensor.

10.3.2 Sensor de proximidad capacitivo

La selección de sensor se calcula de acuerdo a :

- tamaño del objeto a detectar.
- Aspecto del objeto.
- Propiedades del material.
- La constante dielectrica.

Su función la en nuestra aplicación es la de detectar el nivel máximo y mínimo del deposito inferior de la barnizadora. Cuando este al máximo , el sensor dará una señal de encendido al motor que seguido accionara una bomba encargada de desocupar el deposito hasta el nivel mínimo, donde otro sensor dará la señal de apagado del motor y de esta misma forma cuantas veces sea necesario.

Para la selección se tubo muy en cuenta la constante dieléctrica de barniz (cuadro 2). Los materiales que poseen constantes dieléctricas mas altas son mas fáciles de detectar que aquellos que su constante es menor.

Rigidez dieléctrica del barniz = 2.8 – 3.33, lo que nos indica que es bastante alta, lo cual facilitaría su detección. El anexo 10 muestra la ficha técnica del sensor escogido.

10.4 Cálculo del ventilador para la extracción de gases

Para calcular el ventilador que se necesita y las dimensiones del ducto de escape para el desalojamiento de los gases producidos por el barniz y su disolvente (Xilol), se basó en las velocidades recomendadas para el control y eliminación de humos (ver tabla 4).

TABLA 4. Velocidad de aire mínimas recomendadas para diferentes campana

Taller de electrólisis	0,75 m/s	a la entrada de la campana.
Soldadura eléctrica	0,75 m/s	a la entrada de la campana.
Cocinas	0,2 a 0,5 m/s	a la entrada de la campana.
Cabinas de pintura con pistola	0,75 m/s	al nivel de respiración del chorro.
Cabinas de limpieza por chorro de arena	2,5 m/s	a la entrada, hacia abajo.
	0,4 m/s	a través de la cabina.

Se tomara una velocidad mínima de extracción al nivel de respiración del chorro de 0.75 m/s (153.06 ft/s), utilizadas para cabinas de pintura con pistola.

El área de succión es aquella que va a estar en contacto directo con los gases, esta área es igual a 9.5 ft² .

El volumen a desocupar de gases esta dado en CFM, la formula seria:

CFM = Área de contacto x la velocidad mínima recomendada de extracción

$$\text{CFM} = 9.5 \text{ ft}^2 \times 153.06 \text{ ft/s} = 1454.07 \text{ CFM}$$

En el comercio el ventilador mas cercano a estas CFM y que nos convenga para nuestra aplicación es un ventilador de 15" de diámetro, de la marca CHICAGO, de 1720 CFM. Este ventilador tiene la ventaja que utiliza el motor en su parte exterior y no en la misma línea de acción de los gases de escape, que por lo general llevan consigo partículas de barniz , que en el caso que el motor estuviese en la misma línea de seguro lo dañaría.

Para verificar si este es el ventilador correcto se procede a calcular la presión estática en columna de H2O. Para esto se debe tener en cuenta con que espacio se cuenta en las instalaciones de la planta para colocar el ducto de escape.

Se prosigue a realizar una cuadro donde se colocan los diferentes cálculos para la verificación de ventilador y de esta forma encontrar la potencia y los RPM del motor que vamos a necesitar para este ventilador.

La primera columna muestra las dimensiones de cada sección de succión o escape. La segunda columna nos indica la longitud del tramo de ducto.

Cuando encontramos un codo o una desviación con un radio determinado, estos tramos curvos pueden asimilarse a tramos rectos equivalentes que den la misma pérdida de carga, esta longitud puede ser evaluada en función del radio A y el diámetro D del conducto, de esta forma:

A =	D.	Longitud equivalente del conducto recto	=	9 D
A =	$\frac{3}{4}$ D.	-----	=	10 D
A =	$\frac{1}{2}$ D.	-----	=	13 D
A =	$\frac{1}{4}$ D.	-----	=	20 D
A =	0.	-----	=	40 D

La tercera columna indica la fricción en pulgada de columna de H₂O por cada 100 FT de ducto. Ver figura

La cuarta columna indica la presión estática (sp) en pulgada de columna de H₂O y se calcula de la siguiente manera :

$$Sp = longitud (ft) \times la \text{ fricción } / 100$$

Las dimensiones del conducto se muestra en la figura 17.

CUADRO 6. Calculo del conducto de escape de gases.

TRAMO	DIMENSION Diámetro "pulg"	LONGITUD ft	FRICCION/100FT	PULG COLUMNA H2O
1	3.92 x 2.5 ft	2	0.31	0.0062
2	15	6	0.47	0.0282
3	15	135	0.47	0.053
4	15	2	0.47	0.0094
5	10	10	3.6	0.36
PRESION ESTATICA TOTAL				0.46

al valor total de la presión estática se le suma un factor de seguridad del 5%.

$$\text{Presión estática} : 1.05 \times 0.46 = 0.483 \cong \frac{1}{2}$$

El volumen de aire dentro de la maquina es de 62 ft³ (ver planos).

Tomando el volumen interno de la maquina y las CFM calculadas, comprobamos si el equipo a utilizar es el optimo, de acuerdo al numero renovaciones de aire por hora , recomendado en la tabla 5, para talleres de pintura, que aseguran la eliminación de los gases producidos por el barniz en el sitio de trabajo.

Según formula ¹ tenemos:

$$C/h = CFM * 1.7 / \text{Volumen int.}$$

¹ SANS. Eduardo, Cap. 3. *Practical Guide To Fan Engineering*. Editorial Blume, Barcelona, 1970.

Donde:

C/h = cambio de aire por hora.

CFM = volumen calculado a desocupar.

Volumen int = volumen interior de la maquina (ft³).

$$C/h = 1720 * 1.7 / 62$$

$$C/h = 47$$

Según este resultado podemos observar que en la tabla 5, las renovaciones de aire para talleres de pintura recomendadas, deben estar en el rango de 30-60, lo cual indica que nuestros cálculos son correctos y se encuentran dentro del rango normal.

Basado en el calculo de la presión estática y el volumen para la renovación de aire, escogemos un ventilador marca CHICAGO, para una presión estática de ½", 1720 CFM, con un motor de 1307 RPM y una potencia de 0.22 HP. Ver anexo 11.

