

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

**IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL DE PROCESOS A LA ETAPA DE
DISPERSIÓN DE PINTURAS ALQUÍDICAS**

TESIS

Presentada a la Junta Directiva de la Facultad
de Ingeniería

por

VICTOR VINICIO CABRERA FIGUEROA

al Conferirsele el Título de

Ingeniero Químico

Guatemala, noviembre de 1,997

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

08
T(4200)
C.4

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL DE PROCESOS A LA ETAPA DE DISPERSIÓN DE PINTURAS ALQUÍDICAS

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Química con fecha veintiséis de septiembre de 1995.



Víctor Vinicio Cabrera Figueroa



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO: Ing. Herbert René Miranda Barrios
VOCAL 1º: Ing. Miguel Ángel Sánchez Guerra
VOCAL 2º: Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
VOCAL 3º: Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez
VOCAL 4º: Br. Victor Rafael Lobos Aldana
VOCAL 5º: Br. Wagner Gustavo López Caceres
SECRETARIA: Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO**

DECANO: Ing. Julio Ismael González Podszueck
EXAMINADOR: Dr. Rodolfo Espinoza Smith
EXAMINADOR: Ing. Cesar García
EXAMINADOR: Ing. Otto René De León
SECRETARIO: Ing. Francisco Javier González López

CARMEN PATRICIA BÚCARO MORALES DE PRADO
M. A. E.
INGENIERO QUÍMICO
COLEGIADO 442

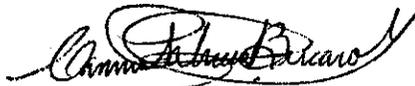
Guatemala, 6 de Octubre de 1997

Señor Director de la Escuela
de Ingeniería Química
Ing. Julio Chávez
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero Chávez:

Por medio de la presente informo a usted que he asesorado el trabajo de tesis del estudiante Víctor Vinicio Cabrera Figueroa, titulado "IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL DE PROCESOS A LA ETAPA DE DISPERSIÓN DE PINTURAS ALQUÍDICAS", el cual considero que llena satisfactoriamente los requisitos para su aprobación.

Atentamente.



Ing. Carmen Patricia Búcaro Morales de Prado

CPBM/np



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

Guatemala, 17 de octubre de 1,997.

Ingeniero
Julio Chávez Montúfar
Director Escuela Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Presente.

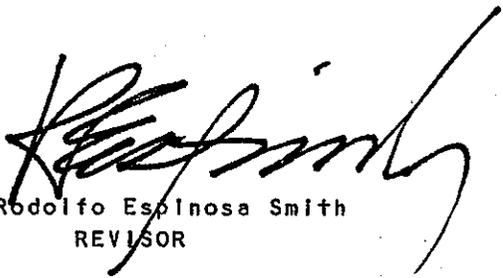
Estimado Ingeniero Chávez.

Hago de su conocimiento que he revisado el Informe Final de Tesis del
estudiante Víctor Vinicio Cabrera Figueroa, titulado: **IMPLEMENTACION DEL
CONTROL DE PROCEOS A LA ETAPA DE DISPERSION DE PINTURAS ALQUIDICAS**, de
constancia de aprobación para proceder a la autorización del respectivo trabajo.

Agradeclendole la atención que se sirva dar a la presente, le saluda.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Rodolfo Espinosa Smith
REVISOR

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Química, Ingeniero Julio Chávez Montúfar después de conocer el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Jefe de Departamento, al trabajo de tesis del estudiante Víctor Vinicio Cabrera Figueroa titulado: **IMPLEMENTACION DEL CONTROL DE PROCEOS A LA ETAPA DE DISPERSION DE PINTURAS ALQUIDICAS**, procede a la autorización del mismo.

Ing. Julio Chávez Montúfar
DIRECTOR
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA



Guatemala, 6 de noviembre de 1,997.



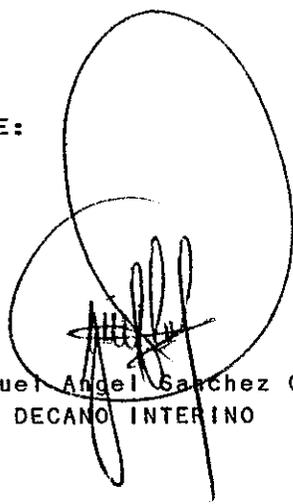
FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de Tesis titulado: **IMPLEMENTACION DEL CONTROL DE PROCESOS A LA ETAPA DE DISPERSION DE PINTURAS ALQUIDICA**, del estudiante Víctor Vinicio Cabrera Figueroa, procede a la autorización para la Impresión de la misma.

IMPRIMASE:



Ing. Miguel Ángel Sánchez Guerra
DECANO INTERINO

Guatemala, 6 de noviembre de 1,997.

