



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA QUÍMICA
E INDUSTRIAS EXTRACTIVAS**

**DOSIFICACIÓN DE RESINAS MEDIANTE UN
SISTEMA DE CONTROL PARA LA
PREVENCIÓN DE DESGASTE EN SECADOR Y
CUCHILLAS EN LA INDUSTRIA PAPELERA**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

ING. QUÍMICO INDUSTRIAL

PRESENTA:

FRANCISCO JAVIER DURAN GALINDO

DIRECTOR: M. en E. ARMANDO TONATIUH ÁVALOS BRAVO



CIUDAD DE MÉXICO, SEPTIEMBRE DE 2020

Folio
T-DEySA-050-20

"2020, Año de Leona Vicario, Benemérita Madre de la Patria"
175 Aniversario de la Escuela Superior de Comercio y Administración
125 Aniversario de la Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía
80 Aniversario del CECyT 6 "Miguel Othón de Mendizábal"
75 Aniversario de la Escuela Nacional de Biblioteconomía y Archivonomía

Asunto
Autorización de tema

CDMX, 03 de septiembre de 2020

Pasante
FRANCISCO JAVIER DURAN GALINDO
PRESENTE

Boleta
2012320212

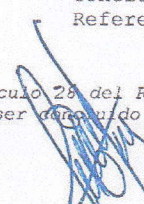
Programa Académico
I.Q.I.

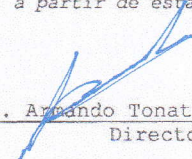
Mediante el presente se hace de su conocimiento que la Subdirección Académica a través de este Departamento autoriza al **M en E. Armando Tonatiuh Ávalos Bravo** sea asesor en el tema que propone usted desarrollar como prueba escrita en la opción **Tesis Individual**, con el título y contenido siguiente:

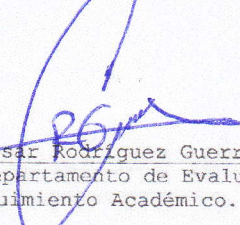
"Dosificación de resinas mediante un sistema de control para la prevención de desgaste en secador y cuchillas en la industria papelera"


- Resumen.
Introducción.
I. Marco Teórico.
II. Antecedentes.
III. Propuesta técnica y consideraciones.
IV. Análisis Costo Beneficio
Conclusiones.
Referencias.

De acuerdo al artículo 28 del Reglamento de Titulación Profesional del Instituto Politécnico Nacional, el trabajo deberá ser desarrollado en un término no mayor de un año, a partir de esta fecha.


M. en E. Sandra Gloria Villanueva Fúnez
Presidenta de la Academia de
Diseño e Ingeniería de Apoyo


M en E. Armando Tonatiuh Ávalos Bravo
Director


Ing. César Rodríguez Guerrero
Jefe del Departamento de Evaluación y
Seguimiento Académico.


M. en C. Issurá García Maldonado
Subdirectora Académica

c.c.p.- Depto. de Evaluación y Seguimiento Académico.
c.c.p.- Depto. de Gestión Escolar.
CRG/micp.





Folio
T-DEySA-050-20

"2020, Año de Leona Vicario, Benemérita Madre de la Patria"
175 Aniversario de la Escuela Superior de Comercio y Administración
125 Aniversario de la Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía
80 Aniversario del CECyT 6 "Miguel Othón de Mendizábal"
75 Aniversario de la Escuela Nacional de Biblioteconomía y Archivonomía

Asunto
Autorización de Impresión

CDMX, a 17 de septiembre de 2020

Pasante
FRANCISCO JAVIER DURAN GALINDO
PRESENTE

Boleta
2012320212

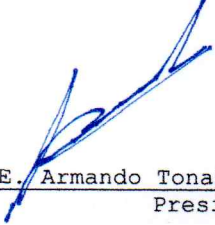
Programa Académico
I.Q.I.


Los suscritos tenemos el agrado de informar a usted, que habiendo procedido a revisar el borrador de la modalidad de titulación correspondiente denominado:


"Dosificación de resinas mediante un sistema de control para la prevención de desgaste en secador y cuchillas en la industria papelerá"

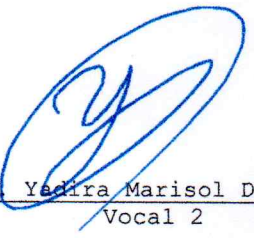
encontramos que el citado trabajo escrito de **Tesis Individual**, reúne los requisitos para **autorizar el examen profesional y proceder a su impresión** según el caso, debiendo tomar en consideración las indicaciones y correcciones que al respecto se le hicieron.


Atentamente
JURADO


M. en E. Armando Tonatiuh Avalos Bravo
Presidente


M. en E. Sandra Gloria Villanueva Fúnez
Secretaría


Ing. Javier Díaz Romero
Vocal 1


M. en AP. Yedira Marisol Dávila Ugalde
Vocal 2


Ing. Juan Arturo Sánchez Pascualli
Vocal 3

c.c.p.- Depto. de Evaluación y Seguimiento Académico.
c.c.p.- Depto. de Gestión Escolar.
CRG/mlcp.

Edificio 7, 1er piso, Unidad Profesional "Adolfo López Mateos", Col. Zacatenco,
Alcaldía Gustavo A. Madero, C.P. 07738, Ciudad de México,
Commutador 01 (55) 57296000 ext. 46140 y 55072 www.esiqie.ipn.mx; www.ipn.mx



2020
LEONA VICARIO
BENEMÉRITA MADRE DE LA PATRIA



Folio
T-DEySA-050-20

"2020, Año de Leona Vicario, Benemérita Madre de la Patria"
175 Aniversario de la Escuela Superior de Comercio y Administración
125 Aniversario de la Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía
80 Aniversario del CECyT 6 "Miguel Othón de Mendizábal"
75 Aniversario de la Escuela Nacional de Biblioteconomía y Archivonomía

Asunto
Cesión de derechos

CDMX, a 17 de septiembre de 2020

CARTA CESIÓN DE DERECHOS


El que suscribe: **FRANCISCO JAVIER DURAN GALINDO** estudiante del Programa de: **Ingeniería Química Industrial** con número de Boleta: **2012320212**, manifiesta que es autor intelectual del presente trabajo escrito, por la opción: **Tesis Individual**, bajo la dirección del profesor **M. en E. Armando Tonatiuh Avalos Bravo** ceden los derechos del trabajo: **"Dosificación de resinas mediante un sistema de control para la prevención de desgaste en secador y cuchillas en la industria papelera"** al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección de correo electrónico avalosarma@hotmail.com y fcjaveduran@hotmail.com, Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

A t e n t a m e n t e


Francisco Javier Durán Galindo

Nombre y Firma del/la
estudiante


Armando Tonatiuh Avalos Bravo

Nombre y Firma
Del/la director(a)



RECONOCIMIENTOS

AL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Por ser una de las instituciones, con mayor importancia a nivel nacional y convertirme en un politécnico por convicción no por las circunstancias.

A LA ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS
EXTRACTIVAS

Porque en ella aprendí los fundamentos para ser parte de los ingenieros politécnicos, porque me dio los conocimientos, experiencias que nunca olvidaré y gran formación académica.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme vivir y disfrutar de cada día, por darme fuerzas para superar mis obstáculos, por el mejor plan de vida para mí, dándome a mi familia y amigos que siempre han estado a mi lado, apoyándome en todo momento y levantándome cuando caigo.

A mis padres, Rosa Isela Galindo López y Francisco Javier Duran Onofre, por su demostración de padres ejemplares, por su confianza y apoyo brindado, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me han demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos, por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan y que me han infundido siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor incondicional.

Por haberme proporcionado la mejor educación y lecciones de vida. Por enseñarme que con esfuerzo, constancia y trabajo todo se consigue, sin importar todas las barreras que se presenten, y que en esta vida nadie te regala nada, y con quien estaré eternamente agradecido por lo que soy ahora.

A mis hermanos y demás familia en general por el apoyo que me han brindado día a día en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria.

Agradezco a mi asesor, Armando Tonatiuh Ávalos Bravo, por su esfuerzo, paciencia y dedicación, que con su ayuda y conocimientos han sido fundamentales para mi formación y sin ellos no hubiera sido posible realizar este proyecto.

DEDICATORIAS

A mi madre

Por su apoyo incondicional, valores, consejos y motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien.

A mi padre

Por enseñarme que con esfuerzo, constancia y trabajo se tiene lo que uno desea sin envidiar nada a nadie.

A mis hermanos

Por apoyarme y darme sus palabras de aliento todos los días, por enseñarme que todo se logra con esfuerzo.

A mi esposa

Por motivarme a salir adelante, por darme día de felicidad, por su amor incondicional y por compartir conmigo cada uno de estos logros.

CON RESPETO Y ADMIRACIÓN

ÍNDICE

RESUMEN	i
INTRODUCCIÓN	ii
OBJETIVO GENERAL	iii
OBJETIVOS PARTICULARES	iii
LIMITES	iii
ALCANCES	iii
METODOLOGÍA	iv
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO	1
1.1 Generalidades sobre el proceso de fabricación del papel	2
1.1.1 Proceso de secado	5
1.1.2 Proceso de crepado.....	5
1.2 Conceptos de crepado.....	9
1.2.1 Definición.....	9
1.2.2 Geometría.....	10
1.2.3 Química del recubrimiento.....	13
1.3 Sistema Yankee Spray.	16
1.3.1 Diseño.....	18
CAPÍTULO II ANTECEDENTES	21
2.1 Diseño actual de la Yankee spray	22
2.1.1 Dimensiones de la Yankee spray.	23
2.2 Análisis del problema.....	24
2.3 Justificación	25
2.3.1 Pérdidas por cambios de cuchillas	25
2.3.2 Pérdida por producción.....	27
CAPÍTULO III PROPUESTA TÉCNICA Y CONSIDERACIONES	29
3.1 Selección de Hardware.....	30
3.1.1 Selección de equipos de dosificación.....	30
3.1.2 Selección de protocolo de comunicación.....	35
3.1.3 Servicio eléctrico	36
3.1.4 Protección para equipos de dosificación	37
3.1.5 Conexiones eléctricas	37

3.2 Selección de Software	38
3.2.1 Configuración de HMI.....	38
3.2.2 Configuración de comunicación.....	40
CAPÍTULO IV ANÁLISIS COSTO BENEFICIO	42
4.1 Costos	43
4.2 Análisis de costo.....	43
4.3 Beneficios obtenidos.....	44
4.4 Rendimiento de la inversión.....	45
CONCLUSIONES	45
RECOMENDACIONES	46
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
ANEXOS	41

RESUMEN

En este proyecto se analiza la dosificación adecuada de resinas para la prevención del desgaste de cuchillas y secador en la industria papelera por medio de equipos automatizados, utilizando el diseño de un tanque de preparación donde se adicionan una mezcla de resinas para obtener los sólidos requeridos para el recubrimiento del secador. Para este trabajo se analizaron distintas variables del proceso que interfieren con los tiempos perdidos en la producción y mediante un análisis de Pareto se identificaron los que corresponden con problemas de recubrimiento. Este estudio va dirigido a la industria del papel tissue y podría aplicarse en diferentes plantas a través de la Interfase Hombre Máquina del TPS. Esto es mediante una señal de 4 – 20 mA que manejan las bombas dosificadoras y visualizarlas en la HMI de control para que la ejecución del control sea más rápida y efectiva, disminuyendo un daño prematuro al secador logrando ahorros en tiempos perdidos aumentando la productividad y como consecuencia obtención de mejores ganancias.

INTRODUCCIÓN

Dentro de la industria papelera el secador (yankee), es el componente más importante en la fabricación del papel por lo que su cuidado es de gran importancia, considerado como el corazón de la máquina de papel, es necesario evitar su desgaste provocado por el roce metal-metal, entre la cuchilla de creado y el secador al momento de despegar la hoja de papel.

Debido a las condiciones extremas de temperatura en la parte del secado donde se utiliza aire caliente y vapor, alcanzando temperaturas superiores de 400 °C y el exceso de humedad por la eliminación del 96% de agua a la suspensión de pasta hace difícil a los operarios poder realizar el ajuste exacto de los flujos de las resinas, porque se realiza de forma manual provocando problemas a los equipos de dosificación por la ubicación de las bombas y la más importante el des acondicionamiento del fieltro.

Para prevenir un desgaste acelerado al secador se propone la automatización de los equipos de dosificación para el acondicionamiento del secador a través del control el cual es el Total Plant Solution (TPS) de Honeywell.

OBJETIVO GENERAL

Analizar la dosificación adecuada de resinas para la prevención del desgaste prematuro en cuchillas y secador en la industria papelera por medio de la automatización de equipos dosificadores (bombas).

OBJETIVOS PARTICULARES

- Determinar la capacidad de las bombas dosificadoras.
- Determinar las variables que impactan por una mala dosificación de resinas.
- Optimizar el tiempo de rectificado en el secador y la duración en las cuchillas

LIMITES

Solo se realizarán las comparativas con las resinas existentes dentro de la planta de papel utilizadas en la máquina.

ALCANCES

Sustituir el equipo de dosificación actual para un mejor recubrimiento y protección del secador.

METODOLOGÍA

La metodología de la tesis esta descrita en el siguiente diagrama como se muestra a continuación (véase figura 1), la cual detalla con precisión los pasos que se seguirán.

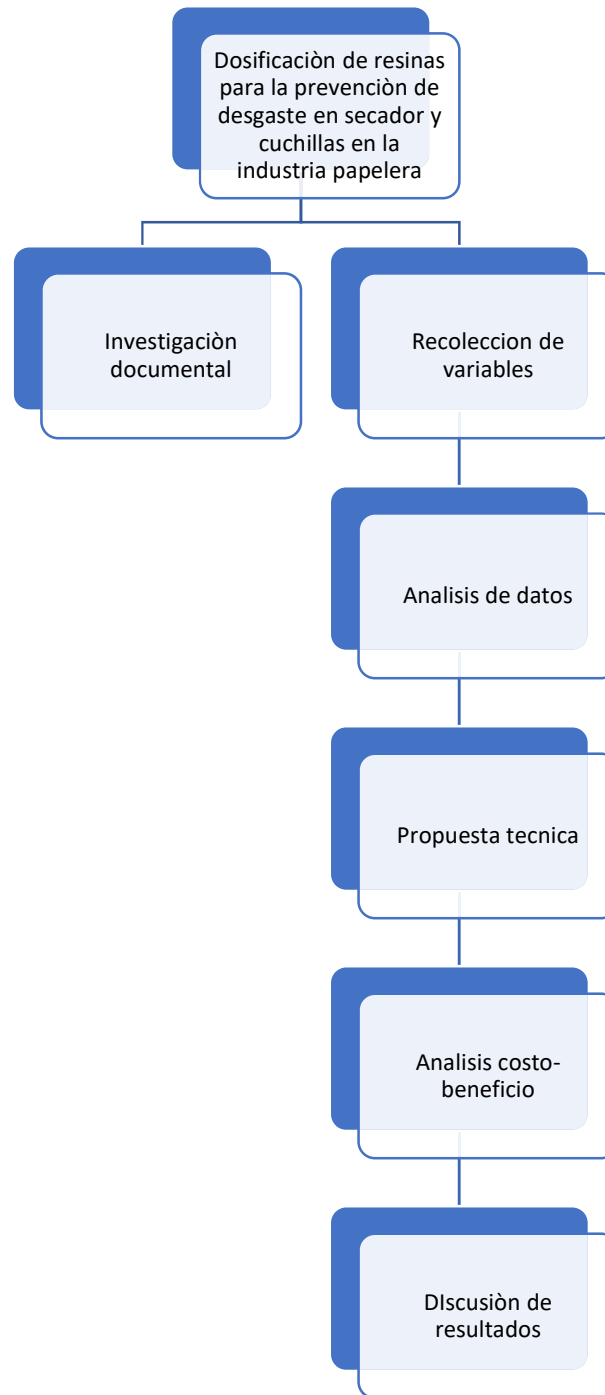


FIGURA 1: METODOLOGÍA DE LA TESIS

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

En este capítulo se mencionan las generalidades sobre la fabricación del papel, además de analizar el acondicionamiento del secador (yankee), el sistema de alimentación y diseño de la yankee spray, la química de la resina y reléase.