11. MANTENIMIENTO

11.1 OBJETIVO DEL MANTENIMIENTO

- Obtener bajos costos de producción
- Mantener en buen estado instalaciones y equipos.
- Mantener disponible los equipos para operación.

11.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Existen diversas formas de efectuar el mantenimiento, entre las que existen tienen sus propias características. A continuación describiremos una por una.

11.2.1 Mantenimiento correctivo. Se denomina mantenimiento correctivo porque el mantenimiento que se presenta no es planeado (Contar con los recursos posibles en el momento de repararlo) es decir, que se tienden a efectuar reparaciones menores o mayores en equipos o partes de estos que han fallado o han salido de servicio en forma imprevista y tratar de poner al equipo en el menor tiempo posible y al mismo tiempo sin mayores costos.

Cuando solo se efectúa mantenimiento correctivo, la fuerza de trabajo esta tan ocupada en reparar que no disponen de la oportunidad para analizar las causas de las fallas que se presentan.

11.2.1.1 Desventaja del mantenimiento correctivo.

- Al comienzo, cuando las maquinas son nuevas podemos encontrar pocos técnicos y a su vez pocas fallas, pero en el momento en que aparecen fallas con bastante frecuencia, se da la necesidad de subcontratar mas personal para hacer el mantenimiento.
- Las continuas paradas hacen imposible el cumplimiento de las metas de producción.
- Se generan altos costos y paradas con perdida de tiempo, por ser más grandes los daños a reparar.
- Las fallas pequeñas con el tiempo hacen que se den fallas representativas con mayor tiempo perdido en reparaciones y por lo tanto mayor lucro cesante.

11.2.2 Mantenimiento periódico. También conocido como paradas de planta, es aquel que a un determinado equipo se le hace mantenimiento en forma integral, después de un determinado tiempo de servicio. Para poder llevar a cabo el mantenimiento periódico es necesario que se reúnan los departamentos de planeación con los departamentos de Materiales, Ingeniería, Proyectos, Producción e Administrativo con el fin de recopilar actividades para ser reparadas para la próxima parada, por medio del trabajador.

11.2.3 Mantenimiento programado. Esta denominación cubre el mantenimiento de una serie de equipos pertenecientes a una unidad de producción (una planta). Tal unidad es sacada de servicio periódicamente, mediante programas y sus equipos sometidos a inspección y reparación según un programa individual para cada equipo.

En este tipo de mantenimiento se reconoce las fallas del mantenimiento correctivo y se acepta que el equipo hay que revisarlo o repararlo antes que se pare por falla.

11.2.4 Mantenimiento predictivo. Son una serie de ensayos no destructivos que sirven para tomar datos de una máquina.

Reconociendo que siempre va a existir unos cambios en las condiciones físicas es la principal razón para el mantenimiento, es lógico considerar el uso de sensores, medidores, o instrumentos de monitoreo para determinar cambios significativos en los equipos. Esta técnica minimiza la necesidad de desarmar los equipos para inspeccionarlos internamente.

El mantenimiento predictivo esta basado en que a través de la medición periódica o monitoreo es posible identificar condiciones que requieran corrección antes que un problema mayor se desarrolle.

En la actualidad, el mantenimiento predictivo cuenta con instrumentos tales como:

- El espectro fotométrico que analiza los componentes del lubricante antes y despues de su trabajo.
- Equipos Ultrasónicos para determinar espesores de pared metálica.
- Partículas Magnéticas que sirven para detectar fisuras en la parte interna y otros.

11.2.5 Mantenimiento preventivo. Al momento de implementar el mantenimiento preventivo, lo primero es recopilar todo tipo de información con referente a la maquina, basándose en la información que el mantenimiento predictivo y el ingeniero recopila en las actividades que realiza en la vida diaria como:

- Mantener lubricada y limpia las piezas que conforman a la maquinaria.
- Realizar una revisión e inspección de todas las partes de la maquinaria, con el fin de repararla o reemplazarla.

Todo eso con el fin de que al momento de ponerla en funcionamiento, uno sea capaz de detectar fallas que evitan paradas del equipo.

11.2.5.1 Implementación del mantenimiento preventivo.

Al momento de implementar el mantenimiento preventivo:

- Se evitan fallas.
- Se disminuyen tiempos “Muertos” (Fallas de mantenimiento)
- Se disminuyen los costos por las fallas del mantenimiento.

11.2.5.2 Condiciones minimas para implementar un mantenimiento preventivo.

- Obtener los manuales del fabricante de los equipos instalados, esto con el fin de tener los planos que lo conforman, y a la vez saber a través de ellos el numero de partes que se necesitan para el stock de el almacén.
- Manual de operación: Son los que determinan las condiciones que debe trabajar esa maquinaria.
- Catálogos del fabricante: En estos catalogos se presentan codigos de las piezas de la maquina que me permiten conocer la fabricación de ese elemento (Composición química del material) y a su vez sirve como una identificación de esa pieza.
- Manual de terminación mecánica: Nos muestra la historia compleja en el momento del montaje de esa maquina.

11.2.5.3 Ventajas del mantenimiento preventivo.

- El equipo mantiene un flujo normal de operación.
- Se presenta satisfacción y a la vez motivación por la labor realizada.
- Los equipos en general sufren menos deterioro.

- Se desperdician menos materiales/ repuestos.
- Cumplimiento de las fechas de entrega pactadas con los clientes.
- Baja la improductividad de los equipos Vs costos de equipos.
- Proyectos y presupuestos con mas exactitud.
- Establezco fácilmente los máximos y mínimos materiales en el almacén.
- Manejar y controlar los índices de costo de el mantenimiento.
- Mayor productividad hace que los costos bajen.

12 MANUAL DE MANTENIMIENTO

12.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

12.2 OBJETIVO

- Alargar la vida de la unidad.
- Evitar averías
- Evitar paradas intempestivas
- Reducir al mínimo el tiempo de parada.

13.3 RECOMENDACIONES

Para un buen desempeño y una larga vida útil de la maquina es necesario seguir las siguientes recomendaciones:

Ante de comenzar todo trabajo en un circuito, debe asegurarse que el circuito de alimentación del motor eléctrico este desconectado. Así mismo, que las boquillas estén completamente limpias y que no exista acumulación de presión en el sistema.