ACTO QUE DEDICO A:

MIS BISABUELOS

Y EN ESPECIAL A: ILDEFONZA GIRON VDA. DE FIGUEROA(+)

AMELIA VÁSQUEZ VDA. DE CABRERA(+)

MIS ABUELOS

Y EN ESPECIAL A: JOSE HERMOGENES FIGUEROA G.

AURA CONSUELO ÁLVAREZ DE FIGUEROA

MIS PADRES:

VÍCTOR MANUEL CABRERA GAMEZ

ELBA VIOLETA FIGUEROA DE CABRERA

MI ESPOSA:

EVELYN LISSETH SANTIAGO DE CABRERA

MIS HIJOS:

VÍCTOR VINICIO CABRERA SANTIAGO

MARÍA ALEJANDRA CABRERA SANTIAGO

MI HERMANA:

AURA VERÓNICA CABRERA FIGUEROA

AGRADECIMIENTO

- A DIOS: POR LA VIDA Y POR ESTAR SIEMPRE A MI LADO.
- A MIS PADRES: POR SU AMOR Y APOYO DURANTE TODA MI VIDA.
- A MI ABUELO HERMÓGENES: POR SU AMOR, CONSEJOS Y EJEMPLOS QUE SIEMPRE ME ACOMPAÑAN.
- A ALVARO HERMÓGENES: POR SU DISPOSICIÓN Y AYUDA.
- A MI FAMILIA: POR SU APOYO INCONDICIONAL.
- A INGA. PATRICIA BÚCARO Y Dr. RODOLFO ESPINOZA: POR SU ASESORÍA Y APOYO DURANTE LA REALIZACIÓN DE DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN

INDICE GENERAL

• LISTA DE ILUSTRACIONES	ii
• GLOSARIO.....	v
• RESUMEN	ix
• INTRODUCCION	xi
1. ANTECEDENTES	1
2. RESULTADOS	3
3. DISCUSION DE RESULTADOS	15
• CONCLUSIONES	21
• RECOMENDACIONES.....	23
• BIBLIOGRAFIA.....	24
• ANEXO 1 CÓDIGOS Y COLORES.....	26
• ANEXO 2 CÁLCULOS	27
• ANEXO 3 CAPACITACIÓN	28
• ANEXO 4 TABLAS	30

INDICE DE ILUSTRACIONES

GRAFICAS

- No. 1 Comparación de tiempos de procesos antes y después del control de procesos para pinturas alquidicas de color Blanco. Pág.4
- No. 2 Comparación de tiempos de procesos antes y después del control de procesos para pinturas alquidicas de color amarillo. Pág.5
- No. 3..... Comparación de tiempos de procesos antes y después del control de procesos para pinturas alquidicas de color anaranjado. Pág. 6
- No. 4..... Comparación de tiempos de procesos antes y después del control de procesos para pinturas alquidicas de color rojo. Pág. 7
- No. 5..... Comparación de tiempos de procesos antes y después del control de procesos para pinturas alquidicas de color verde. Pág. 8
- No. 6..... Comparación de tiempos de procesos antes y después del control de procesos para pinturas alquidicas de color azul. Pág. 9
- No. 7..... Comparación de tiempos de procesos antes y después del control de procesos para pinturas alquidicas de color café. Pág. 10

- No. 8..... Comparación de tiempos de procesos antes y después del control de procesos para pinturas alquídicas de calidad “A”. Pág.11
- No. 9..... Comparación de tiempos de procesos antes y después del control de procesos para pinturas alquídicas de calidad “B”. Pág.12
- No. 10.... Comparación de tiempos de procesos antes y después del control de procesos para pinturas alquídicas de calidad “C”. Pág.13

TABLAS

- No. I..... Disminución del tiempo de proceso con la aplicación del control de procesos. Pág. 14
- No. II.... Tabla de códigos y colores. Pág. 26
- No. III... Tiempo de proceso etapa de dispersión después del control de procesos. Pág. 30-31
- No. IV... Tiempos de proceso promedio y desviaciones estándar por color y calidad después del control de procesos. Pág. 32
- No. V.... Tiempo de proceso en la dispersión antes del control de procesos. Pág. 33

- No. VI... Tiempos de proceso promedio por color y calidad antes y después del control de procesos. Pág. 34