1.1 Generalidades sobre el proceso de fabricación del papel

El papel tissue es un papel con características de crepado y peso base bajo, en esta clasificación del papel se encuentra el higiénico, servilleta, Servitoalla, pañuelos y toalla facial. [Jeffrey,2012]

Todo papel se produce con fibras de origen vegetal (celulosa), estas pueden tener distintos orígenes tales como madera de pino, eucaliptus, álamos y otros, así como de subproductos de otras fibras vegetales tales como la caña de azúcar, las cuales típicamente pueden ser de fibras largas provenientes del pino o fibras cortas provenientes de distintas variedades de eucaliptus. [Hernández, 2010]

Otro origen de las fibras para el proceso de fabricación de papel son las Fibras Secundarias o papeles reciclados los cuales contienen la celulosa con la cual fueron hechos originalmente más otros elementos extraños a la celulosa que se agregaron para su uso final tal como recubrimientos plásticos, corchetes, adhesivos y lacas, tintas, etc., y que deben ser removidos en el proceso. [Hernández, 2010]

A continuación, se muestra el proceso general de fabricación de papel (véase figura 2)



FIGURA 2: PROCESO DE FABRICACIÓN DE PAPEL



- Preparación de Pasta

Las fibras ya mencionadas deben ser seleccionadas, preparadas y mezcladas de acuerdo con las características y usos que se requieran para cada producto específico; así un papel para toallas de cocina, por ejemplo, tendrá una mayor proporción de fibras largas y un tratamiento de estas fibras que le otorgue una buena resistencia y absorción, mientras que un papel facial tendrá una mayor proporción de fibras de eucaliptus y un tratamiento de baja intensidad, para otorgarle una máxima suavidad. [Hernández, 2010]

Las fibras son disgregadas con agua en un Pulper, formándose una pulpa que luego es procesada de acuerdo con el origen de esas fibras. En el caso de las fibras vírgenes, que no contienen impurezas, estas pasan por unos filtros muy simples para retirar piedrecillas o contaminantes menores que pudiesen haberse adherido durante su transporte, y son enviadas directamente a los estanques de alimentación de la Máquina de Papel para ser luego inyectadas. [Hernández, 2010]

En el caso de las Fibras Recicladas, luego de su disgregación en el pulper, estas son procesadas en distintos equipos y etapas para retirar las distintas impurezas o elementos extraños que acompañan a las fibras: Depuración centrífuga para eliminar elementos pesados tales como clips, corchetes y arena ; depuración en coladores presurizados (perforaciones y ranuras de distintos tamaños) para eliminar trocitos y grumos de plásticos , adhesivos, etc.; lavado y flotación para eliminar tintas y cargas minerales [Hernández, 2010]

Una vez que las fibras han sido depuradas de los elementos extraños, la pulpa o pasta, está en condiciones de ser alimentada sola o en mezcla, a la máquina de papel [Hernández, 2010]

- Formación

Consiste en inyectar una suspensión de agua y fibras (pasta), sobre una o más mallas sin fin, en movimiento, donde gran parte del agua es retirada, dejando



una trama de fibras que forman una hoja continua, pero todavía bastante húmeda. [Hernández, 2010]

- Prensado

La hoja húmeda es transferida, siempre en movimiento, a un paño (especie de alfombra sin fin), que la transporta hacia las prensas, que son rodillos perforados (1 o 2), la hoja y el fieltro entran en la zona de presión donde la presión crece desde el comienzo del “nip” hasta su posición media. Los cuales presionan la hoja contra un enorme cilindro secador (Yankee), extrayéndole una gran cantidad de agua por este efecto. [Díaz, 2008]

- Secado

El secado final de la hoja se efectúa con esta adherida al cilindro secador (Yankee), como combinación del efecto del contacto con su superficie a más de 100°C (el yankee es calentado internamente con vapor de alta presión), y una envolvente que rodea el yankee llamadas campanas con aire caliente a 450° C. Todo este proceso dura sólo un par de segundos ya que el papel viaja sobre el Yankee a una velocidad de 1800 m/min. [Turrado,2008]

- Crepado

El crepado es un proceso clave para otorgar a la hoja de papel tissue características de flexibilidad y suavidad que la diferencian de los papeles planos y consiste en micro arrugas a través de toda la hoja que se obtienen mediante una cuchilla crepadora que despega la hoja del Yankee en movimiento para que ésta quede libre para ser enrollada en la última parte de la máquina; como la enrolladora gira a una menor velocidad que el cilindro Yankee, la hoja tiende a permanecer contra la lámina, generándose así las arrugas o crepado. [Turrado,2008]

1.1.1 Proceso de secado

En una máquina de papel tissue de alta velocidad, el secado por evaporación se transforma en un proceso de mucha trascendencia, porque es un solo secador, aunque el papel es de peso base muy bajo. (véase Figura 3)

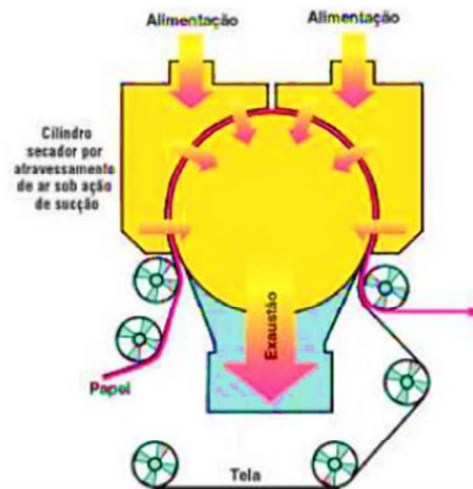


FIGURA 3: PROCESO DE SECADO

Una máquina de papel que utiliza un solo secador (el yankee) para secar el papel, puede diferenciarse de la que utiliza multi cilindros, por lo siguiente:

- 1) El yankee cumple la función de secado en una sola superficie.
- 2) Algunos grados de papel, como el tissue, son muy débiles cuando está la hoja húmeda, y el yankee proporciona un excelente soporte para la hoja.

1.1.2 Proceso de crepado

El yankee suele tener tres cuchillas:(véase Figura 4)

- 1.- Cuchilla de corte.
- 2.- Cuchilla de crepado.

3.- Cuchilla de limpieza.

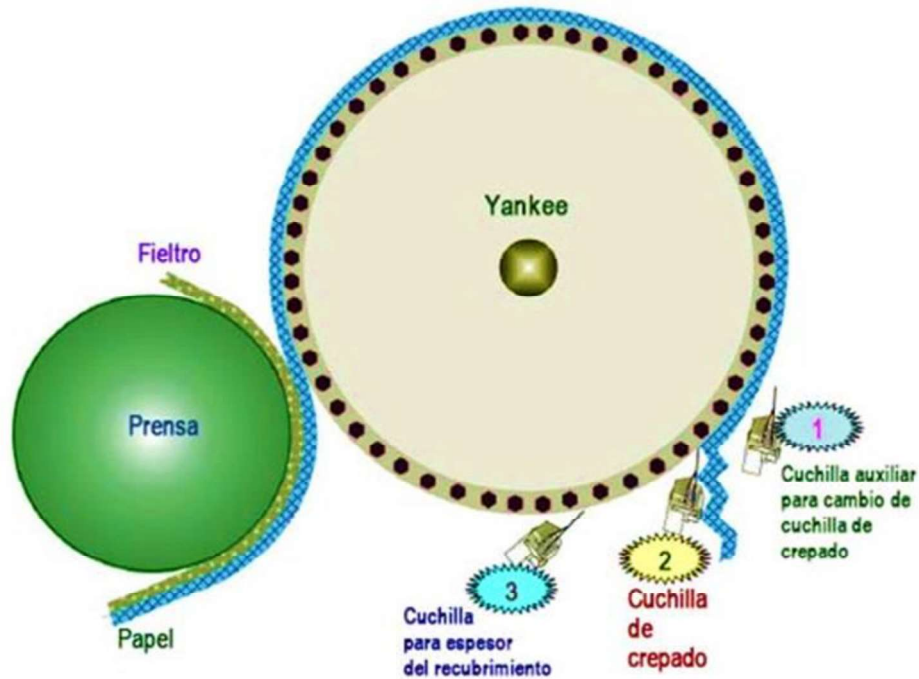


FIGURA 4: ESQUEMA DE LA UBICACIÓN DE LAS CUCHILLAS

El crepado imparte una cantidad tremenda de energía mecánica sobre la estructura de la hoja rompiendo y explotando los enlaces y arrugándose para dar las características de la hoja. Esta energía da calibre y suavidad.

1.1.3Acondicionamiento del secador Yankee.

El secador Yankee es una de las partes más importantes de la máquina de tissue. Este recipiente a presión es la base para el crepado, el prensado y el secado de la hoja de papel. Debido a su importancia para la producción de tissue, las fábricas deben realizar mantenimiento regularmente a el secador Yankee para mantener la capacidad de funcionamiento en óptimas condiciones y asegurar la máxima calidad. En el secador Yankee, el papel va de un secado de aproximadamente el 40% a un secado de un poco más del 95%, y es entonces separado hacia el área de transferencia de la hoja. [Valmet, 2017]

Para que el yankee cumpla fielmente su cometido, es necesario que tenga una capa de recubrimiento sobre su superficie. (véase Figura 5)

- 1) Evitar su deterioro.
- 2) Evita el desgaste acelerado de la cuchilla
- 3) Facilita la operación de crepado.

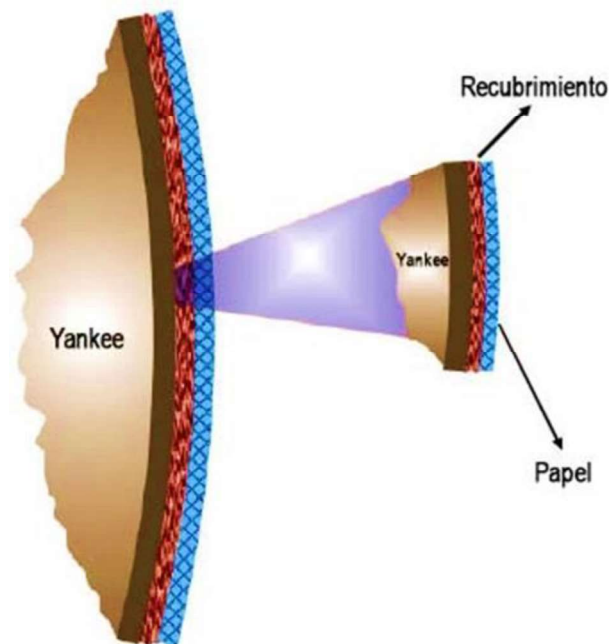


FIGURA 5: ACONDICIONAMIENTO DEL YANKEE

En el proceso de acondicionamiento del Yankee se realiza la preparación de las resinas que son dosificadas a través de una regadera para el recubrimiento de la superficie del secador yankee. (véase Figura 6)

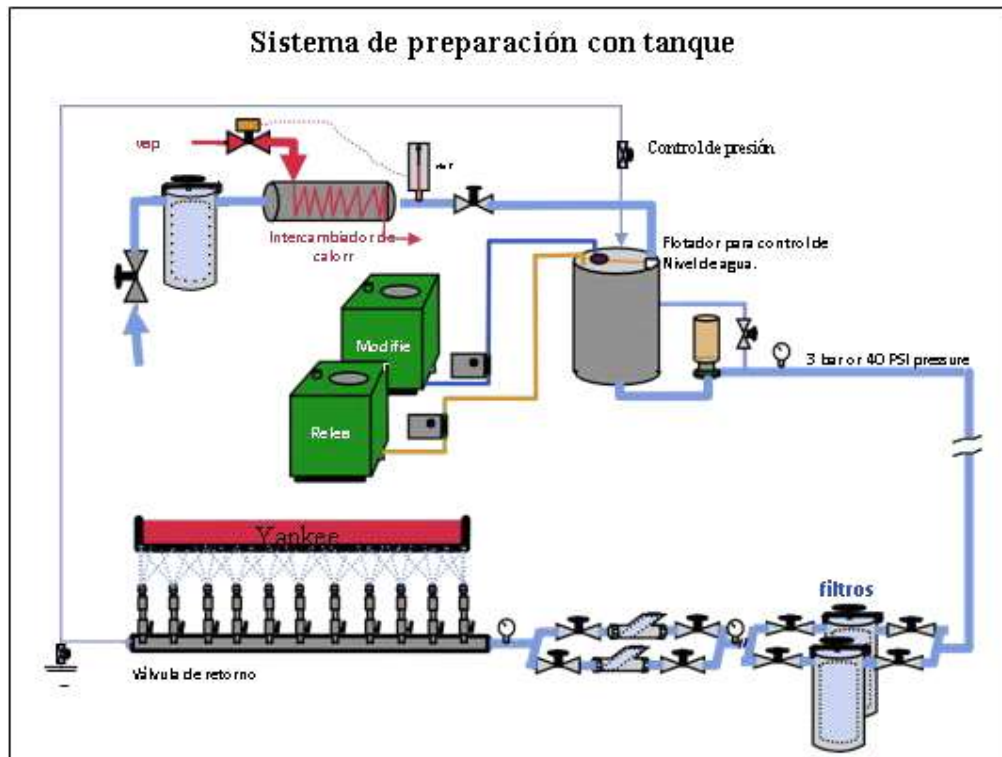


FIGURA 6: SISTEMA DE DOSIFICACIÓN

A continuación, se muestran las ventajas y desventajas de utilizar un sistema de dosificación con tanque. (véase Tabla 1)

TABLA 1: VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA DE DOSIFICACIÓN CON TANQUE

SISTEMA DE DOSIFICACIÓN CON TANQUE	
Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Presión constante. • Flujo constante. • Recubrimiento uniforme. • Presión uniforme de regadera. • Flexible para cambios de concentración. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se ensucia con facilidad. • Puede formar microorganismos. • Tendencia alto costo de mantenimiento.

1.2 Conceptos de crepado

1.2.1 Definición

El crepado aumenta la superficie específica del papel y abre las fibras, permitiendo mayor capacidad de absorción y mayor flexibilidad que las de una hoja de papel corriente. (véase Figura 7).

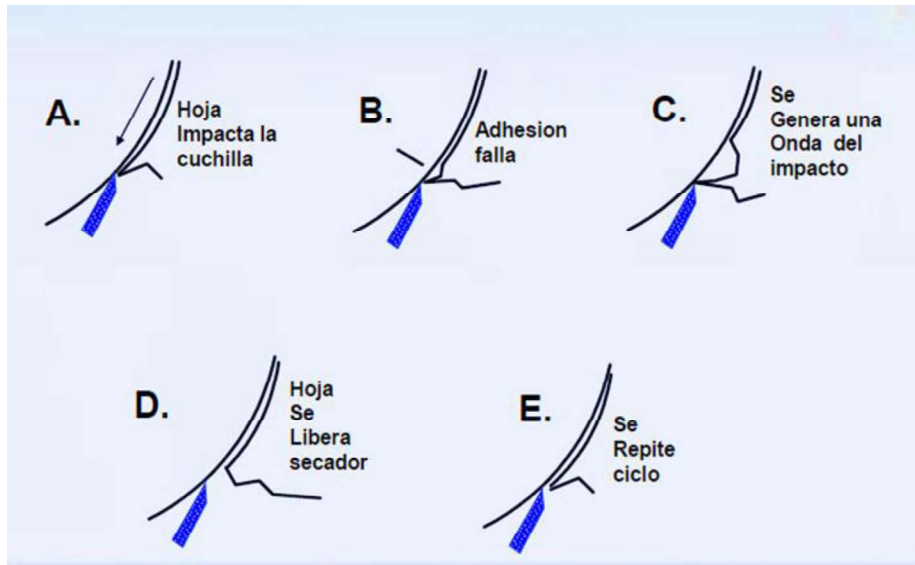


FIGURA 7: SECUENCIA DE CREPADO

Para que la hoja de papel sea separada del yankee, es necesario que la punta de la cuchilla venza las fuerzas que adhieren a la hoja a la superficie del secador yankee. (véase Figura 8).