Antes de encender una bomba debe tener presente seguir las siguientes instrucciones:

- Leer las recomendaciones de el fabricante de la máxima presión de trabajo y las instrucciones de operación.
- Cerrar el paso hacia las boquilla si la unidad hidráulica se encuentra completamente segura.
- Observar todas las conexiones para probar que no hay escape en los accesorios.

Antes de ajustar alguna parte de el equipo cerciórese primero de :

- Apagar la bomba.
- Luego descargar el contenido que existe en la tubería, para eliminar la presión.
- Y luego desconectar las boquillas una por una si la unidad se encuentra apagada.

13.3.1 Diariamente.

- Verificar el nivel de barniz en el depósito.
 - Verificar el aspecto del barniz; La presencia de espuma en la superficie indica que se ha producido una entrada de aire, sea en la bomba (juntas de paso del eje, juntas del fondo), sea en la línea de aspiración o en las uniones. Un aspecto turbio indica la presencia de agua. La presencia de espuma se refleja generalmente en el funcionamiento ruidoso de la bomba.
 - Si es necesario añadir barniz para restablecer el nivel, se recomienda emplear una unidad de transferencia y un porta filtro.
- a) Anotar todo principio de fuga, sea en un aparato o en una tubería. Durante el primer mes de servicio, una vigilancia particular en las uniones permite eliminar fugas.
- Anotar la temperatura del barniz. Una variación importante puede causar un riesgo de fuga y explosión, ya que el xileno con el que se liga es altamente volátil.
 - Verificar la alimentación de las electroválvulas. Este voltaje tiene que estar dentro de los valores siguientes:

5% por encima del valor nominal

10% por debajo de este valor.

- Ajustar las presiones de funcionamiento en el momento de pintar un tubo.
- Al terminar el proceso de recubrimiento de barniz, cerciórese de limpiar los sensores que se encuentran en la entrada y salida de la maquina, esto con el fin de que se active o se apague la válvula direccional que depende básicamente de la señal que los sensores envíen.
- Limpiar las paredes internamente de la maquina despues de terminar cualquier labor, esto con el fin de evitar cualquier adheramiento por parte de el barniz y así lograr que se recupere la mayor cantidad posible.

13.3.2 Semanalmente.

- Limpiar los filtros montados en la aspiración de la bomba. Esta limpieza se lleva a cabo por inmersión en un disolvente, cepillado con un pincel no metálico y un secado con aire a presión.

Para los filtros que se encuentran en la línea de retorno, deben ser remplazados despues de un cierto numero de horas de funcionamiento, de acuerdo con las instrucciones que lleva sobre la ficha de

mantenimiento (50h, 250h, 500h) y según la atmósfera en que trabaje la instalación.

- Reparar las fugas que se anotaron en los días precedentes, durante el periodo de funcionamiento.

No intente reparar una fuga apretando exageradamente los elementos de unión, debido a que se encuentra trabajando a alta presión, lo mas conveniente es preferiblemente cambiar los elementos defectuosos despues de apagar la maquina.

- Se debe tener presente de observar las tuberías flexibles con racores de anillos, porque por lo general se ve que la parte interna de los racores hembra presentan marcas que indican desgaste y es por donde se presentan fugas, por lo tanto, lo mejor es cambiarlo.

Al tratar de montar una tubería flexible se debe tener en cuenta de que la rosca NPT deberá tener un fileteado macho que debe ser revestido con cinta de teflón para evitar fugas.

- Revisar del apriete de los elementos de fijación de los grupos montor-bomba, de los soportes de válvulas y de las tuberías.
- Verificar el acoplamiento que existe entre la bomba y el motor.

- Revisar los sistemas de las boquillas del aro en el momento de el spray, ya que por lo general se acostumbra a taparse y lo mas conveniente es bajarla para limpiarla con algún tipo de disolvente y secarla a presión. Se debe tener presente de que inicialmente se debe desconectar todos los equipos y sacar la acumulación de presión de las tuberías.
- Realizar un estudio de porosidad o filtración de todas las tuberías rígidas y flexibles no accesibles durante el funcionamiento. En particular, en las tuberías flexibles, toda señal de transpiración de barniz cerca de los extremos debe llevar consigo al cambio inmediato del elemento defectuosos.

13.3.3 Mensualmente.

- Analizar las muestras de barniz que se encuentra en los distintos niveles de el deposito, para saber si cumple con la viscosidad recomendada para recubrir el tubo. Para esto se debe tomar muestras en frascos y marcarlos con el numero de horas de servicio.
- Revisar los sistemas de anclaje, soportes y seguridad.
- Inspeccionar la presión existente en las líneas de tubería para saber que no hay ninguna perdida de ella.

13.3.4 Anualmente.

Verificar el buen estado de funcionamiento de todos los aparatos incorporados en el circuito. Pintar la maquina para evitar la corrosión de las partes.

- PARA LAS BOMBAS

BOMBAS DE ENGRANAJES

Antes de arrancarla se debe proceder a inspeccionar el buen estado de las diferentes piezas en movimiento. Las piezas nuevas de recambio son limpiadas con un desengrasante y luego lubricarlas con algún tipo de grasa para su conservación.

Además se debe tener en cuenta que los empaques se encuentren en perfectos estados para evitar que el fluido de trabajo se ligué con sus partes internas.

Al momento de apretar los diferentes tornillos de fijación de los diferentes elementos de las bombas observe siempre los torques de apriete requerido por el diseñador. Después de apretar los tornillos el eje de la bomba debe poder girar manualmente.

En caso que las piezas de desgaste no puedan ser remplazadas, en el momento de montarla nuevamente se debe utilizar nuevas juntas; una precaución consiste en cambiar los cojinetes.

Por ultimo se debe tomar nota de las diferentes piezas que fueron remplazadas en la ficha de mantenimiento.

- **EN LAS VÁLVULAS**

Despues de desmontar y limpiar las piezas, verificar el buen estado de los asientos, cuerpo, resortes, correderas. Todos los elemento que presentan marcas importantes, seran remplazados. Unas señales muy ligeras sobre las correderas se pueden pulimentar con ayuda de pastas de lapidar, eliminando despues cuidadosamente todo residuo de la misma. Los cuerpos d las válvulas se verifican y las rocas de los orificios se limpian pasando un macho.