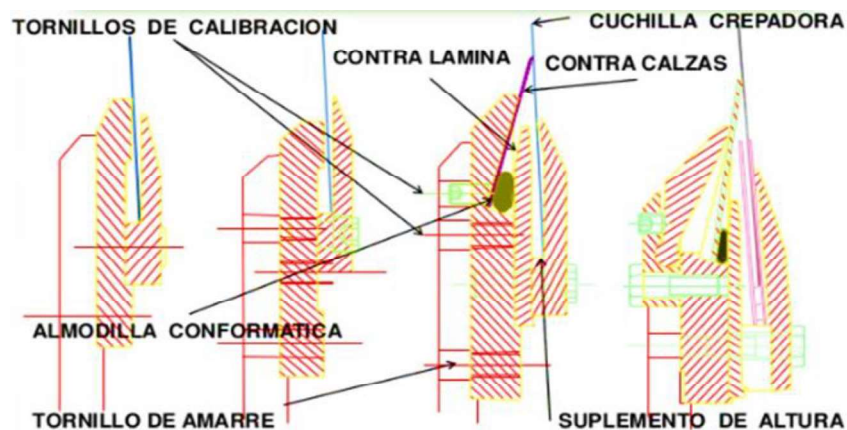


FIGURA 8: ESQUEMA DE UN PORTACUCHILLAS

La carga que se tiene en la punta de la cuchilla debe de tener una fuerza tal que envíe al papel fuera del cilindro yankee. (véase Figura 9).

La calidad del papel tissue es función de la geometría de la cuchilla, por ello para una calidad homogénea es necesario que esta condición permanezca constante.

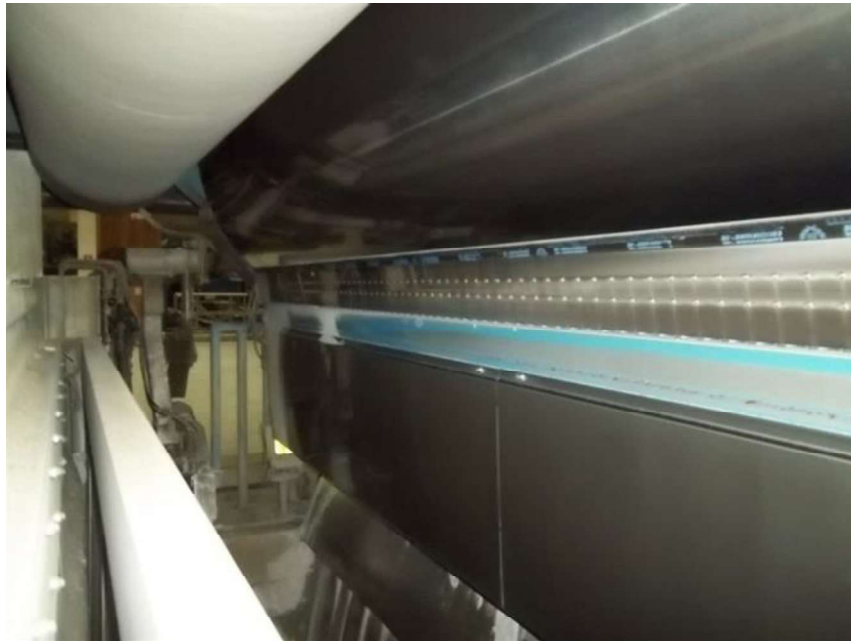


FIGURA 9: CUCHILLA DE CREPADO CONTRA EL SECADOR

1.2.2 Geometría

En este contexto, hay una serie de propiedades que se desean para las cuchillas de crepado. La cuchilla de crepado debe ser capaz de superar las fuerzas adhesivas que adhieren el rollo de papel continuo a la superficie del secador. Al mismo tiempo, la cuchilla debería crear la estructura de crepado deseada a fin de proporcionar el cuerpo, la suavidad y la resistencia mecánica adecuadas al papel tisú. Para ello, la geometría de la punta de la cuchilla desempeña un papel importante. Por ejemplo, una cuchilla de borde cuadrado (es decir, un bisel de 90 grados) en cualquier situación de crepado dada creará un papel tisú diferente que una cuchilla con un borde afilado de, por ejemplo, un bisel de 75 grados en condiciones por lo demás similares. La cuchilla de borde cuadrado

proporcionaría, en este ejemplo, un mayor cuerpo y una estructura de crepado más basta que la cuchilla de 75 grados. (véase Figura 10).

Además, y no menos importante, la cuchilla debería ser capaz de mantener los parámetros de papel tisú lo más constantes posible para el período de tiempo lo más largo posible, a fin de producir un papel tisú de calidad prácticamente constante. [Claudon, 2010]

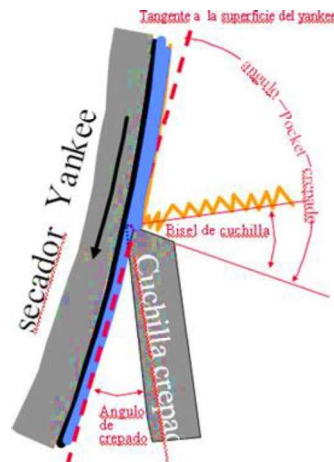


FIGURA 10: GEOMETRIA DE CREPADO

Si conocemos el Angulo de la cuchilla y el desgaste de cuchilla, podemos saber toda la geometría de crepado.

Para calcular el ángulo Pocket real debemos de conocer el ángulo de desgaste ya que siempre hay una deflexión en la cuchilla de crepado y se calcula:

$$\text{Angulo pocket} = 90 - \text{Angulo de desgaste} + \text{bisel de cuchilla... (Ecuación 1)}$$

Con un ángulo alto de crepado se incrementa la posibilidad de romper los enlaces de la fibra y de esta manera la suavidad se manifiesta en mayor grado, es decir, a mayor ángulo de bisel de la cuchilla se obtiene un mayor grado de suavidad del papel. (véase Figura 11)

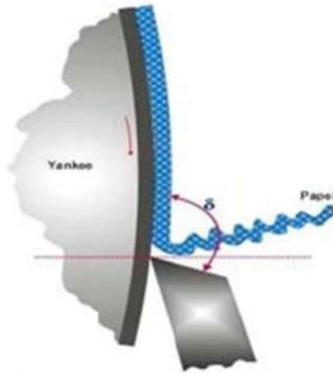


FIGURA 11: ANGULO DE CREPADO

Cuando el ángulo de la cuchilla de crepado es alto, se reduce el impacto de la hoja sobre la punta de la cuchilla, dando un crepado más fino. En estas condiciones la suavidad del tissue se beneficia, debido a que se rompen más las uniones de las fibras en la hoja debido al borde de la cuchilla.

Teóricamente es muy fácil mantener una operación eficaz y constante para la elaboración de un papel tissue de alta calidad. Las condiciones ideales son difíciles de manejar, pero sobre todo mantenerlas constantes y esto es el gran reto del productor de papel tissue.

Deflexión de la cuchilla

La acción de la cuchilla para levantar la hoja de la superficie del yankee se modifica, y esto se hará más acentuado en la medida que el bisel de la punta de la cuchilla sea mayor esto por el desgaste normal que existe con la superficie del recubrimiento.

El cambio de cuchilla va a estar en función de que la cuchilla soporte más o menos tiempo de trabajo, pero lo real es que cada cambio de cuchilla el daño al yankee es más acentuado. El cambio de cuchilla se realiza con el fin de conseguir una calidad deseada en el papel tissue.



Pero una cuchilla nueva tiene sus aspectos positivos, pero también no solo afecta la superficie del secador, sino que puede también levantar el recubrimiento.

Cuando la cuchilla no penetra lo suficiente en el recubrimiento puede ocurrir:

- 1) La cuchilla rompe las fibras
- 2) Romperá la hoja ocasionando una caída de guía.

El tener estos problemas, de operación, en donde una caída de guía lleva a una pérdida de producción, la que es una pérdida económica, también adicionalmente acarreará efectos en la calidad del papel como por ejemplo en la resistencia a la tracción. Si la cuchilla penetra muy profundamente en el recubrimiento, puede ocurrir un daño a la superficie del yankee.

1.2.3 Química del recubrimiento

Adhesivo de crepado

El nivel de adherencia de una hoja continua a la superficie de un secador es importante porque está relacionado con la transferencia de calor desde la superficie del secador a la hoja continua y afecta finalmente a la velocidad de secado. Por lo tanto, niveles mayores de adherencia permiten que una hoja continua se seque más rápidamente, permitiendo así que la máquina de papel funcione a velocidades mayores. [Jeffret, 2012]

Es importante que el adhesivo de crepado tenga la blandura/flexibilidad apropiadas para permitir la adherencia de la hoja y permitir que la cuchilla mantenga limpia la superficie del secador. Si el adhesivo se vuelve demasiado duro y se produce una eliminación incompleta de adhesivo de la superficie de crepado, algunas porciones de la hoja continua pueden quedar adheridas a la superficie del secador. Cuando algunas porciones de la hoja continua quedan adheridas al secador, se originan con frecuencia defectos en la hoja continua que originan finalmente productos de mala calidad y roturas de la hoja continua en la tracción libre entre la cuchilla de crepado y la bobinadora. [Jeffret, 2012]



Una acumulación excesiva de adhesivo de crepado sobre la superficie del secador es otro problema asociado con el uso de materiales adhesivos de crepado. La acumulación excesiva de materiales adhesivos de crepado sobre la superficie de un secador produce secadores con vetas. Las vetas sobre el secador influyen sobre el perfil de adherencia en la dirección transversal de una máquina de papel, originando con frecuencia bobinas con protuberancias o arrugas. El remedio usual para dicha situación sería cambiar las cuchillas de crepado, originando la situación costosa de rotos en la máquina de papel y la sustitución costosa de cuchillas de crepado. Alternativamente, las vetas de recubrimiento se pueden controlar usando una cuchilla de limpieza situada justo después de la cuchilla de crepado sobre el secador. La cuchilla de limpieza también tiene que ser cambiada con frecuencia para controlar vetas y acumulación excesiva de adhesivo. [Jeffret, 2012]

Resina poliamida-epiclorhidrina (pae)

Las poliaminoamidas reticuladas con epiclorhidrina (PAE) son los adhesivos más ampliamente utilizados con mucho en la práctica comercial. En dependencia del grado y condiciones de crepado, la adhesión, durabilidad y suavidad del revestimiento se pueden ajustar a un nivel apropiado utilizando combinaciones de resinas PAE que tienen diversos pesos moleculares y/o modificadores tales como aceites de liberación, tensioactivos, humectantes, fosfatos, etc. [Clayton, 2010]

Las resinas de poliaminoamida-epiclorhidrina (PAE). son un producto polimérico soluble en agua de la reacción de una epihalohidrina, preferiblemente clorhidrina, y una poliaminoamida soluble en agua que tiene grupos amino secundario derivados de una polialquilen-poliamina y un ácido carboxílico dibásico alifático saturado que contiene 3 a 10 átomos de carbono. [Clayton, 2010]

Estas resinas termoestables de poliaminoamida se pueden preparar a partir del producto de reacción de una resina de epihalohidrina y una poliaminoamida que contiene aminas secundarias o aminas terciarias (véase Figura 12). En la preparación primero se hace reaccionar un ácido carboxílico dibásico con la polialquilen-poliamina, opcionalmente en solución acuosa, bajo condiciones adecuadas para producir una poliaminoamida soluble en agua. La preparación de la resina se completa haciendo reaccionar la amida soluble en agua con una epihalohidrina, particularmente epiclorhidrina, para formar la resina termoestable soluble en agua. [Clayton, 2010]

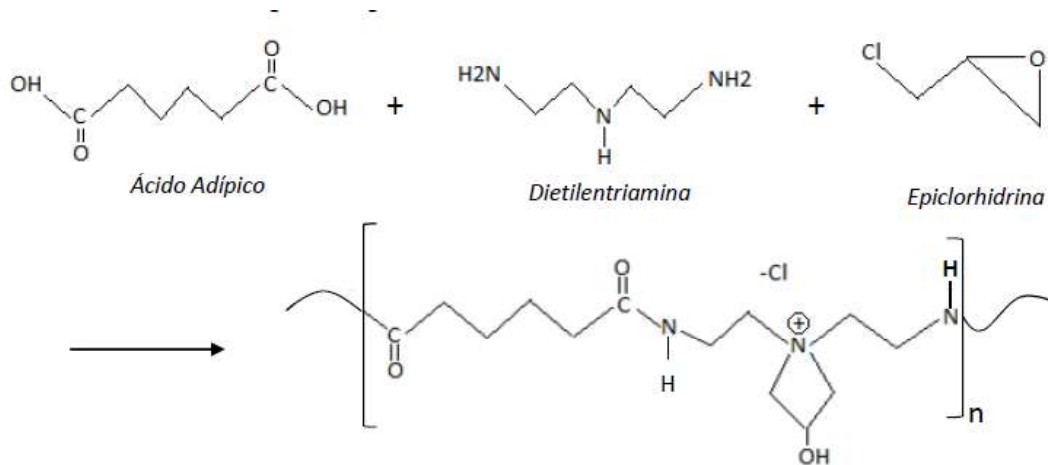


FIGURA 12: MECANISMO DE REACCIÓN DE LA PAE

Agente despegante (release)

Reléase es una preparación a base de ácidos grasos etoxilados con aceite mineral, fue desarrollado específicamente para su aplicación en la fabricación de papeles crepados. [Kemira, 2017]

Reléase es una formulación con propiedades de agente anti-adhesivo, lubricante y antiestático, por lo que actúa facilitando el desprendimiento de la hoja de papel del sector Yankee durante la operación de crepado. Reléase disminuye o elimina los problemas ocasionados por finos, suciedad y polveo que son provocados durante el proceso de crepado. [Kemira, 2017]



Reléase puede aumentar además la productividad de la máquina al facilitar mayores velocidades, disminuir el cambio de cuchillas y obtener una hoja más uniforme. [Kemira, 2017]

Reléase puede utilizarse solo en combinación con resinas del tipo poliamida epiclorhidrina específicas para este fin. Con el uso de release, se logra un buen acondicionamiento del secador Yankee. [Kemira, 2017]

1.3 Sistema Yankee Spray.

Para que el yankee cumpla fielmente su cometido es necesario que tenga una capa de recubrimiento sobre su superficie para evitar desgaste acelerado de la cuchilla, así como de facilitar la operación de crepado.

Este proceso de acondicionamiento del Yankee se realiza mediante la preparación de químicos que son dosificados a través de una regadera para recubrir la superficie del secador con un sistema de alimentación por tanque.