- **EN LOS MANÓMETROS**

Se procede a calibrarlo en el laboratorio para ser corregido.

- **PARA EL DEPOSITO**

Vaciar, limpiar las paredes y asegurarse que la pared superior no presenta señales de oxidación. Volverlo a pintarlo si fuera necesario.

Volver a montar las puertas de inspección y tener la precaución de cambiar las juntas.

- **PARA LA TUBERÍA**

Durante todas las operaciones de inspección de los aparatos es dispensable cerrar los orificios de la tubería con ayuda de tapones metálicos, con preferencias a cualquiera otros. En ningún caso se debe colocar trapos.

Y Finalmente todo los soportes de aparatos y de tubería deben volverse a montar y apretarse convenientemente.

CUADRO 7 . PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

ELEMENTO	SUB. ELEMENTO	Tiempo de cambio	Tiempo de limpieza
BOMBA	Rodamientos	20.000 horas	
	Sellos	6 meses	
MOTOR	Rodamiento	20.000 horas	
FILTRO	Tamiz	12 meses	30 días
BOQUILLAS		12 meses	7 días
DEPOSITO	INFERIOR		7 días
	EXTERIOR		6 meses
VALVULA CHECK		24 meses	6 meses
ELECTRO- VALVULA	O - Ring	6 meses	6 meses
	Sellos	6 meses	

Nota: este programa esta sujeto a cambios, de acuerdo al seguimiento que se le haga a las piezas en estado de operación.

14 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

13.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO.

13.1.1. Objetivo general. Identificar, evaluar los impactos ambientales que se generen por el montaje y operación de una barnizadora por parte de la firma TUBOCARIBE S.A. dentro de sus instalaciones situadas en el parque industrial Carlos Pérez Pombo, así mismo, establecer las medidas correctivas para mitigar o compensar los efectos nocivos que se puedan presentar como resultado de la ejecución del proyecto y su posterior operación.

13.1.2. Objetivos específicos.

- Establecer el estado inicial de referencia del área del proyecto.

- Identificar y evaluar los impactos ambientales generados por la ejecución y funcionamiento de la máquina.

- Elaborar el plan de manejo ambiental correspondiente.

- Dar cumplimiento a las normas ISO 14000.

- Dar cumplimiento a las normas ambientales vigentes, ley 99 de 1993 y decreto 1753 de agosto 3 de 1994.

13.2. METODOLOGIA

El presente estudio ha sido elaborado siguiendo la siguiente metodología de trabajo.

- Recopilación de la información bibliográfica relacionada con el tema.
- Análisis y selección de la información.
- Identificación, evaluación y calificación de los impactos ambientales generados por el montaje de la nueva barnizadora en las instalaciones de TUBOCARIBE S.A.
- Descripción de los efectos ambientales.
- Elaboración del plan de manejo ambiental y medidas de contingencia en el caso de posibles accidentes.

13.3. DESCRIPCION DEL ESTADO INICIAL DE REFERENCIA

14.3.1 **Ubicación geográfica.** El globo de terreno general, donde se ubica la planta de TUBOCARIBE S.A. tiene una extensión de 24.41 hectáreas comprendida dentro de los siguientes linderos:

- Por el norte y noroeste limita con terrenos de Corelca.

- Por el este con la subestación de Corelca y terrenos de la Cervecería Águila.

- Por el sureste, sur y suroeste con la carretera circunvalar que conduce a mamonal; en frente de la entrada principal de la planta se ubican terrenos de la Corporación Universitaria de Bolívar y de inversiones Villegas Vélez Ltda.

- Por el oeste limita con la manga de la carretera hacia mamonal.

13.4. PRESENTACION DEL PROYECTO.

13.4.1. Materias primas y otros suministros utilizados en el proceso.

Las materias primas necesarias para el barnizado de tubos son las siguientes.

NOMBRE	PROCEDENCIA	CANTIDAD MENSUAL
Barniz	Local	800 GLS
Xilol	Importado	800 GLS

13.4.2. Producto terminado. El producto terminado lo constituyen los tubos de acero revestido en barniz estimándose una producción mensual de 45000 tubos revestidos.

13.4.2. Almacenamiento distribución y venta de productos terminados.

La tubería revestida en barniz será dispuesta en los patios ubicados a lado y lado de la planta.

La tubería revestida es de la línea LINE PIPE (tubería de conducción) para el transporte de petróleo y sus derivados. Destinada al mercado nacional , países de latino América y con proyección hacia otros países.

13.5. IDENTIFICACION Y EVALUACION DE EFECTOS.

El objetivo principal es identificar y evaluar los posibles efectos del proyecto de montaje y puesta en marcha de la unidad barnizadora , sobre los diferentes

elementos que componen el entorno ambiental del área y su zona de influencia, para diseñar luego las medidas de mitigación necesarias que permitan prevenir, corregir, controlar o compensar los efectos negativos mediante un plan de manejo ambiental, de tal manera que se pueda garantizar un proyecto ambiental sustentable.

13.5.1. Reglamentación ambiental vigente. Tubo Caribe S.A. esta en un proceso de certificación según la norma ISO 14000, por tal razón este estudio esta encaminado hacia este objetivo.

Para lograr esto la empresa debe alojarse a los parámetros designados por dicha norma.

Para la evaluación ambiental de este proyecto se tuvieron en cuenta los decretos que reglamentan a nivel nacional, los vertimientos de aguas domesticas, manejo y disposición final de residuos tóxicos, como lo referente a la contaminación, ya que esta reglamentación dan los parámetros y valores mínimos para tener en cuenta en la planificación y construcción del proyecto.

Las normas legales son las siguientes:

- Ley 99 de Diciembre de 1993.
- Decreto 1753 de Agosto 3 de 1994.

13.5.2. Metodología de evaluación. Para la calificación en el presente estudio se parte de una línea de base o ambiente de referencia existente antes de la iniciación del proyecto, teniendo en cuenta los usos actuales y tendencias existentes antes de la iniciación del proyecto, teniendo en cuenta los usos actuales y tendencias para compararlos con los usos propuestos y hacer un análisis para cada actividad preponderante del proyecto tanto en la etapa de montaje como la etapa de operación.