BOQUILLAS DE PULVERIZACIÓN

Las boquillas de pulverización son un componente pequeño de la operación, su importancia es vital. La aplicación incorrecta de productos químicos puede ser extremadamente costosa. [Teejet, 2004]

Utilizar una boquilla de pulverización inadecuada o una boquilla de pulverización que no funcione correctamente puede conducir a una aplicación excesiva o insuficiente. Una aplicación excesiva puede constituir un derroche de químicos y ser costosa; una aplicación insuficiente puede conducir a una reducción en el rendimiento. [Teejet, 2004]

El uso de un regulador de caudal puede ayudarnos a garantizar que estamos pulverizando la cantidad apropiada. También se pueden realizar ajustes menores en la presión o la velocidad del pulverizador para aplicar la cantidad correcta de químicos. [Teejet, 2004]

Sin embargo, la aplicación del volumen correcto no significa necesariamente un máximo de eficiencia. Por ejemplo, si se está usando una boquilla inapropiada o

si ésta tiene un desgaste que puede ser de tan sólo un 10%, puede ser que el patrón de aspersión no sea uniforme a lo largo de la barra pulverizadora, por lo que no se obtendrá la cobertura de pulverización deseada. La cobertura puede ser irregular, por lo que algunas áreas recibirán una cantidad mayor o menor de químicos de la planificada (véase figura 13). [Teejet, 2004]

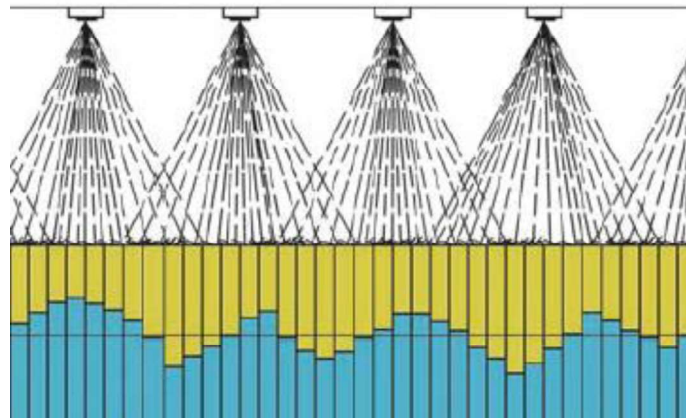


FIGURA 13: PULVERIZACIÓN IRREGULAR

Existen muchos tipos de boquillas y de patrones de aspersión a nuestra disposición, y la elección que hagamos dependerá de la operación específica que vayamos a realizar. Para este caso de abanico plano (véase figura 14). [Teejet, 2004]

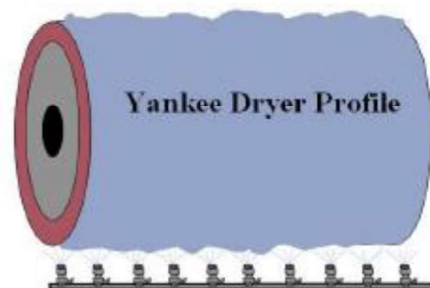


FIGURA14: SISTEMA YANKEE SPRAY

ABANICO PLANO

La boquilla de pulverización de abanico plano forma un patrón estrecho, elíptico, en forma de "V" invertida (véase figura 15). La deposición es mayor en el centro

del patrón y se disipa a medida que se avanza hacia el borde exterior. Se obtiene un patrón uniforme de distribución a lo largo de la barra cuando se optimizan tanto la altura de ésta última como la distancia entre las boquillas con vistas a lograr un traslape. [Teejet, 2004]

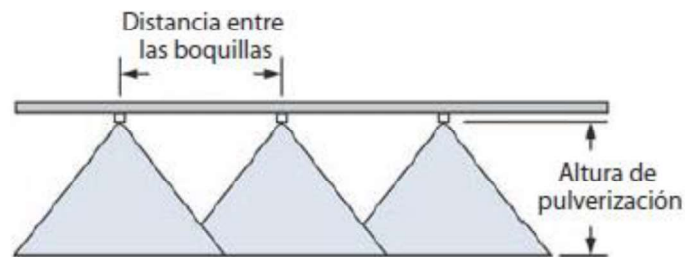


FIGURA 15: PATRON DE TRASLAPE

1.3.1 Diseño

Para el diseño de la yankee spray se tienen que definir algunos factores mostrados a continuación

- Distancia de regadera a la superficie del secador.
- Presión de la regadera
- Alimentación de coating
- Temperatura del agua
- Mantenimiento de boquillas
- Desgaste de boquillas
- Sistema de filtrado
- Cobertura

1.3.1.1 Selección de espreas

La esprea es un elemento muy importante para el diseño de la regadera, ya que esta va permitir pulverizar los químicos que acondicionen el secador yankee, la selección de la boquilla se realiza en función de dos parámetros el ángulo de cobertura y flujo de trabajo. (véase Figura 16).

En la cara de la boquilla se encuentran grabados unos números donde los dos primeros indican el ángulo de cobertura en grados y los siguientes el flujo de trabajo en galones por minuto. (véase figura 17.)

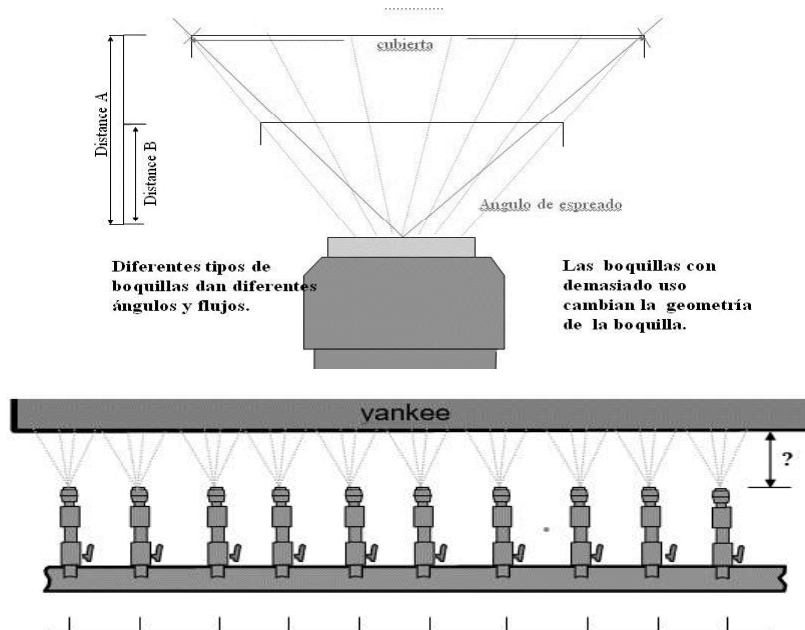
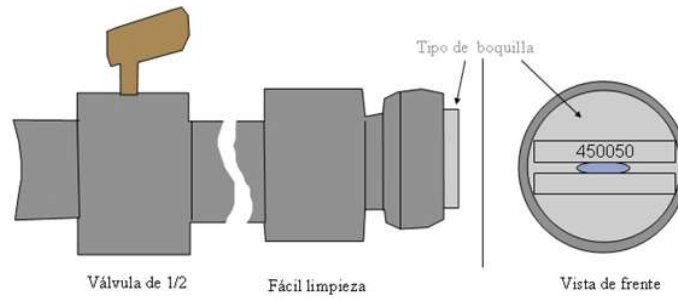


FIGURA 16: ESQUEMA DE BOQUILLA PARA LA YANKEE SPRAY



Datos de boquilla
450050
45 = 45 ángulo
0050 = 0.050 flujo en gpm

FIGURA 17: ESQUEMA LATERAL DE LA BOQUILLA PARA LA YANKEE SPRAY

CAPÍTULO II

ANTECEDENTES

En este capítulo se mencionan los antecedentes del proyecto, así como la recopilación y análisis de los datos para de los tiempos perdidos por descondicionamiento del secador.

2.1 Diseño actual de la Yankee spray

Se utiliza un sistema de alimentación con tanque, el cual está compuesto de la siguiente manera: (véase Figura 18).

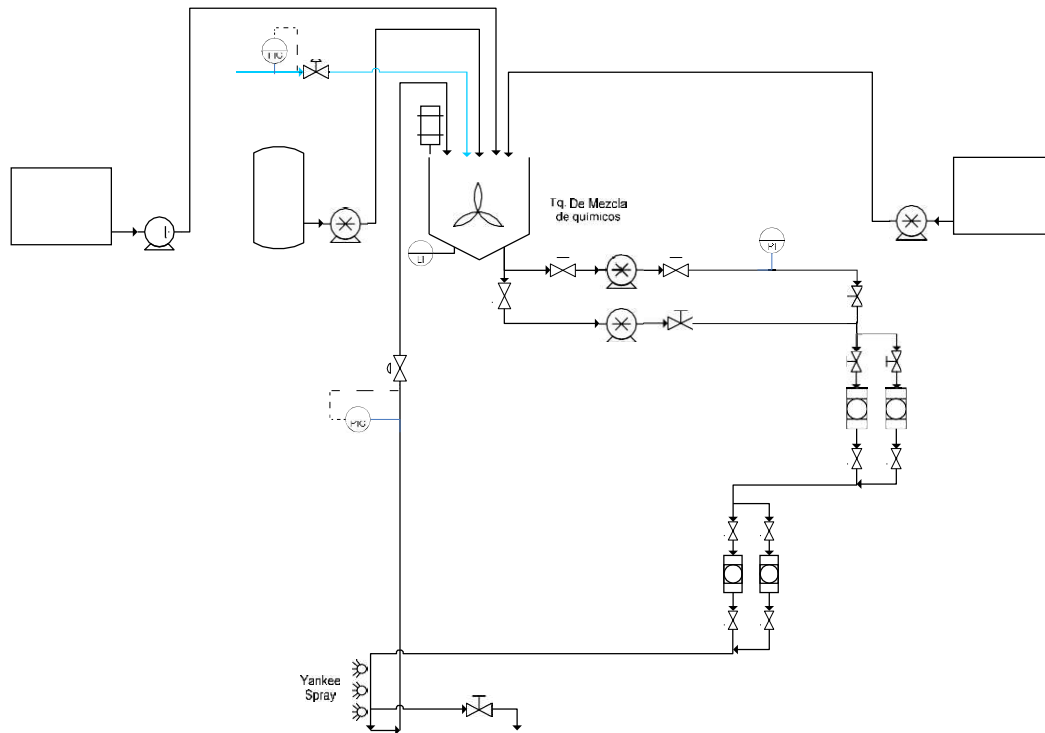


FIGURA 18: DTI DEL SISTEMA DE DOSIFICACIÓN YANKEE SPRAY

2.1.1 Dimensiones de la Yankee spray.

Las dimensiones de la regadera Yankee spray se encuentran de la siguiente manera: (véase figura 19)

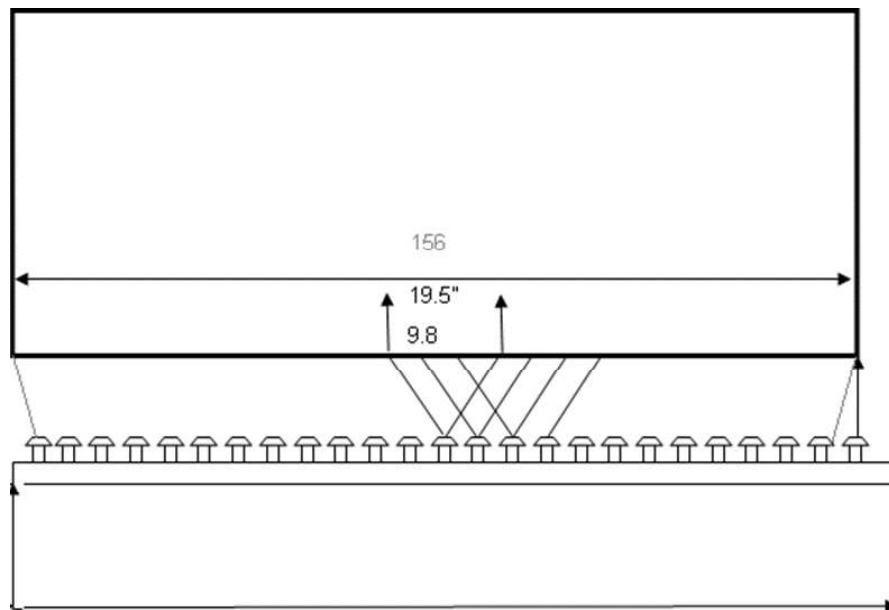


FIGURA 19: DIMENSIONES DE LA ACTUAL YANKEE SPRAY

- 1.- Distancia de la regadera con respecto a la superficie del secador Yankee 19"
- 2.- Número de espreas =25 y tipo de boquillas= 650050
- 3.- Cobertura, triple
- 4.- Flujo de consumo total= 5 gal/min
- 5.- Presión de regadera Yankee spray= 110 psi
- 6.- Flujo de resina= 150 a 200 ml/min
- 7.- Flujo de release= 50 a 100 ml/min
- 8.- Distancia de Cobertura=19.5" a 11 ¼ de separación del secador
- 9.- Nivel de Tanque de mezcla de sistema yankee spray =80%



10.- Ángulo de aspersion=65°

2.2 Análisis del problema

El recubrimiento del secador Yankee, como ya se ha mencionado es uno de los factores fundamentales para la fabricación del papel tissue, ya que permite la función de “toma de hoja” de la zona de prensado al secador Yankee, interviene en el desarrollo de secado de la hoja de papel, permite el proceso de crepado y tiene la función de mantener en condiciones óptimas de lubricación y disminución de desgaste de la superficie del secador yankee.

Actualmente se tiene el sistema de alimentación con tanque del recubrimiento del secador yankee.

Los productos que se dosifican son: resina y release, a través de bombas. (véase Tabla 2).

TABLA 2: TABLA DE DOSIFICACIÓN DE QUÍMICOS

DOSIFICACIÓN DE QUÍMICOS				
Nombre del producto	Tipo de producto	Punto de aplicación	Dosis (mg/m ²)	Flujo (ml/min)
Solutac2557	Resina	Secador	4	174
Solube	Release	Secador	16	96

La forma de operar el sistema es a través de las bombas dosificadoras de manera manual, esto es, el operador verifica los flujos de cada químico con la ayuda de una probeta y cronómetro.

Se puede observar que existen diversos elementos que intervienen para un buen desempeño del sistema de acondicionamiento del secador Yankee, tales como:



- 1.- Calidad de agua.
- 2.- Funcionalidad de filtración
- 3.- Condiciones de instalación de dosificación de químicos.
- 4.- Condiciones de seguridad y exposición al ambiente de las bombas.

La forma de operar el sistema Yankee spray, tiene alto riesgo por las condiciones de instalación que se tiene tales como:

- Las tuberías de dosificación se encuentran en racks por la estructura de la máquina.
- Los tanques no tienen una sección o lugar definido para su localización.
- Las bombas se encuentran sobre puestas en los contenedores de los químicos y expuestas a altas temperaturas y humedad.
- Las conexiones eléctricas se encuentran colgantes, así como en un estado de inseguridad.

2.3 Justificación

2.3.1 Perdidas por cambios de cuchillas

Debido al control manual de las bombas, el tiempo de respuesta para realizar un ajuste, nos lleva a la generación de merma, tiempos perdidos por no poder despegar la hoja de papel del secador, por rasgado en la hoja de papel, por desgaste de la cuchilla, etc.

En la siguiente tabla se muestran las causas que ocasionan tiempos perdidos que impactan en la producción de papel. (véase Tabla 3)



TABLA 3: TABLA DE CAUSAS DE TIEMPOS PERDIDOS EN LA PRODUCCIÓN DE PAPEL

CAUSA DE TIEMPOS PERDIDOS	CLAVE	NO. DE REPETICIONES	TIEMPO (MIN/MES)	TIEMPO (HRS/MES)
LIMPIEZA DE MÁQUINA	A	137	794	13.23
CAMBIO DE CUCHILLAS	B	239	626	10.43
REVENTADAS DE HOJA	C	41	340	5.67
CAMBIO DE FABRICACIÓN	D	30	228	3.80
DESACONDICIONAMIENTO DEL SECADOR	E	5	107	1.78
LIMPIEZA DE FIELTRO	F	4	85	1.42
CAMBIO DE ROLLOS	G	3	60	1.00
LIMPIEZA DE TELA	H	4	55	0.92
LIMPIEZA DE HIDRAPULPER	I	1	35	0.58
BOTARSE BOMBAS DE VACÍO	J	1	35	0.58
BOTARSE QUEMADORES	K	3	32	0.53
ACONDICIONAMIENTO POR ARRANQUE DE MÁQUINA	L	1	25	0.42
ACONDICIONAMIENTO DE FIELTRO	M	2	20	0.33
HUMEDAD EN LA HOJA	N	1	20	0.33
AJUSTE DE PORTACUCHILLAS	O	1	17	0.28
MALA TRANSFERENCIA DE LA HOJA DE PAPEL DEL FIELTRO AL SECADOR YANKEE	P	1	15	0.25
VARIACIÓN DE FLUJO DE PASTA	Q	1	15	0.25
BRAZOS PRIMARIOS	R	1	15	0.25
REFINADOR	S	1	10	0.17
VARIACIÓN DE CONSISTENCIA DE PASTA	T	1	5	0.08
ACUMULADO (MIN/MES))	TOTAL	478	2539	42.32
ACUMULADO (HRS/MES)	TOTAL	478	42.32	42.32

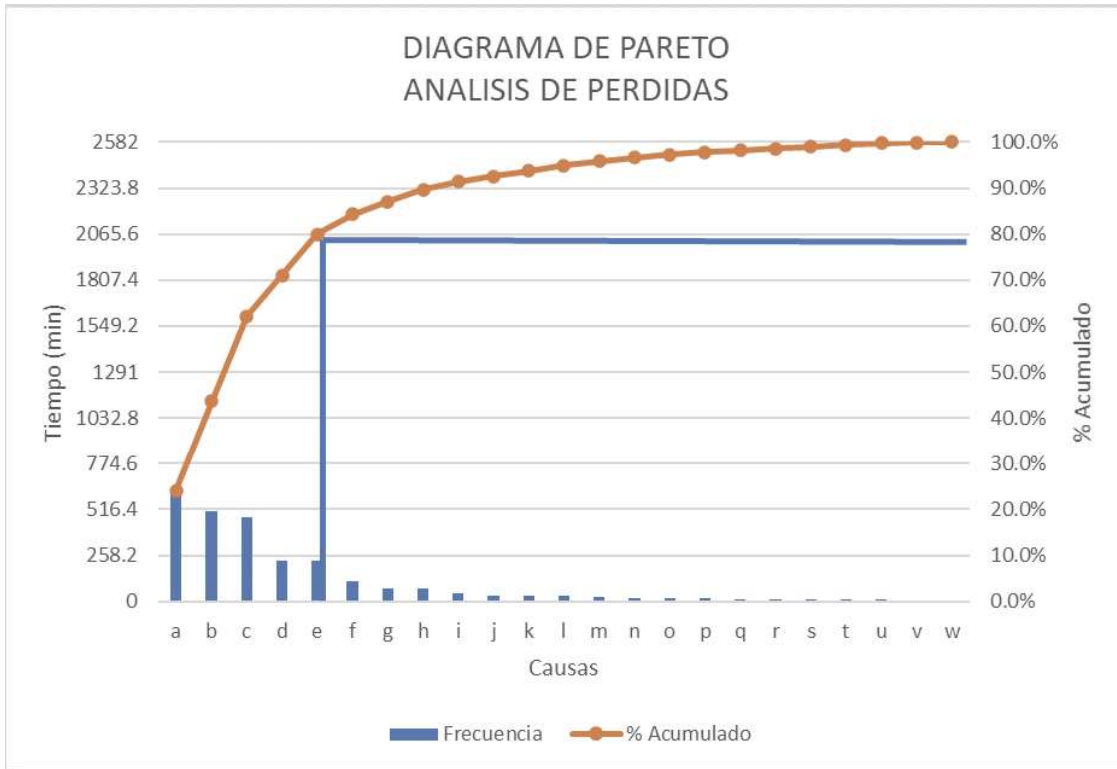


FIGURA 20: DIAGRAMA DE PARETO

2.3.2 Pérdida por producción

Recordando que el acondicionamiento del yankee realiza la función de protección entre la superficie del secador y la cuchilla, evitando el rose metal-metal entre ellos. Se observa en el diagrama de Pareto (véase Figura 20) las causas de más alto impacto en la generación de tiempos perdidos son las reventadas de hoja de papel y el cambio de cuchillas.

Cuando se realiza un cambio de cuchilla, no es posible realizar un paro de la máquina. Por lo cual en el momento que se realiza el cambio es necesario accionar la cuchilla de corte para que despegue todo el papel de la superficie del secador generando merma. Por esta razón es necesario reducir las veces con la



que se realiza este cambio y por eso la importancia del acondicionamiento del secador.

Cuando revienta la hoja se pierde tiempo muy valioso causado por el mal acondicionamiento del yankee, esto se debe a las variaciones en el flujo de las resinas y reléase que tienen que ajustarse constantemente de acuerdo a la fabricación y velocidades de la máquina.

En resumen, de las pérdidas más importantes por falta de acondicionamiento tenemos la siguiente tabla: (véase Tabla 4).

TABLA 4: TABLA DE COSTOS POR DESACONDICIONAMIENTO POR MES

COSTOS POR DESACONDICIONAMIENTO		
Concepto	Unidades	mensual
Tiempo por des acondicionamiento	min	107
10% Cambio de cuchillas	min	62
10% Reventadas	min	34
Tiempo total	min	203
Ancho útil	m	3.3
Velocidad de la máquina	m/min	1800
Gramaje del papel	gr/m ²	15
Producción total	Ton	18
Costo por tonelada	MXN	15,500
Costo total pérdida	MXN	279,000
Merma rechazada por calidad		
15% papel picado	Ton	0.86
Rasgado por cuchilla	Ton	0.56
10% reventadas	Ton	1.97
Total	Ton	3.39
Costo de merma	MXN	3,000
Costo total por merma	MXN	10,170
Total	MXN	289,170

CAPÍTULO III

PROPUESTA TÉCNICA Y CONSIDERACIONES

En este capítulo se menciona la propuesta técnica para la realización del proyecto, selección de equipos de dosificación, protocolo de comunicación y requisitos de instalación.



Se sugiere mantener el mismo diseño y dimensiones de la yankee spray, ya que no existe problema con los sólidos depositados en la pared del secador.

Condiciones de operación:

- Presión de regadera Yankee spray= 110 psi
- Tipo de boquilla= 650050
- Numero de espreas= 25
- Flujo Total= 5 gal/min
- Ángulo de aspersion=65°
- Cobertura triple
- Distancia de Cobertura= 19.5" a 11 ¼ de separación del secador
- Nivel de tanque de mezcla de sistema Yankee spray= 80 %

3.1 Selección de Hardware

3.1.1 Selección de equipos de dosificación

Se realizará la instalación de bombas con comunicación al sistema de control distribuido (DCS), para monitoreo y control en lazo abierto del flujo de las resinas para el recubrimiento del secador.

Se realizará la instalación de las bombas en gabinetes de acero inoxidable para mayor protección a las condiciones de temperatura y humedad extremas.

Los contenedores de los productos químicos (resina y reléase) se les asignara un área dentro de la nave industrial que cumpla con las condiciones de higiene y seguridad que incluya un dique en caso de derrame.



El tipo de bombas que se determinaron usar para este proyecto son de la marca Watson Marlow, después de validar otras opciones Técnico-Comerciales las cuales se muestran a continuación. (véase Tabla 5).



TABLA 5: TABLA COMPARATIVA DE COTIZACIONES

COTIZACIÓN DE PROVEEDORES							
Cantidad	Descripción	Proveedores					
		Start service		Fampro		leflu	
		USD		USD		USD	
		P.U.	Importe	P.U.	Importe	P.U.	Importe
2	Bomba Watson Marlow Qdos30, para resina	2750	5,500.00	3100	6,200.00	2900	5,800.00
2	Bomba Watson Marlow Qdos30, para release	2750	5,500.00	3100	6,200.00	2900	5,800.00
1	Gabinete	3,000.00	3,000.00	2,576.98	2,576.98	3,487.34	3,487.34
1	Materiales varios: tubería tubing de inoxidable de 1/2", instalación hidráulica, instalación eléctrica, arreglo de accesorios, piezas de stock, etc.	13,000.00	13,000.00	12,000.00	12,000.00	12,500.00	12,500.00
SUBTOTAL			27,000.00	SUBTOTAL	26,976.98	SUBTOTAL	27,587.34
IVA			4,320.00	IVA	4,316.32	IVA	4,413.97
TOTAL			31,320.00	TOTAL	31,293.30	TOTAL	32,001.31



La selección de bombas se realizó con base a la capacidad para dosificar los flujos de las resinas y en base a la experiencia en su manejo en la aplicación de colorantes para teñir la pasta de papel donde se exige precisión en el control del flujo para lograr dar el tono deseado, como es una bomba de tipo peristáltica, tiene una excelente precisión en el control de los flujos.

Gracias a su manguera mecanizada de alta precisión, las bombas peristálticas poseen una excelente capacidad para el manejo de lodos abrasivos, ácidos corrosivos, fluidos con contenido en aire, productos de alta viscosidad, fluidos sensibles al cizallamiento y productos de alta densidad.

El fluido se mantiene completamente separado de las partes móviles de la bomba, no incorporan cierres, válvulas, diafragmas, empaquetaduras, rotores sumergidos, estatores o pistones.

Pueden funcionar en seco indefinidamente, son autocebantes, reversibles, volumétricas y, por tanto, poseen una gran precisión en la dosificación de todo tipo de fluidos. Manejan caudales de hasta 80 m³/h y presiones de hasta 16 bar.

Son higiénicas, fáciles de instalar, limpiar y operar. Incluso en condiciones de trabajo continuo su mantenimiento es tan sencillo como un simple cambio de manguera (el único componente de la bomba sujeto a desgaste), que se realiza en pocos minutos. Sus costos de funcionamiento y el costo total de operación son extremadamente bajos en comparación con otras tecnologías de bombeo.

Modelo: Watson Marlow Qdos 30 (véase en Figura 21)



FIGURA 21: BOMBA DOSIFICADORA SERIE QDOS

La siguiente tabla contiene un resumen de las características de la bomba a utilizar. (véase Tabla 6).



TABLA 6: CARACTERISTICAS DE LA BOMBA QDOS30

Resumen de características					
Funcionalidad	Universal+	Universal	Manual	Remote	PROFIBUS
Modos de funcionamiento					
Manual	*	*	*		*
Contacto	*	*			
4-20 mA	*	*		*	
Recuperación de fluidos	*	*	*	*	*
Notificación de fallos	*	*	*	*	*
Control y diagnóstico PROFIBUS					*
Control manual					
Lectura numérica del caudal	*	*	*		*
Lectura numérica de la velocidad	*	*	*		*
Lectura numérica del porcentaje de máx. velocidad	*	*	*		*
Monitor del nivel de fluido	*	*	*		*
Máx. (cebado)	*	*	*		*
Rearranque automático	*	*	*		*
Alarma de fallo de la bomba	*	*	*		*
Control remoto					
Entrada de 4-20 mA	*	*		*	
Calibración de dos puntos en entrada de 4-20 mA	*				
Salida de 4-20 mA	*			*	
Entrada de contacto (pulsos/lotes)	*	*			
Entrada de marcha/parada	*	*		*	
Salida de marcha/estado	*	*		*	
Salida de alarma	*	*		*	
Recuperación remota de fluidos	*	*		*	
Lógica industrial opcional de 24 V ó 110 V*	*	*			
Iconos de estado LED					
Estado de la bomba				*	
Estado de 4-20 mA				*	
Fallo				*	
Seguridad					
Bloqueo del teclado	*	*	*		*
Bloqueo mediante PIN	*	*	*		*
Suministro de corriente					
12-24 V CC	*	*	*	*	
~100-240 V CA	*	*	*	*	*

3.1.2 Selección de protocolo de comunicación.

Las Bombas dosificadoras se comunicaron de 4-20 mA hacia la HPM (Honeywell) del centro de control existente en la planta, del HPM se comunica con las estaciones de monitoreo y estaciones de ingeniería por medio de Ethernet con el cual se realizó la configuración del HMI que en este caso se dio de alta solo un grupo especialmente para el proceso del acondicionamiento del Yankee.

En el siguiente diagrama se presenta la arquitectura que tiene el Sistema de control actual, Total Plant Solution (TPS). (véase Figura 22).

Arquitectura del Sistema Honeywell

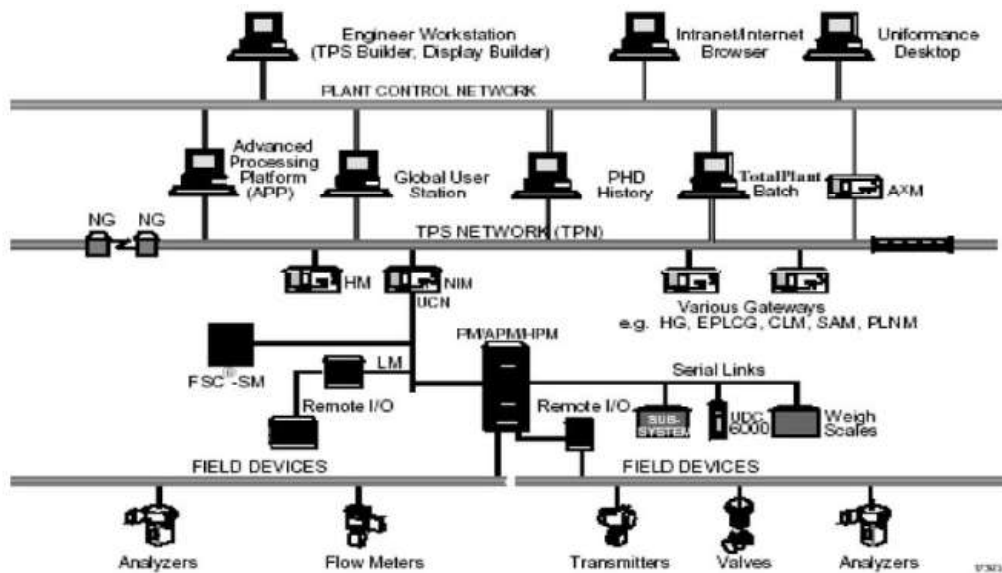


FIGURA 22 ARQUITECTURA DEL SISTEMA HONEYWELL

3.1.3 Servicio eléctrico

Debido a que sólo es la integración de las bombas dosificadoras al TPS, se cuenta con la fuente de alimentación del sistema. La fuente de alimentación de las bombas es de 115V.



3.1.4 Protección para equipos de dosificación

Se selecciona el gabinete de acero inoxidable donde se colocarán las 4 bombas peristálticas Watson Marlow, para evitar que los equipos de dosificación se mojen y ensucien con pasta, cuando se limpia el área con chorros de agua.

3.1.5 Conexiones eléctricas

La bomba viene equipada con un selector automático de voltaje y funcionará con cualquier red con voltaje entre ~100-240 V CA y 50/60 Hz.

Establezca una conexión apropiada a una red monofásica de suministro eléctrico.

Cable de alimentación: La bomba viene equipada con un casquillo para paso de cable y aproximadamente 2.8 m (9.2 pies) de cable de alimentación. El cable no puede desconectarlo el usuario y el casquillo de entrada de la parte delantera de la bomba no debe desmontarse.

Velocidad: entrada analógica

La velocidad de esta bomba puede controlarse remotamente mediante una señal analógica de corriente dentro de la gama 4-20 mA.

Impedancia del circuito de 4-20 mA: 250 Ω .

Las conexiones de la bomba se realizan de la siguiente manera. (véase figura 23).