De esta manera, le facilita estimar las condiciones finales y evaluar los efectos que se pueden generar y de su necesario proponer correctivo para que los impactos negativos sean lo menos nocivos al medio ambiente, a los trabajadores y a los habitantes de la zona de influencia directa del proyecto.

El procedimiento escogido en este estudio para establecer los efectos ambientales esta basado en la identificación y calificación de una serie de indicadores ambientales que permitan conocer el grado de alteración presentada ante una o varias acciones específicas.

La evaluación se presenta en forma matricial para facilitar su comprensión y la toma de decisiones conducen a la elaboración de las medidas mitigantes requeridas en el plan de manejo ambiental.

13.5.2.1. Calificación de los impactos. La calificación de los efectos ambientales es cualitativa pero soportada por una descripción conceptual bastante amplia de todos los factores inherentes a los efectos específicos del proyecto con sus respectivos indicadores de evaluación. Las actividades de

montaje y puesta en marcha de la barnizadora causan los efectos que se evidencia en el cuadro 3, el cual presenta una matriz de identificación preliminar de efectos.

A continuación se describen los criterios de impacto definidos.

- **Probabilidad de ocurrencia.** Es la probabilidad de que un efecto ambiental ocurra, condiciona el conocimiento de las actividades del proyecto y su área de influencia. La escala definida es la siguiente:

- Segura.

- Alta

- Media

- Baja

- **Duración.** Se define como el periodo de tiempo en el que el impacto puede extenderse y los efectos acumulativos se pueden presentar por el entrecruzamiento de impacto en este tiempo. La escala es la siguiente:

- Temporal

- Permanente

- **Intensidad.** Es el valor que se le puede dar a un componente en la evaluación global. La escala es la siguiente :

- Alta
- Media
- Moderada
- Baja.

- **Área de influencia.** Este concepto se refiere al proyecto en su totalidad y sus implicaciones sociales y económicas. Se clásica con la siguiente escala:

- Puntual.
- Zonal
- Regional

- **Mitigación.** Son las soluciones factibles y disponibles a los impactos ambientales que se presentan. La escala definida se refiere a si es mitigable o no, es decir Si o No.

13.5.2.2. Interacción proyecto – ambiente. Este proyecto en las instalaciones de TUBOCARIBE S.A. Causa los efectos que se evidencian en la matriz: Identificación preliminar de efectos (Cuadro No 3). En los cuadros No 4 y 5 expresan los beneficios e inconvenientes del proyecto mismo en un momento dado y su interacción con el medio ambiente.

13.5.3. Descripción de efectos ambientales. De acuerdo a los criterios empleados en la calificación y atendiendo a los aspectos calificados en cuadro No 3. Se generan 9 impactos en total, de los cuales cinco son impactos ambientales negativos, y cuatro son positivos. Los negativos son mitigables mediante las acciones que se establece en el plan de manejo ambiental.

A continuación de acuerdo al cuadro No 5 se presenta la descripción de efectos negativos preponderantes susceptibles de ser generados por cada una de las acciones del proyecto.

- **Disposición del residuo.** Su principal efecto se produce en el aire, por la probabilidad de ocurrencia alta y aunque su duración es temporal con intensidad baja puede tener consecuencias significativas para el personal que opera estos residuos y los que se encuentran laborando en puntos cercanos donde están estos. En la tierra con una probabilidad media de

ocurrencia, no debe descuidarse, la duración es temporal pues es poco el residuo que puede perderse y siempre se tiene en cuenta de no derramarlo en ningún lado.

- **Funcionamiento de la maquina.** Su principal efecto es en el aire, el cual tiene una probabilidad de ocurrencia alta, pues el trabajador estará expuesto directamente a los gases del barniz y su disolvente, su duración es temporal, con intensidad alta lo cual es preocupante. La flora y la fauna la probabilidad de ser afectados es muy baja por exposición temporal e intensidad baja, el área de influencia es puntual.

13.6 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El plan de manejo ambiental esta dirigido, mediante la formulación de medidas y acciones a lograr, prevenir, mitigar, minimizar y/o compensar los efectos negativos mas relevantes que se generen por el montaje y operación del proyecto. A continuación se presentan cada una de estas medidas y acciones tanto para la etapa de montaje como para la de operación de la barnizadora para recibir tubos de acero.

13.6.1 Etapa de construcción.

- Capacitar e instruir al personal, sobre el manejo y operación de la nueva barnizadora y herramientas de trabajo necesaria para la ejecución y puesta

en marcha del proyecto, esto deberá realizarse cada vez que ingrese personal nuevo a la planta.

- Suministrar al personal que labora las necesidades de servicios básicos, además de la alimentación adecuada y de primeros auxilios en caso de accidentes.

- Dotar al personal de los siguientes elementos de trabajo para cumplir las normas de seguridad establecidas para el uso y manipulación del barniz y xilol, como también para su estadía dentro de la empresa.
 - Botas de seguridad.
Ref. Bota Comanche Dielectrica CP – Antideslizante. (ver ficha técnica, anexo 13)

 - Casco de seguridad
Ref. 10-096 (ver ficha técnica, anexo 14)

 - Protectores auditivos
Ref. 9-098-2 con cinta de nylon. (ver ficha técnica, anexo 15)

 - Gafas de seguridad.
Ref. Norton 180. (ver ficha técnica, anexo 16)

 - Guantes tipo Hycron.

(ver ficha técnica, anexo 17)

- Mascarillas industriales.

Ref. 8000 (ver ficha técnica, anexo 18)

- Para la construcción se utilizara el personal activo en la planta y se reutilizaran cualquier equipo en buen estado para la construcción de la maquina y así minimizar los costos.
- Delimitar un área específica en la planta para el almacenamiento del Xilol y barniz.

13.6.2 Etapa de operación.

- No iniciar las actividades de producción sin antes tener instalados todos los dispositivos de la planta conforme a sus estándares o parámetros de funcionamiento.
- Realizar mantenimiento preventivo (diario) en los puntos internos de la barnizadora donde están ubicados los sensores capacitivos.
- Colocar en lugares específicos letreros con las normas de seguridad de prevención y prohibición con el fin de evitar accidentes.
- Señalizar los sitios de disposición de desecho.