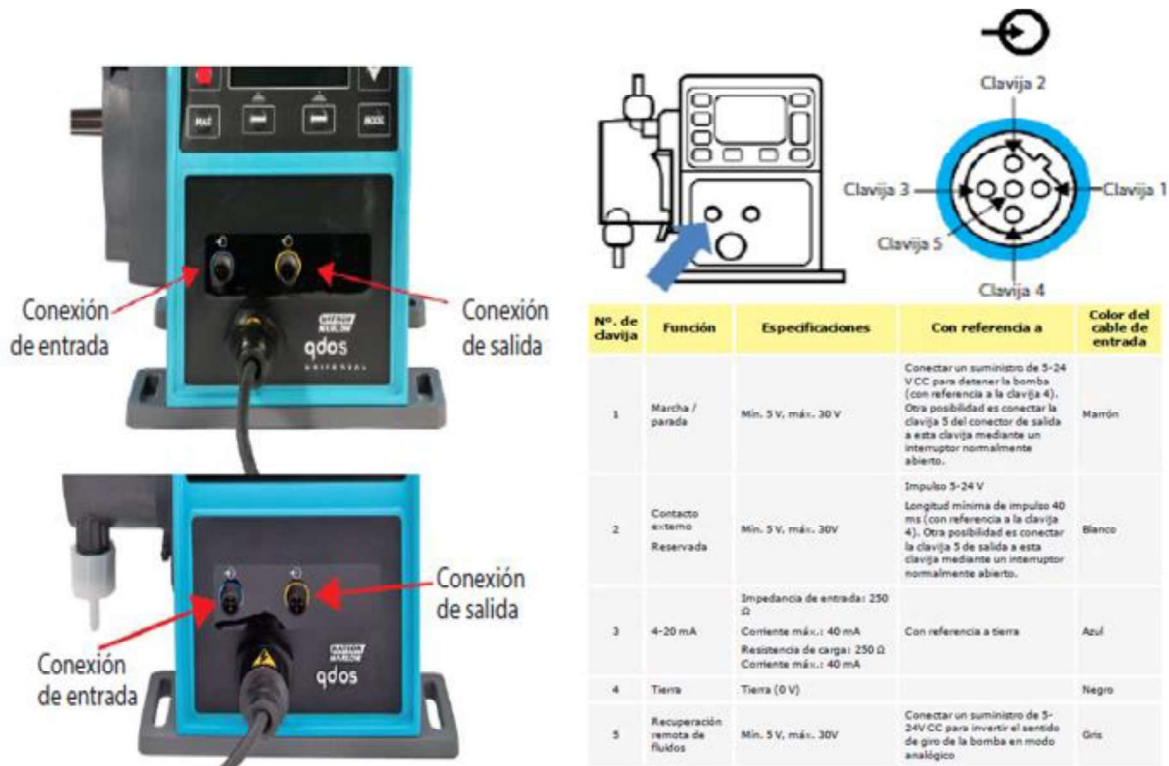


FIGURA 23 CONEXIÓN DE BOMBA AL HPM (HONEYWELL)

3.2 Selección de Software

La automatización del acondicionamiento del secador se realizó a través del control con el que cuenta la planta actualmente, el cual es el total plant solution (TPS) de Honeywell.

3.2.1 Configuración de HMI

La configuración de la interfaz hombre máquina se realiza mediante la estación de ingeniería, la cual se explica de la siguiente manera:

- Se selecciona la estación de ingeniería.

- Se configuran los tres elementos de acuerdo con los números de tarjeta y posición de entrada colocada.
- Se da propiedades de entrada y salida para realizar los ajustes de escalado de acuerdo con la señal analógica de 4 a 20 mA.
- Se guardan y se descargan los cambios, con lo cual tenemos una respuesta. (véase Figura 24).

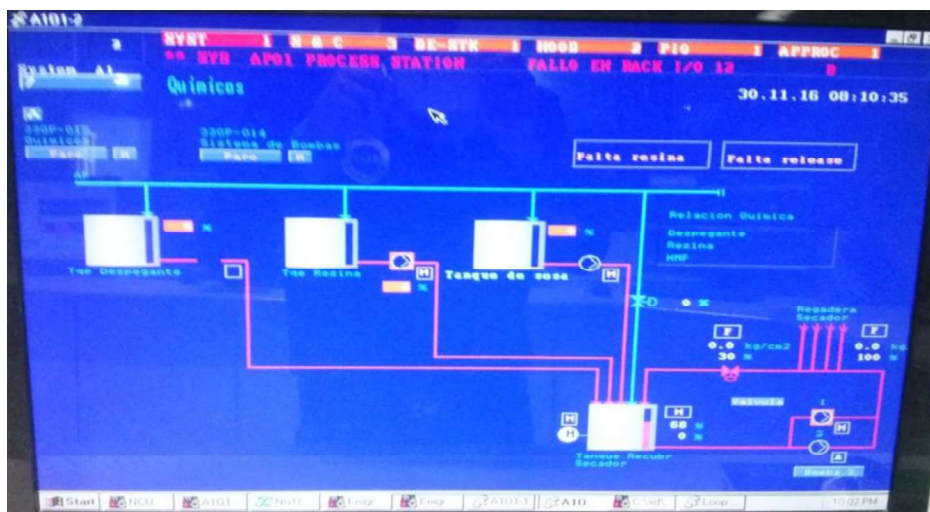


FIGURA 24 PANTALLA EN LA ESTACIÓN DE TRABAJO



3.2.2 Configuración de comunicación

El Control Distribuido consiste en la distribución de las unidades de control multivariable (HPM) en distintos sectores de la planta. Pudiendo comunicarse todos hasta una unidad central de operación. (véase figura 25).

Conceptos Utilizados en TPS (arquitectura del sistema Honeywell)

GUS: Global User Station

PHD: Process Historic database

APP: Application Process Platform

TPN: TPS Network Antigua LCN (Local Control Network).

UCN: Universal Control Network

HPM: High Performance Process Manager

NIM: Network Interface Module

NODE: Es un entorno que trabaja en tiempo de ejecución, de código abierto, multiplataforma, que permite a los desarrolladores crear toda clase de herramientas de lado servidor y aplicaciones en JavaScript. La ejecución en tiempo real está pensada para usarse fuera del contexto de un explorador web (es decir, ejecutarse directamente en una computadora o sistema operativo de servidor).

Funcionamiento

- Los instrumentos (4-20 mA) son conectados al HPM (APM, PM).
- Los algoritmos de “control” residen en los procesadores del HPM.
- Aplicaciones Complejas residen en el APP node.

- Las estaciones de trabajo (GUS) leen/escriben data en tiempo real desde los HPM.
- Los históricos son almacenados en el PHD (Oracle), utilizados para tendencias y registro de alarmas.

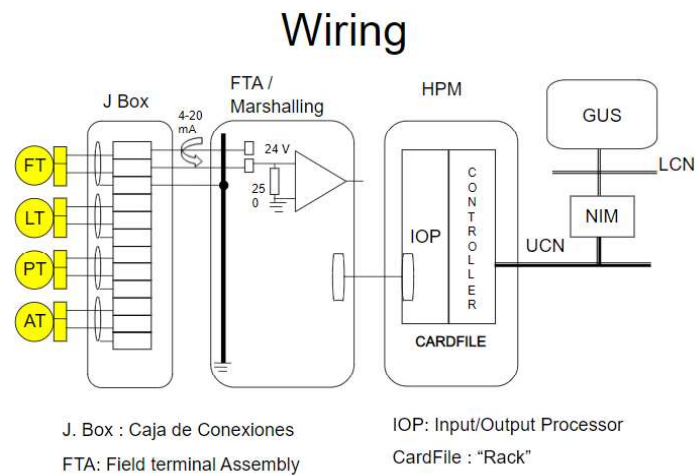


FIGURA 25: DIAGRAMA DE CONTROL DE COMUNICACIÓN.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

En este capítulo se analizan los costos y beneficios a obtener si se pone en marcha la propuesta descrita anteriormente, así como los ahorros obtenidos y los tiempos de recuperación de la inversión.



4.1 Costos

De acuerdo a las cotizaciones recibidas se toma la mejor propuesta del proveedor Fampro. (véase Tabla 7)

El costo total del proyecto es:

TABLA 7: COTIZACIÓN FINAL DEL PROYECTO

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MODELO	P.U.	IMPORTE
			(USD)	(USD)
2	Bomba Watson Marlow para reléase	Qdos 30	3100	6200
2	Bomba Watson Marlow para resina	Qdos 30	3100	6200
1	Gabinete de acero inoxidable	----	2576.98	2576.98
	Tubería tubing de 3/8" de acero inoxidable	----		
	Arreglo de accesorios (válvulas, conexiones, probetas)	----		
1	Material de stock para almacén	----	12000	12000
1	Horas hombre y puesta en marcha del proyecto	----	6200	6200
			TOTAL (USD)	38485.30

4.2 Análisis de costo

Se propone reducir las pérdidas a la mitad, ya que el descondicionamiento del secador corresponde al 50 % del tiempo perdido total como se muestra en la tabla siguiente. (véase Tabla 8).



TABLA 8: REDUCCIÓN DE COSTOS AL 50%

Concepto	Unidades	mensual
Tiempo por des acondicionamiento	min	53.5
10% Cambio de cuchillas	min	31
10% Reventadas	min	17
Tiempo total	min	101.7
Ancho útil	m	3.3
Velocidad de la máquina	m/min	1800
Gramaje del papel	gr/m ²	15
Producción total	Ton	9
Costo por tonelada	MXN	15,500
Costo total pérdida	MXN	140,176
Merma rechazada por calidad		
15% papel picado	Ton	0.43
Rasgado por cuchilla	Ton	0.28
10% reventadas	Ton	0.985
Total	Ton	1.695
Costo de merma	MXN	3,000
Costo total por merma	MXN	5,085
Total	MXN	145,261

4.3 Beneficios obtenidos

En la implementación de este proyecto se obtendrán un ahorro económico \$145,000 pesos/mes. La calidad del papel permanecerá constante porque se tendrá mejor exactitud en la dosificación de los químicos con un tiempo de respuesta más rápido, reflejándose en menos tiempos perdidos y control del proceso, además de mejorar las instalaciones y ubicación de los contenedores, cuidando la seguridad de los operarios.



4.4 Rendimiento de la inversión

TABLA 9: RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN
RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN

RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN		
Tipo de cambio	MXN/USD	23.00
Costo total del proyecto	USD	38485.30
	MXN	885,161.90
Ahorro Promedio por mes	MXN	145,261
Tiempo de recuperación de inversión	MES	6.09

Se demuestra la factibilidad de este proyecto con una recuperación de la inversión en 6 meses, considerando que se tiene una pérdida mensual de \$145,261 pesos por problemas de generación de merma causado por el desacomodamiento del secador, para el primer año de la implementación del proyecto se tendrían ahorros por \$885,000 pesos la misma cantidad invertida para la realización del proyecto.

CONCLUSIONES

Este proyecto surge para dar solución a la problemática que tienen la mayoría de las papeleras de tissue con el acondicionamiento de su secador yankee y todas las causas relacionadas a este.

Para el desarrollo de este proyecto se realizó un análisis exhaustivo para determinar las principales causas de los tiempos perdidos que tenían relación con el desacomodamiento del secador, logrando identificar que las roturas de hojas, cambios prematuros de cuchilla y el mismo acondicionamiento del secador significaba el 50% de los tiempos perdidos.



Se presenta una propuesta de un sistema de control automatizado para la dosificación de las resinas, obteniendo un excelente costo-beneficio en mejoras de diseño, seguridad, económico y el propio proceso.

El retorno de la inversión sería en un periodo de 6 meses, lo que lo hace un proyecto factible para llevarse a cabo en una planta papelera.

En cuanto al tipo de bomba seleccionada Watson Marlow Qdos30 serán de gran ayuda por su fiabilidad, durabilidad y exactitud para mantener un control estable del sistema yankee spray, además estas pueden operarse de forma manual si llegara a existir una falla en el control.

La realización de la configuración del HMI se realizaría con personal externo a la planta con conocimientos de programación industrial en colaboración del departamento de ingeniería de la propia planta.

RECOMENDACIONES

El control automatizado nos permite optimizar los procesos industriales, logrando obtener mejores eficiencias, disminuir tiempos perdidos, tener control de las variables del proceso y bajar costos.

Para realizar este tipo de propuesta se tienen que profundizar en todos los factores y variables que engloba un problema y dar una propuesta de solución. Aunque en un principio para la puesta en marcha de un proyecto se tiene que realizar una inversión de dinero siempre hay un beneficio a corto plazo.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Jeffrey Boettcher., (2012). *Patent No. ES2381598T3. Modificador de adhesivo de crepado mejorado y procedimiento para producir productos de papel.*: Georgia-Pacific, patent.google.
- [2] Clayton C., (2010). *Patent No. ES01962306T. Aditivos de plisado de poliamidas epihalohidrina reticulada.*: patent.google.
- [3] Clayton C., (2000). *Patent No. EP1330574B1. Cross linked polyamide-epihalohydrin creping additives.*: patent.google.
- [4] Jfan Francois, (2010). *Patent No. W04009954EP. Hoja de cuchilla de crepado.*: Patentados.com
- [5] Claudon A, (2011). *Patent No. PCT/EP2007/006204. Cuchilla de crepado.*: Patentados.com
- [6] Hernández, I., (2010). Control automático de flujos químicos para el acondicionamiento del secador yankee. (Licenciatura). Escuela superior de ingeniería mecánica y eléctrica, IPN, ciudad de México.
- [7] Merchán, Y., (2010). Reducción del tiempo en el cambio del rodillo cliché en una fábrica convertidora de papel. (Licenciatura). Escuela superior politécnica del litoral, facultad de ingeniería en mecánica y ciencias de la producción, Guayaquil, Ecuador.
- [8] Díaz, F., (2010). Modelamiento del proceso de secado de papel tissue caso real planta Talagante, CMPC. (Licenciatura). Universidad de Chile, Facultad de ciencias físicas y matemáticas, Santiago, Chile.
- [9] Cortés, O., (2013). Fabricación y comercialización de papel tissue. (Licenciatura). Universidad San Francisco De Quito, Quito.



- [10] Turrado, S., Saucedo, A., Pérez, S., Iñiguez, G., López, F., Villar, J., y Mutje, p. (2008). Tecnología en la fabricación de papel. Riadicyp.org (4), 152-201.
- [11] García, C., (2014). Elaboración y aplicación de una resina de pae para otorgar al papel tissue resistencia en húmedo. (licenciatura). Escuela superior de ingeniería química e industrias extractivas, IPN, Ciudad de México.
- [12] Varveri S, (2000). *Patent No. US3639208A. Polyamphoteric Polymeric retention aids.*: patent.google.
- [13] Valmet forward. (2017). Operación y mantenimiento del secador, Europa. Recuperado de <http://www.valmet.com>
- [14] Archer, S., Grigoriev, V., Furman, G., y Su, W. (2008), Chatter and soft tissue production: Process driven Mechanisms. Nalco, 11(14), 1-7.
- [15] Monar, R., (2006). Auditoria energética en el sistema de vapor de una planta procesadora de papel. (Licenciatura). Escuela superior politécnica del litoral, facultad de ingeniería en mecánica y ciencias de la producción, Guayaquil, ecuador.
- [16] Dean, j. (2003). Patent No. ES2316835T3 Proceso para fabricas una hoja celulósica crepada.: patents.google.
- [17] Teejet. (2004). Guía del usuario de boquillas de pulverización, Spraying Systems C.O., Illinois, USA.
- [18] Fuman, G. (2013). Patent No. PCT/US2006/025520. Polímeros de vinialmina/vinilformamida para usar como adhesivos de crespado.: patentados.com
- [19] Valmet forward. (2017). Revestimiento del Yankee, Europa. Recuperado de <http://www.valmet.com>



[20] Kunio, M. (2009). Patent No. ES2296406T3. Metodo para prevenir el ensuciamiento de secadores de tambor utilizados en máquinas de fabricación de papel.

[21] Matta, E. (2007), Flujo de suspensiones fibrosas., Instituto de Tecnología Celulósica. Argentina, Santa Fe.

[22] Honeywell, (2014). Sistemas de control Honeywell, [en línea]. Mexico. Disponible en: <https://slideplayer.es/slide/1041597/>

[23] Kemira de México, (2009). Release14248, [en línea]. México.

Disponible en:

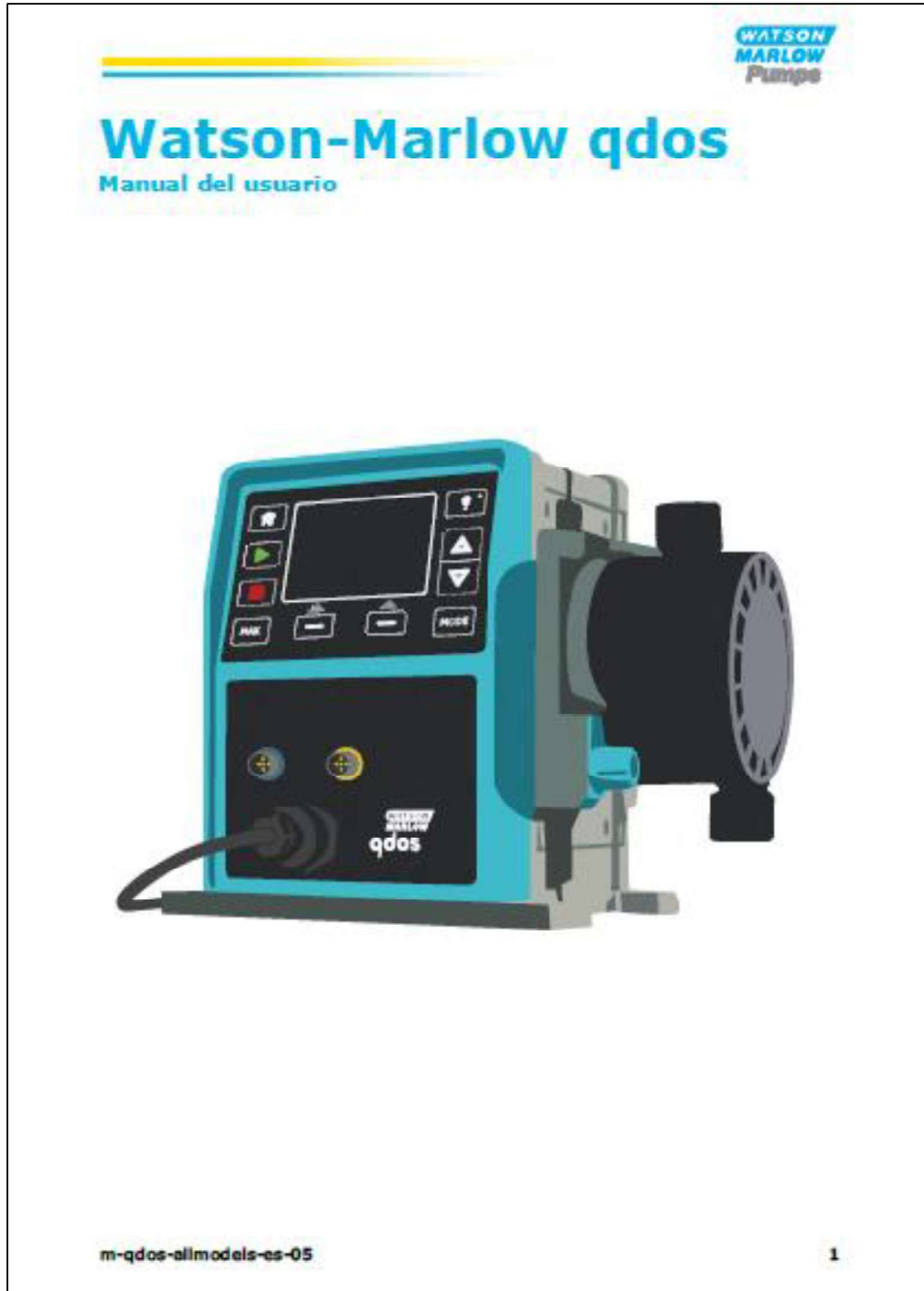
[https://aniq.org.mx/pqta/pdf/Respaldo/Release%2014248%20\(HT\).pdf](https://aniq.org.mx/pqta/pdf/Respaldo/Release%2014248%20(HT).pdf)

[24] Chen I., (2012). Patent No. C08669/46. Composiciones de poliamina poliamidoamina, epihalohidrina y procedimientos para preparar y usar las mismas.; patent. Google.

[25] Watson Marlow, (2019). Watson-Marlow qdos Manual de usuario, recuperado de Watson-marlow.com



ANEXOS





Contenido

1 Declaración de conformidad	5
2 Garantía	6
2.1 Condiciones	6
2.2 Excepciones	7
3 Desembalaje de la bomba	8
3.1 Eliminación del embalaje	8
3.2 Inspección	8
3.3 Componentes suministrados	8
3.4 Accesorios opcionales	9
3.5 Almacenaje	10
4 Devolución - Información	11
5 Notas de seguridad	12
6 Especificaciones de la bomba	16
6.1 Especificaciones de la bomba	20
6.2 Normas (suministro eléctrico de CA)	21
6.3 Normas (suministro de 12-24 V CC)	21
6.4 Dimensiones	22
6.5 Pesos	23
7 Materiales de construcción	25
8 Instalación de la bomba	27
8.1 Instrucciones de instalación	27
8.2 Recomendaciones de instalación	28
8.3 Capacidad de presión	29
8.4 Funcionamiento en seco	29
9 Conexión a una fuente de alimentación	30
9.1 Suministro eléctrico de CA	30
9.2 Suministro opcional de CC	30
10 Lista de comprobación para la puesta en marcha	32
11 Cableado de control automático: modelos Universal, Universal+ y Remote sin módulos de relé	33
11.1 Asignación de clavijas en la bomba	34
11.2 Cable de entrada opcional	34
11.3 Asignación de clavijas de salida en la bomba	36
11.4 Cable de salida opcional	37
12 Cableado de control automático: módulo de relé (solo Universal y Universal+)	38
12.1 Módulo: montaje y retirada de la cubierta	38
12.2 Cableado de los conectores terminales	39



12.3 Conectores PCB del módulo de relé	42
13 Cableado de control PROFIBUS	46
13.1 Instalación PROFIBUS	46
13.2 Asignación de clavijas en la bomba	47
14 Puesta en marcha (solo modelos Manual, PROFIBUS, Universal y Universal+)	48
14.1 Primera puesta en marcha de la bomba (solo modelos Manual, PROFIBUS, Universal y Universal+)	48
14.2 Puesta en marcha en ciclos de trabajo posteriores (solo modelos Manual, PROFIBUS, Universal y Universal+)	51
15 Puesta en marcha (Remote)	53
16 Funcionamiento de la bomba	54
16.1 Funcionamiento de la bomba (bomba Remote)	54
16.2 Funcionamiento de la bomba (solo modelos Manual, PROFIBUS, Universal y Universal+)	54
17 Modo manual (solo modelos Manual, PROFIBUS, Universal y Universal+) ..	58
18 Modo PROFIBUS(Solo PROFIBUS)	61
18.1 Asignación de la ubicación de la estación PROFIBUS en la bomba.	62
18.2 Errores de comunicación PROFIBUS	64
18.3 Archivo PROFIBUS GSD	65
18.4 Datos de parámetros del usuario:	67
18.5 Intercambio de datos PROFIBUS	68
18.6 Datos de diagnóstico relacionados con el dispositivo	71
18.7 Datos de diagnóstico relacionados con el canal	71
19 Modo de calibración de caudal (solo modelos Manual, PROFIBUS, Universal y Universal+)	73
20 Modo análogo 4-20 mA (solo Universal y Universal+)	76
20.1 Calibración de la bomba para control 4-20 mA (solo Universal+)	81
21 Modo de contacto (modelos Universal y Universal+)	86
21.1 Ajustes de contacto	86
21.2 Modo de funcionamiento de contacto (todos los modelos Universal y Universal+)	88
21.3 Modo de recuperación de fluido (solo modelos Manual, PROFIBUS, Universal y Universal+)	89
21.4 Recuperación remota de fluidos (solo modelos Universal y Universal+ sin módulos de relé)	91
22 Menú principal (solo modelos Manual, PROFIBUS, Universal y Universal+) ..	93
22.1 Monitor de nivel de fluido (solo modelos Manual, PROFIBUS, Universal y Universal+)	94
22.2 Ajustes de seguridad (solo modelos Manual, PROFIBUS, Universal y Universal+)	98
22.3 Ajustes generales (solo modelos Manual, PROFIBUS, Universal y Universal+) ..	101

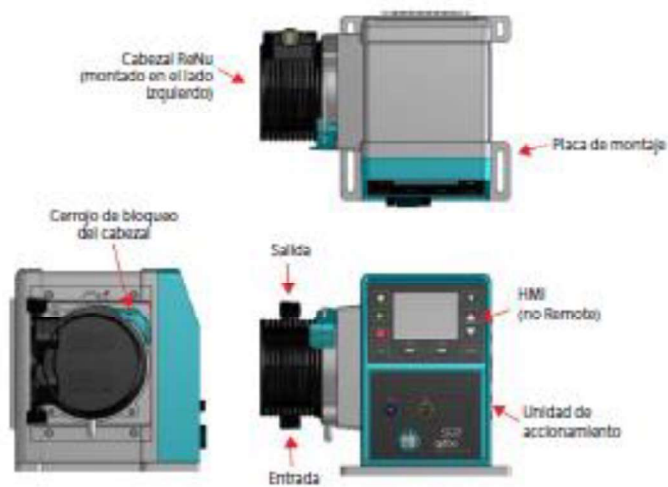


22.4 Menú MODO (solo modelos Manual, PROFIBUS, Universal y Universal+)	106
22.5 Ajustes de control (solo modelos Manual, PROFIBUS, Universal y Universal+)	107
22.6 Ayuda (solo modelos Manual, PROFIBUS, Universal y Universal+)	114
23 LED de estado (solo Remote)	115
24 Resolución de problemas	116
24.1 Detección de fugas	116
24.2 Alerta por cabezal de bombeo (qdos20, ReNu 20 PU solamente)	117
24.3 Códigos de error	117
24.4 Indicación de error (solo Remote)	119
25 Asistencia técnica	120
26 Mantenimiento del accionamiento	121
27 Sustitución del cabezal de la bomba (qdos 30)	122
27.1 Conexión de la manguera de interfaz	125
28 Sustitución del cabezal (qdos 20, 60, 120 y CWT)	129
28.1 Conexión de la manguera de interfaz	133
29 Información para realizar pedidos	136
29.1 Números de ordenamiento de las bombas	136
29.2 Repuestos y accesorios	137
30 Datos de rendimiento	141
30.1 Condiciones de bombeo	141
30.2 Capacidad de presión	141
30.3 Funcionamiento en seco	141
30.4 Vida útil del cabezal de bomba	141
30.5 Suministro opcional de CC: características de entrada	141
30.6 Curvas de rendimiento	143
31 Marcas registradas	145
32 Historial de publicaciones	146

6 Especificaciones de la bomba

qdos 20, 60, 120 y CWT:

El cabezal ReNu CWT tendrá un aspecto ligeramente distinto que los cabezales ReNu 20, 60 y 120 (en la imagen).



qdos 20, 60, 120 y CWT con módulo de relé:

El cabezal ReNu CWT tendrá un aspecto ligeramente distinto que los cabezales ReNu 20, 60 y 120 (en la imagen).

6.1 Especificaciones de la bomba

Gama de flujo (control de flujo)	<p>Manual, PROFIBUS, Universal y Universal+:</p> <p>qdos120:0.1-2000 ml/min (20000:1) qdos60:0.1-1000 ml/min (10000:1) qdos30:0.1-500 ml/min (5000:1) qdos20:0.1-333 ml/min (3330:1) qdos20 PU: 0.1-484 ml/min (4840:1) qdos CWT: 0.1-500 ml/min (5000:1)</p> <p>Remote:</p> <p>qdos120:1.25-2000 ml/min (1600:1) qdos60:0.6-1000 ml/min (1600:1) qdos30:0.3-500 ml/min (1600:1) qdos20:0.2-333 ml/min (1600:1) qdos CWT: 0.3-500 ml/min (1600:1)</p>
Tensión/frecuencia de alimentación de CA	~100-240 V, 50/60 Hz
Consumo eléctrico de CA	190 VA
Tensión de alimentación de CC (opción de potencia de 12/24 V CC)	12-24 V CC
Consumo eléctrico de CC (opción de potencia de 12/24 V CC)	150W
Categoría de instalación (categoría de sobretensión)	II
±10% de voltaje nominal. Fluctuación de voltaje máxima	Hace falta un suministro eléctrico, junto con conexiones de cableado que cumplan con las prácticas recomendables de inmunidad al ruido.
Clasificación de carcasa	IP66 según BS EN 60529 NEMA 4X a NEMA 250*
Gama de temperaturas de servicio	4 °C a 45 °C (41 °F a 113 °F)
Gama de temperaturas de almacenaje	-20°C a 70°C (-4°F a 158°F)
Altitud máxima	2,000 m
Humedad (sin condensado)	80 % hasta 31 °C (88 °F), decreciendo linealmente hasta el 50 % a 40 °C (104 °F)

Grado de contaminación	2
Ruido	<70 dB(A) a 1 m

* Necesita que esté montada la cubierta protectora de la interfaz de usuario.

6.2 Normas (suministro eléctrico de CA)

Normas armonizadas CE	Requisitos de seguridad para equipos eléctricos para medición, control y uso en laboratorios:BS EN 61010-1, que incorpora la categoría 2 A2, nivel de contaminación 2.
	Grados de protección proporcionados por las carcasas (código IP):Enmiendas 1 y 2 de BS EN 60529
	EN61326-1:2006, Requisitos EMC de seguridad para equipos eléctricos para medición, control y uso en laboratorios, 1.ª parte
Otras normas	UL 61010A-1, UL/CSA 61010-1
	CAN/CSA-C22.2 N.º 61010-1
	IEC 61010-1
	Emisiones irradiadas FCC 47CFR, parte 15
	NEMA 4X a NEMA 250
	NSF61 para el cabezal de bomba

6.3 Normas (suministro de 12-24 V CC)

Normas armonizadas CE	Requisitos de seguridad para equipos eléctricos para medición, control y uso en laboratorios:BS EN 61010-1, que incorpora la categoría 2 A2, nivel de contaminación 2.
	Grados de protección proporcionados por las carcasas (código IP):Enmiendas 1 y 2 de BS EN 60529
	EN61326-1:2006, Requisitos EMC de seguridad para equipos eléctricos para medición, control y uso en laboratorios, 1.ª parte

11 Cableado de control automático: modelos Universal, Universal+ y Remote sin módulos de relé

Para conectar la bomba a otros dispositivos se utilizan dos conectores M12 de cinco polos de categoría IP66, situados en la parte delantera de la bomba. Entre sus accesorios, Watson-Marlow tiene a la venta conectores M12 con cables de retención. Cada cable lleva una etiqueta con su función concreta.



Es responsabilidad del usuario garantizar un funcionamiento seguro y confiable de la bomba bajo control remoto y automático.

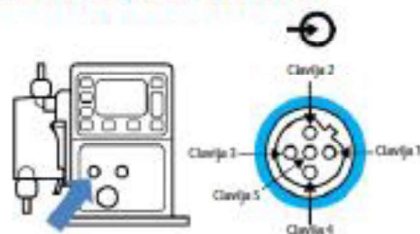


No suministrar alimentación de red a los conectores M12 de cinco polos. Aplique las señales correctas a las clavijas, como se muestra más abajo. Limite las señales a los valores máximos especificados. No aplique voltaje a otros terminales. Pueden producirse daños permanentes.



Todos los terminales de entrada y salida están separados de los circuitos eléctricos mediante un aislamiento reforzado. Estos terminales deben conectarse únicamente a circuitos externos que también estén separados de la tensión de red mediante aislamiento reforzado como requisito mínimo.

11.1 Asignación de clavijas en la bomba



Nº. de clavija	Función	Especificaciones	Con referencia a	Color del cable de entrada
1	Marcha / parada	Mín. 5 V, máx. 30 V	Conectar un suministro de 5-24 VCC para detener la bomba (con referencia a la clavija 4). Otra posibilidad es conectar la clavija 5 del conector de salida a esta clavija mediante un interruptor normalmente abierto.	Marrón
2	Contacto externo Reservada	Mín. 5 V, máx. 30V	Impulso 5-24 V Longitud mínima de impulso 40 ms (con referencia a la clavija 4). Otra posibilidad es conectar la clavija 5 de salida a esta clavija mediante un interruptor normalmente abierto.	Blanco
3	4-20 mA	Impedancia de entrada: 250 Ω Corriente máx.: 40 mA Resistencia de carga: 250 Ω Corriente máx.: 40 mA	Con referencia a tierra	Azul
4	Tierra	Tierra (0 V)		Negro
5	Recuperación remota de fluidos	Mín. 5 V, máx. 30V	Conectar un suministro de 5-24V CC para invertir el sentido de giro de la bomba en modo analógico	Gris

11.2 Cable de entrada opcional

Longitud del cable de entrada: 3 m (10 pies)



Parada remota

Dependiendo de la polaridad establecida en el menú de ajustes de control, al aplicar una señal de 5 V a 24 V a la clavija 1, la bomba se detendrá en todos los modos de funcionamiento. En modo manual y analógico, la bomba se pondrá en marcha al eliminar la señal. El usuario puede reconfigurar esta entrada en el menú de ajustes de control para que la bomba se ponga en marcha cuando se aplica la señal, y se detenga cuando no haya señal en la clavija 1.