- Colocar letreros alusivos a la preservación del medio ambiente.

13.6.3 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

En la tabla No. 6 se presenta el tiempo necesario para la ejecución de cada una de las etapas para la construcción y la mitigación y/o compensación de efectos ambientales generados.

Todas estas actividades han sido proyectadas de acuerdo a un cronograma trazado, estimándose en un mes la finalización de las obras propuestas.

TABLA 6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividades	Días												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Adecuación sitio de montaje	■	■	■										
Construcción estructura	■	■	■	■	■	■	■						
Instalación de accesorios dentro de la barnizadora								■	■	■			
Instalación de equipos y arranque de la maquina											■	■	■

14. EVALUACION ECONOMICA

14.1 EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS

14.1.4 Condiciones generales de evaluación

- **Denominación de las alternativas:**

Las alternativas tendrán los siguiente nombres distintivos:

ALTERNATIVA 1. Se llamara así, a la alternativa que actualmente presenta la maquina barnizadora de tubos petrolero en la Empresa Tubocaribe S.A, en la que se desea aprovechar mas la cantidad de barniz que se aplica a los tubos, colocando únicamente para su recuperación una llave de paso en la parte de debajo de la maquina.

ALTERNATIVA 2. Se llama así, a la alternativa que nosotros le presentamos en nuestra tesis, para el mejor aprovechamiento de el barniz por parte de el nuevo diseño de la maquina barnizadora de tubos

petrolero, en la que se desea aprovechar al máximo el espacio disponible con que se cuenta.

- **Duración de las alternativas**

ALTERNATIVA 1: En la actualidad se observa que de acuerdo con el diseño que presenta es factible que se le den algunas modificaciones, porque se esta dando contaminación en el área de trabajo, que afectan mucho a los trabajadores y además el sistema de recuperación es bastante deficiente.

ALTERNATIVA 2: Con este diseño se estima que se tenga una duración de 15 años o algo mas, dependiendo de el adecuado mantenimiento que se le de a la maquina Barnizadora.

- **Clase de evaluación a realizar.** La evaluación tendrá las siguientes características:

a) Alternativa que producen el mismo servicio. Se analizaran los costos de mantenimiento, reparación, producción y operación.

b) Alternativa mutuamente excluyente. Como las dos alternativas están diseñadas para resolver el mismo problema, una de las dos será la elegida.

c) Alternativa de diferente vida de servicio. Como ya se explico, las alternativas poseen diferente vida económica.

d) Reemplazo en condiciones reales. Es modelo de igualación de vida, es el mas indicado y presenta mayor confiabilidad.

- **Tasa mínima de retorno.** La Empresa Tubocaribe S.A posee una tasa mínima de retorno del 30%.

14.2 ANALISIS DE LOS COSTOS

14.2.1. Inversión inicial. La inversión inicial de cada una de las alternativas se presentan en las tablas, las cuales contienen valores unitarios de cada uno de los elementos constitutivos del sistema y se totaliza en los cuadros de valor total de la inversión.

Los valores unitarios para el presupuesto, fueron obtenidos de diferentes empresas (Anexos) y además por los datos proporcionados por el departamento de mantenimiento y contabilidad de la Empresa Tubocaribe S.A.

14.2.2 Costos por mantenimiento. Los costos por mantenimiento evaluados son aquellos que difieren en cada una de las alternativas. El mantenimiento a realizar sera el preventivo y predictivo, mas no correctivo, ya que estos son dañados que pueden ocurrir en cualquier momento.

ALTERNATIVA 1:

Barnizadora (actual): La aplicación del mantenimiento sobre esta maquina se centra en verificar el nivel de barniz que el deposito presenta (semanalmente) y el cambio del mismo (mensualmente).

Actualmente se esta realizando un gasto de 800 gal/mes de barniz y 800 galones de xileno para su mezcla, en donde el valor unitario de barniz es de \$ 22571.65 pesos y el de xileno es de \$ 5923.64 pesos, lo que nos da un gasto de 9600 de galones/año (\$216687840) de barniz y 9600 galones/año (\$56866944) de xileno.

El mantenimiento que se le hace a la bomba neumática de piston que presenta la maquina tiene un valor alrededor de \$195000 pesos. En lo que respecta a esta bomba tiene una revisión de dos veces anualmente, debido a que los empaques con que cuenta han de ser manejados por el mismo distribuidor, lo que representa un gasto de \$390000 de mantenimiento/anual.

Para el mantenimiento de sus filtros que esta maquinaria presenta, por lo general son cambiadas 6 veces al año debido a que no son reutilizables.

El valor de cada filtro tiene un costo de \$ 132000 pesos, lo que genera un gasto de \$792000 pesos filtro/anual

Barnizadora (modificada): Para este tipo de maquina fue diseñada para que se estudie la variación de barniz (diariamente) y su cambio se realiza (mensualmente).

En esta maquina se produce un gasto de 700 gal/mes tanto en barniz como en xileno. Además como se dijo anteriormente el valor unitario de barniz y de xileno, entonces podemos saber que hay un gasto de 8400 de gal/año (\$189601860) de barniz y 8400 gal/año(\$49758576) de xileno.

Las bombas que están instaladas en esta maquina son menos costosa y bastante comercial, es decir que sus partes son fáciles de conseguir para su mantenimiento.

El mantenimiento que se le aplican a estas bombas tiene un valor de \$ 125000 pesos, que pueden ser revisadas anualmente. Como son dos las bombas, entonces tienen un valor de \$ 200000 pesos de mantenimiento/anual.

Los filtros con que cuenta esta maquina son reutilizables y tienen una duración alrededor de un año. La maquina fue diseñada para poseer un filtro de $\frac{3}{4}$ y tres de $\frac{1}{2}$. El filtro de $\frac{3}{4}$ tiene un costo de \$ 132000 y el de $\frac{1}{2}$ de \$ 65000.

El gasto anual que se esta realizando por los filtros es de \$327000 filtro/anual.

14.2.3 Costos por reemplazo

ALTERNATIVA 1: A continuación se presentaran una tabla en las que se especifican con bastante detalle la inversión que nos genera en construirla, además de esto la maquina no cuenta con un sistema de recuperación del barniz, ni con un extractor de aire para que no contamina el área de trabajo.