La tecla MAX funcionará en modo manual independientemente de la entrada de PARADA remota. Esto hace posible el cebado sin tener que cambiar los ajustes de la bomba ni desconectar el cable de entrada.

Contacto externo - solo modelos Universal y Universal+

Entrada mín. de impulso digital: 5 V. Duración mín. de impulso: 40 ms. Duración máx. de impulso: 1000 ms. Esta entrada se utiliza para invocar un volumen de dosis definido por el usuario. Consulte la sección de modo de contacto.

Velocidad: entrada analógica

La velocidad de esta bomba puede controlarse remotamente mediante una señal analógica de corriente dentro de la gama 4-20 mA.

La señal analógica debe aplicarse a la clavija 3 del conector de entrada M12. La bomba suministrará una velocidad creciente para una señal de control en aumento.

El modelo Universal+ puede calibrarlo el usuario para controlar la velocidad de forma proporcional o inversamente proporcional a la señal mA de entrada.

Impedancia del circuito de 4-20 mA: 250 Ω .

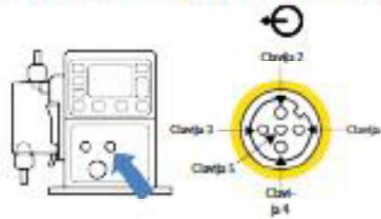


No invierta la polaridad de los terminales. Si se invierte la polaridad, el motor no funcionará.

Recuperación remota de fluidos

El usuario puede invertir el sentido de giro de la bomba de forma remota suministrando una señal a la clavija 5.

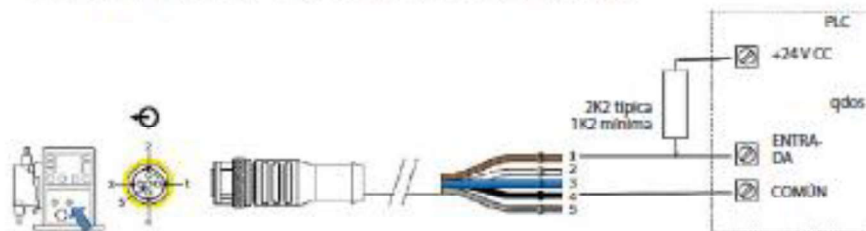
11.3 Asignación de clavijas de salida en la bomba



Nº. de clavija	Función	Especificaciones	Color del cable de salida
1	Salida de marcha/estado	Salida del colector abierto no programada	Marrón
2	Salida de alarma	Salida del colector abierto no programada	Bianco
3	Salida analógica	4-20 mA a 250 Ω (con referencia a la clavija 4)	Azul
4	Tierra		Negro
5	Suministro	La tensión de suministro de la clavija 5 es de 5 V con una impedancia de 2.2 k, y puede conectarse mediante un conmutador NA a la clavija de entrada 1 ó 2 para suministrar alimentación a las entradas.	Gris

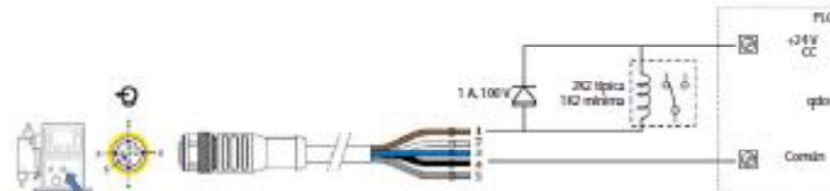
Ejemplo de cableado de una *resistencia de polarización*

El diagrama representa una salida de alarma o de marcha / parada.



Ejemplo de cableado de un relé externo, los contactos NA o NC pueden utilizarse para cualquier dispositivo.

El diagrama representa una salida de alarma o de estado de marcha.



La resistencia o relé debe ser del tamaño correcto para evitar daños a los transistores de la bomba. Los daños ocasionados por la incorrecta elección del tamaño y por una instalación incorrecta no estarán cubiertos por la garantía.

Estas soluciones necesitan alimentación externa de 24 V. Si se va a conectar con un controlador lógico programable, normalmente se dispone de 24 V.

Salida de alarma (salida 1)

Las condiciones de alarma están generadas por errores del sistema o la detección de fugas.

Salida de estado de marcha (salida 2)

Esta salida cambia de estado cuando arranca o se detiene el motor.

Velocidad: salida analógica - solo modelos Universal+ y Remote

Se dispone de una señal analógica de corriente dentro de la gama 4-20 mA a 250Ω entre la clavija 3 y la clavija 4 del conector de salida. La corriente es fija y directamente proporcional a la velocidad de rotación del cabezal de la bomba. 4mA = velocidad cero; 20mA = velocidad máxima.

En la versión Universal+, también existe la opción de igualar la escala de entrada de 4-20 mA si la ha reconfigurado el usuario. La opción está disponible en el menú de Ajustes de control.

Nota: la salida de mA se va a usar para realizar lecturas con un polímetro, es necesario instalar una resistencia de 250 Ω en serie.

11.4 Cable de salida opcional

Longitud del cable de salida: 3 m (10 pies)



14 Puesta en marcha (solo modelos Manual, PROFIBUS, Universal y Universal+)

14.1 Primera puesta en marcha de la bomba (solo modelos Manual, PROFIBUS, Universal y Universal+)

Encienda la bomba.

La bomba muestra la pantalla de inicio con el logo de Watson-Marlow Pumps durante tres segundos.



Selección del idioma de la pantalla

Utilice las teclas +/- para mover la barra de selección al idioma que desee. Pulse **SELECCIONAR** para elegir.



Su idioma seleccionado aparecerá en la pantalla. Elija **CONFIRMAR** para continuar. A partir de ahora todo el texto de la pantalla aparecerá en el idioma que haya elegido.



Elija **RECHAZAR** para volver a la pantalla de selección de idioma.

La bomba viene preconfigurada con los parámetros operativos que aparecen en la siguiente tabla:

Confirme qué cabezal de bombeo ReNu está instalado (qdos20 solamente)

Con las flechas arriba y abajo, seleccione el cabezal de bombeo instalado en la bomba. (Al confirmar esta selección, el sistema aplica los valores de calibración correctos)





Elija **RECHAZAR** para volver a la pantalla de selección de cabezales de bombeo.

La bomba viene preconfigurada con los parámetros operativos que aparecen en la siguiente tabla:

Ajustes de fábrica para primera puesta en marcha

Flujo	qdos120: 960 ml/min qdos60: 480 ml/min qdos30: 240 ml/min qdos20: 120 ml/min qdos20 PU: 158.4 ml/min qdos CWT: 300 ml/min	Estado de la bomba	Detenido
Calibración	qdos120: 16 ml/rev qdos60: 8 ml/rev qdos30: 4 ml/rev qdos20: 6.57 ml/rev qdos20 PU: 8.8 ml/rev qdos CWT 4.9 ml/rev	Unidades de caudal	ml/min
Iluminación de pantalla	30 minutos	Etiqueta de la bomba	WATSON-MARLOW
Rearranque automático	Desactivado		

Después se pasa a la pantalla principal.



La bomba ya está lista para funcionar conforme a los ajustes de fábrica arriba indicados.

Nota: El color del fondo de la pantalla cambia dependiendo del estado de marcha, según se detalla a continuación:

- El fondo **blanco** indica que la bomba se ha detenido
- El fondo **azul** indica que la bomba está en marcha
- El fondo **rojo** indica que se ha producido un error o alarma

Todos los parámetros operativos pueden ser modificados pulsando las teclas correspondientes (véase la sección "Funcionamiento de la bomba" on page 54).

14.2 Puesta en marcha en ciclos de trabajo posteriores (solo modelos Manual, PROFIBUS, Universal y Universal+)

Las secuencias posteriores de encendido saltarán desde la pantalla de inicio a la pantalla principal.

- La bomba ejecuta una prueba de encendido para confirmar el correcto funcionamiento de la memoria y el hardware. Si se detecta un fallo, aparecerá un código de error (véase la sección "Códigos de error" on page 117)
- La bomba muestra la pantalla de inicio con el logo de Watson-Marlow Pumps durante tres segundos, seguido de la pantalla principal.
- Los ajustes de fábrica para la puesta en marcha son los que estaban especificados la última vez que se apagó la bomba.

Compruebe que la bomba está ajustada para funcionar en la forma que desea.

La bomba ya está lista para funcionar.

Todos los parámetros operativos pueden ser modificados pulsando las teclas correspondientes (véase la sección "Funcionamiento de la bomba" on page 54).

Interrupción de la alimentación

Esta bomba cuenta con una función de arranque automático que, si está activa, restaurará la bomba al estado de funcionamiento en que se hallaba cuando se interrumpió la alimentación. Véase la sección "Menú principal (solo modelos Manual, PROFIBUS, Universal y Universal+)" on page 93.



Ciclos de encendido parada / puesta en marcha

No encienda/apague la bomba más de **20 arranques por hora**, ya sea manualmente o usando la función de re arranque automático. Recomendamos el control remoto cuando se requiera una elevada frecuencia de ciclos de encendido.

27 Sustitución del cabezal de la bomba (qdos 30)

El cabezal de bomba es una pieza consumible y no puede repararse.



Asegúrese de que los cabezales de bomba contaminados no sean transportados, sino que sean desechados localmente de acuerdo con el reglamento para artículos contaminados y los procedimientos de seguridad e higiene.



Aísle siempre la bomba del suministro eléctrico antes de cambiar el cabezal y los conductos de succión o descarga.



Solo es posible montar el cabezal en un sentido, con la flecha apuntando hacia arriba.



Las abrazaderas de retención del cabezal de bomba deben desbloquearse o bloquearse con la mano únicamente.



No use el accionamiento ignorando la función de detección de fugas. La función de detección de fugas se desactiva al seleccionar "Ignorar".



Para que el detector de fugas funcione con cualquier presión de proceso, debe estar instalado el tornillo de ventilación en la posición "en uso".
Sin el tornillo de ventilación, el detector de fugas no funcionará cuando la presión del sistema sea menor que 1 bar (15 psi).

Nota: En este manual hemos mostrado el desmontaje y la reposición del cabezal de bombeo montado en el lado izquierdo. El proceso de sustitución del cabezal del lado derecho es idéntico.

Retirada del cabezal de la bomba

1. Drene la bomba.
2. Asegúrese de que no haya presión en la tubería.
3. Aísle la bomba del suministro eléctrico.
4. Asegúrese de llevar ropa protectora y protección de ojos si se han bombeado productos peligrosos.
5. Retire las conexiones de entrada y salida del cabezal de bombeo (protegiendo la bomba para que no se produzcan derrames de fluido de procesos).



6. Afloje del todo las dos abrazaderas de retención del cabezal de bomba.



7. Para desenganchar el cabezal de bomba de las abrazaderas de retención, separe con cuidado el cabezal de la carcasa de la bomba, y gírelo en sentido contrario a las agujas del reloj unos 15 grados.



8. Retire el cabezal de la bomba de la carcasa de la bomba.



9. Deseche de forma segura el cabezal utilizado de acuerdo con su propio reglamento de seguridad e higiene. Asegúrese de cumplir cualquier requisito de seguridad aplicable a la sustancia química que va a bombear.

10. Verifique que el sensor de detección de fugas esté limpio y sin sustancias químicas de procesos



Instalación de un cabezal de bomba nuevo

El procedimiento de instalación de un nuevo cabezal de bomba es el mismo que el de retirada del cabezal, pero en orden inverso.

1. Saque el nuevo cabezal de su embalaje.
2. Alinee el nuevo cabezal de bomba con el eje de accionamiento de la bomba y póngalo en su posición correspondiente en la carcasa de la bomba.
3. Gire el cabezal de bomba en el sentido de las agujas del reloj unos 15° hasta acoplarlo con las abrazaderas de retención.
4. Apriete las abrazaderas de retención simultáneamente para sujetar en su sitio el cabezal de bomba.
5. Conecte las conexiones de entrada y salida al cabezal de bomba.
6. Conecte la alimentación de red a la bomba, pulse START, y haga funcionar la bomba durante varias revoluciones.
7. Detenga la bomba y aíslala del suministro eléctrico, y después apriete más las abrazaderas si es necesario.

27.1 Conexión de la manguera de interfaz

Nota: Consulte el siguiente diagrama junto con el texto cuando vaya a conectar una manguera de interfaz al cabezal.

Antes de conectar la manguera de interfaz, asegúrese de que las juntas de Viton (1) provistas estén instaladas correctamente en los puertos del cabezal (1a) y de que las juntas de Santoprene y el material de los conectores sean compatibles con el fluido a bombear.

Nota: El aspecto del cabezal varía según el modelo.

Paquete de conectores hidráulicos, acoples de polipropileno de espiga/rosca.

Paquete de conectores hidráulicos, acoples de PVDF de espiga/rosca.

Paquete de conectores hidráulicos, acoples de compresión de polipropileno.

Nota: Los paquete de conectores hidráulicos son accesorios opcionales. Véase la sección "Repuestos y accesorios" on page 137

Espigas de manguera

1. Desconecte el conector deseado del bebedero (2).
2. Coloque el collar de conexión del usuario sobre el acople elegido, y apriételo contra el cabezal de bomba (2a).
3. Presione el tubo sobre el conector hasta que llegue a la cara posterior.
4. Sujetar con un clip de contención adecuado.

m-qdos-allmodels-es-05 126

Conectores roscados

1. Desconecte el conector deseado del bebedero (3).
2. Coloque el collar de conexión del usuario sobre el acople elegido, y apriételo contra el cabezal de bomba (3a) y (3b).
3. Para conectar la rosca de acoplamiento, sujete el conector mediante una llave de 14 mm para el BSPT de 1/4" (3a), una llave de 9/16" para el NPT de 1/4" (3b), una llave de 1/2" para el BSPT de 1/2" (3a) y una llave de 13 mm para el NPT de 1/2" (3b).

Nota: Puede resultar necesario utilizar cinta de sellado de roscas para obtener una junta a prueba de fugas.

Acoples de compresión

1. Seleccione los acoples de compresión correctos para el tamaño de la manguera ayudándose de las marcas del bebedero, y separe las dos piezas correspondientes (4).
2. Corte el extremo de la manguera de forma que quede en ángulo recto (4a) y (4b) no (4e).
3. Coloque el collar de conexión del usuario en la manguera.
4. Coloque el anillo de compresión en la manguera asegurándose de que el escalón interno esté mirando hacia el extremo cortado. Véase (4a) y (4b) en el diagrama de la página siguiente para ver la orientación correcta, no (4c) o (4d).
5. Presione el tubo sobre el cono hasta que llegue a la cara posterior (4a) y (4b), no (4f); quizás sea necesario agrandar el extremo de la tubería.
6. Con la manguera aún sujeta contra la cara posterior del cono, coloque el anillo de compresión y el collar de conexión del usuario más abajo del tubo, y apriételo en el cabezal (4a) y (4b).

La bomba ya está lista para utilizar.

Rebose de fluido.

- Cuando se detecta una fuga, el sensor de detección de fugas hará que se detenga la bomba. En el caso poco probable de que se produzca un fallo del sensor, el rebose de seguridad proporciona una ruta segura para fugas por la que retirar la mezcla de fluido y lubricante.
- El usuario es responsable de asegurarse de que este rebose esté conectado a un recipiente compatible de almacenaje con respiradero para contener el fluido residual.



No bloquear el puerto de drenaje del cabezal ReNu.