En el momento se haciendo un mal manejo con el barniz y con el xilol, debido a el diseño que presenta la maquina para su recuperación no es la optima y la mayor parte se queda en sus paredes, generando de esta forma mayor trabajo para su mantenimiento.

La bomba neumática con que cuenta debe hacerle el mantenimiento por la misma casa de fabricación y sus piezas deben ser traídas de afuera.

La maquina que se encuentra en operación tiene una inversión Inicial de \$ 20407480 pesos.

ALTERNATIVA 2: Con esta alternativa se quiere aprovechar mas la utilización de el barniz y del xilol, además de contar con elementos que ayudan a generar la presión de trabajo como también de extraer los aires que se generan en el interior de la maquina y botarlo fuera de el sitio de trabajo porque son bastante perjudicial para la salud de el trabajador. A continuación se especifican todos los elementos de inversión en la siguiente tabla.

La maquina cuenta con un costo de inversión inicial de \$ 10182182 pesos.

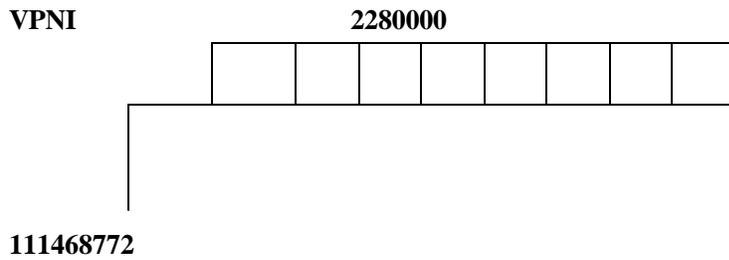
Cuadro 7. Inversión inicial de las alternativas 1 y 2.

ALTERNATIVA 1			
Material	Cantidad	Valor Unitario	Costo Total
Boquillas Barnizadoras	6	\$ 141930	851580
Bombas Neumática de piston	1	\$ 1800000	\$ 1800000
Sensor Capacitivo	1	\$ 598600	\$ 598600
Filtro ¾	2 / 4 meses 6 / año	\$ 132000	\$ 792000
Manómetro	1	\$ 165300	165300
Total			\$ 20407480
ALTERNATIVA 2			
Material	Cantidad	Valor Unitario	Costo Total
Boquillas Barnizadoras	6	\$ 141930	\$ 851580
Bombas De engranajes	1	\$ 979776	\$ 1959552
Sensor Capacitivo	2	\$ 598600	\$ 1197200
Sensor Inductivo	1	\$598600	\$ 598600
Filtro ¾	1	\$ 132000	\$ 792000
Filtro ½	3	\$ 65000	\$ 195000
Manómetro	1	\$ 165300	\$ 165300
Válvula Check	1	\$ 141300	\$ 141300
Válvula de alivio con piloto	1	\$ 2600000	\$ 2600000
Válvula 2/2	1	\$ 270000	\$ 270000
Válvula check	1	\$ 38650	\$ 38650
Motor	2	\$ 686500	\$ 1373000
Total			\$ 10182182

Cuadro 8. Inversión inicial de las alternativas 1 y 2, mas los costos por producción en un año .

ALTERNATIVA 1			
Material	Cantidad	Valor Unitario	Costo Total
Xilol	800 gal/mes 9600 gal/año	\$ 5923.64	\$ 56866944
Barniz	800 gal/mes 9600 gal/año	\$ 22571.65	\$ 216687840
Boquillas Barnizadoras	6	\$ 141930	\$ 851580
Bombas Neumática de piston	1	\$ 1800000	\$ 1800000
Sensor Capacitivo	1	\$ 598600	\$ 598600
Filtro ¾	2 / 4 meses 6 / año	\$ 132000	\$ 792000
Manómetro	1	\$ 165300	165300
Total			\$ 293962264
ALTERNATIVA 2			
Material	Cantidad	Valor Unitario	Costo Total
Xilol	700 gal/mes 8400 gal/año	\$ 5923.64	\$ 49758576
Barniz	700 gal/mes 8400 gal/año	\$ 22571.65	\$ 189601860
Boquillas Barnizadoras	6	\$ 141930	\$ 851580
Bombas De engranajes	1	\$ 979776	\$ 1959552
Sensor Capacitivo	2	\$ 598600	\$ 1197200
Sensor Inductivo	1	\$598600	\$ 598600
Filtro ¾	1	\$ 132000	\$ 792000
Filtro ½	3	\$ 65000	\$ 195000
Manómetro	1	\$ 165300	\$ 165300
Válvula Check	1	\$ 141300	\$ 141300
Válvula de alivio con piloto	1	\$ 2600000	\$ 2600000
Válvula 2/2	1	\$ 270000	\$ 270000
Válvula check	1	\$ 38650	\$ 38650
Motor	2	\$ 686500	\$ 1373000
Total			\$ 182493492

	Alt 2	Alt 1	Resultado
Inv Ini.	\$ 182493492	\$ 293962264	\$ 111468772
Cost Mant.	\$ 2400000	\$ 4680000	\$ 2280000



$$VPNI = 111468772 - 2280000 (P/A;30\%;15)$$

$$VPNI = 111468772 - 7451521.46$$

$$VPNI = 104017251 > 0$$

Cuando el valor presente neto incrementado (VPNI) nos arroja u valor negativo la mejor propuesta es la alternativa 1. Cuando el VPNI nos da positivo la mejor propuesta es la alternativa 2 y cuando el VPNI nos da igual a cero las dos propuestas son totalmente indiferentes.

Para nuestro proyecto la mejor alternativa es la dos (2).

CONCLUSIÓN

Concluido el diseño de la unidad barnizadora para recubrimientos de tubos se logro con óptimos resultados todos los objetivos a realizar.

Como primera medida se cumplió con el objetivo de diseñar una estructura opima que garantiza el aprovechamiento del espacio de trabajo en la línea de producción, así el operador tendrá una mayor comodidad de hacerle limpieza y mantenimiento.

Con este diseño podemos garantizar la máxima recuperación de barniz, y de esta forma disminuir su alto consumo, gracias a que se tuvieron en cuenta hasta el mas mínimo detalle con respecto a las distintas variables que se presenta en el proceso de la atomización y las diferentes formas posibles de recuperación de este., tomando atenta nota de los diferentes problemas que se venían presentando.

La nueva maquina barnizadora cuenta con un dispositivo de extracción en su parte superior con el fin de sacar los gases producidos por el barniz y de esta forma evitar la contaminación de el sitio de trabajo, el cual es uno de los problemas mas significativos que se tiene actualmente, ya que este afecta directamente la salud de las personas que laboran cerca de el sitio de barnizado y de manera mas fuerte a los operadores de ello. Tener un conducto

de extracción de gases es muy practico ya que este desocupa el elemento contaminante en la atmósfera de trabajo a un punto en el exterior del sitio de trabajo.

En conjunto con el diseño de la barnizadora se presento un programa de simulación el cual no esta dado en tiempo real, pero sirve de gran ayuda para mostrar de forma visual el funcionamiento interno de la maquina y de esta forma crear la inquietud a los directivos de la empresa en adquirir un verdadero programa de simulación y control de variables como es el factorylink.

Uno de lo objetivos que se lograron en este trabajo fue el de diseñar una maquina que no solo diera todas las garantías de buen funcionamiento y protección para los trabajadores, sino que también le garantizarara a la empresa un bajo presupuesto de construcción en comparación con la maquina actual y además un bajos costos por mantenimiento. El hecho de recuperar una gran cantidad de barniz hace que la maquina sea una alternativa para tener en cuenta.

El estudio de impacto ambiental arrojó resultados satisfactorios, pero también se tiene algunos puntos que corregir como el hecho de el manejo que e le da al Xilol dentro de las instalaciones por parte de los trabajadores. Con la nueva barnizadora Se podrán corregir muchos de los inconvenientes debido a la contaminación.

BIBLIOGRAFÍA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, Annual book of ASTM standards. 1 ed. Philadelphia: Staff, 1978. P. 160 –185.

AMPUDIA, Danilo. Accionamiento hidraulicos. 2 ed. Cali: Universidad del valle. 1988.p 40 – 319.

CARRIZOSA J, C. SÁNCHEZ, L. QUIÑÓNEZ, J. RUIZ Y C. FAJARDO. (1974). Nuevo régimen jurídico de el medio ambiente. 1 ed. Mexico: Grupo editorial Iberoamerica. 1974. p. 290.

DUEK J. Métodos para la evaluación de el impacto ambiental. 2 ed. Venezuela: Mérida. p. 90.

DE GROOTE, J. P. Tecnología de los circuitos hidráulicos. 2 ed. Barcelona: Labor. 1987. p. 60 – 450.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Normas colombianas sobre documentación y presentación de tesis de grado. 5 ed. Bogota : ICONTEC, 2001. (Programa ICONTEC-ICFES, normalización de la documentación). P. 11-78.

JENSSEN, Jorge. Fundamento de dibujo Mecánico. 2 ed. México: Mc Graw – Hill, 1982. P. 50 – 80.

MARKS, Leonel. Manual del Ingeniero Mecánico. 8 Ed. España: Mc Graw – Hill, 1978. v. 1. P. 5.1 – 6.123.

MARGALEF, R. Ecología. 3 ed. Barcelona: Harla. 1977. p. 20 – 80.

PRACTICAL GUIDE TO FAN ENGINEERING, Woods of Colchester Ltd. 6 ed. Inglaterra: Calypso. 1970. p. 58 – 144.

SHYGLEY, Joseph E. Diseño de Ingeniería mecánica. 5 ed. Bogotá : Mc Graw – Hill, 1985. P. 31 – 379.

ZUBICARY, Viejo. Bombas teoría, diseño y aplicaciones. 2 ed. México: Mc Graw – Hill. 1970. p.163 – 180.

DEDICATORIA

Este proyecto esta dedicado especialmente a Dios y a mis padres Elizabeth Alfaro y Orlando Tamara.

A mi hija que a sido mi fuente de superación, Jessica Natalia Tamara.

A mi novia Denis Pérez por su apoyo moral y ayuda incondicional, quien a ocupado un lugar muy especial en mi vida.

A mis hermanos Alba Rocio, Oscar, Libia y Renzo, Por sus concejos y comprensión.

A mis tíos Néstor Alfaro, Alfa Lopera y Argemiro Díaz, quienes ocuparon un papel muy importante en la culminación de mis estudios de Ingeniería Mecánica.

A mis amigos y demás personas que con su ayuda y voz de aliento hicieron posible la terminación de este proyecto.

ORLANDO RENE TAMARA A.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos:

A LA EMPRESA TUBOS DEL CARIBE S.A.

A LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLIGICA DE BOLIVAR.

A NESTOR RODRÍGUEZ SÁNCHEZ. Ing. de Productividad y Calidad.
Superintendente de mantenimiento, TUBOCARIBE S.A.

A GERMAN MORALES. Ing. Mecánico. Gerente AIRE CARIBE LDTA.

A ANTONIO ESCORCIA. Jefe de montaje, TUBOCARIBE S.A.

A JUAN CARLOS MARTINEZ. Jefe de taller, TUBOCARIBE S.A.

A ELSA SAENZ. Programadora de mantenimiento, TUBOCARIBE S.A.

A Todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en el diseño de la
maquina.

DEDICATORIA

Este proyecto esta dedicado especialmente a Dios y a la memoria de mi padre y de mi hermana, Javier Herrera y Monica Herrera, que han sido los seres mas queridos por darme una fuerza interior para seguir adelante.

A mi madre Nelcy Lucas por apoyarme en los tiempos mas difíciles que se presentaron en mi carrera y por los sabios consejos dados para culminar satisfactoriamente mis estudios de Ingeniería Mecánica.

A mis hermanos Claudia Herrera, Javier Herrera y Maira Herrera que me dieron una voz de aliento para poder culminar este proyecto.

A mis primos Andrés Herrera y Víctor Herrera que han sido un ejemplo en mi vida como también me han brindado su apoyo incondicional.

A mis amigos y demás familiares que de alguna forma me ayudaron a culminar mis estudios de Ingeniería Mecánica.

JHON HERRERA LUCAS