FIGURAS

- No. 1..... Hoja de control de proceso etapa de dispersión. Pág. 35

GLOSARIO

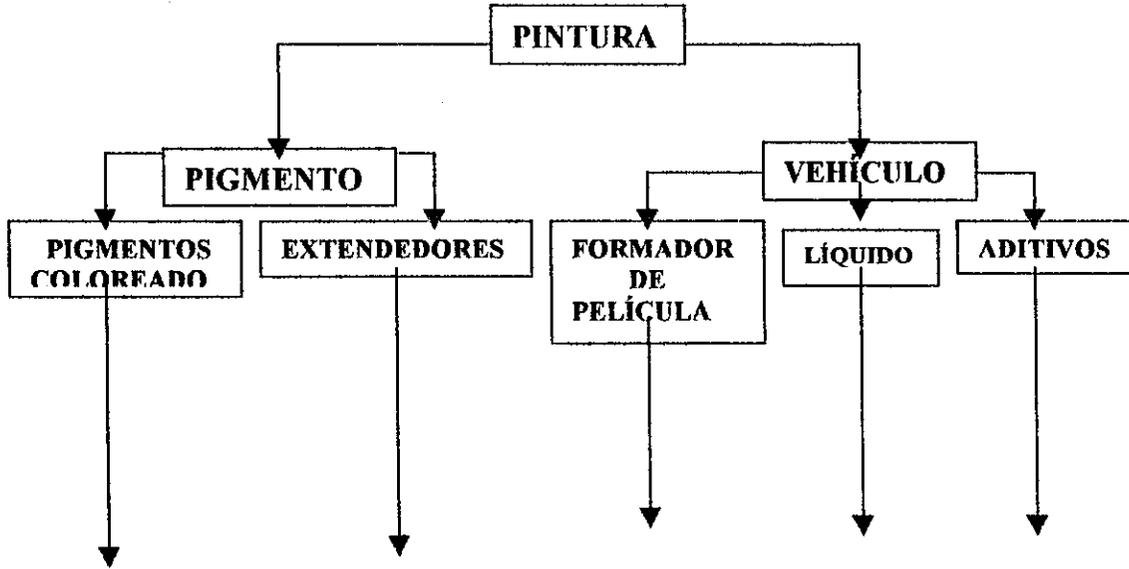
1. PINTURA. Es un producto utilizado para el recubrimiento de superficies y cuya función es proteger y decorar las mismas, como por ejemplo: paredes, maquinarias, barcos, automóviles, madera, etc.

Una pintura consta básicamente de dos componentes: pigmento y vehículo. (ver pag. vi). Existen varios tipos de pinturas las cuales se diferencian en función del tipo de pigmentos y resinas utilizadas para su fabricación. Se utilizan diferentes tipos de resinas y pigmentos ya que éstos son los componentes que brindan a la pintura sus propiedades más importantes y son los que la diferencian en función del uso que se le va a dar a la misma.

Existen varios tipos de pinturas y entre éstos están: pinturas alquídicas, pinturas de látex, pinturas automotrices, pinturas para madera, etc. Cada una se utiliza para ciertas superficies y funciones específicas; por ejemplo, las pinturas alquídicas se utilizan en gran parte para la protección de edificios, casas, y para materiales metálicos; las pinturas de látex también se utilizan principalmente en la construcción; las pinturas automotrices, como su nombre lo indica, se

utilizan en la industria de automóviles; y la industria de pinturas para madera se utiliza para la protección y decoración de la misma.

Los componentes básicos de una pintura, en líneas generales, son:



Dióxido de titanio

Carbonato de calcio

Resinas

Solventes

Antiespumante

Oxidos de cromo

Diluyentes

Catalizador

Oxidos de hierro

Acelerador

Inhibidores

Agentes surfactantes

Espesantes

Fungicidas,

etc.

2. PIGMENTO. Es una partícula sólida de muy fina cuyo tamaño oscila entre 0.5 y 30 micrones. Los pigmentos son los que le brindan a la pintura su cubrimiento, color y modifican sus propiedades reológicas.

Existen dos tipos de pigmentos según su función: pigmentos principales y extendedores. Los principales son aquellos que brindan color y cubrimiento a la pintura y su origen puede ser orgánico o inorgánico. Los extendedores son aquellos que únicamente tienen incidencia en las propiedades reológicas de la pintura, como por ejemplo; viscosidad y densidad.

3. FORMADORES DE PELÍCULA. Son polímeros de elevado peso molecular, los cuales sirven de vehículo para el pigmento y al secar forman una película coalescente con el mismo. Existen varios tipos de formadores de película o resinas: alquídicas, látex, acrílicas, vinílicas, celulosicas, de poliestireno, etc.

Cada tipo de resina tiene diferentes propiedades y se utiliza para la fabricación de diferentes pinturas. Las resinas alquídicas como su nombre lo indica se utilizan para la fabricación de las pinturas alquídicas.

La resina forma la película de pintura y brinda a la misma la adherencia y el brillo.

4. LÍQUIDOS. Los líquidos utilizados en la fabricación de pintura son los solventes y diluyentes. Los solventes son aquellos que sirven para solubilizar materiales de la pintura y los diluyentes solamente sirven para dar volumen.

Los solventes más utilizados son: tolueno, xileno, solvente mineral, propanol. etc.

5. ADITIVOS. Son sustancias que se utilizan en pequeñas cantidades y que tienen funciones específicas en el proceso de manufactura de pintura. Por ejemplo: aditivos que disminuyen la tensión superficial, aditivos que afectan la viscosidad de la pintura, aditivos que afectan la reacción química, aditivos que afectan la existencia de microorganismos en la pintura, etc.

RESUMEN

En el presente trabajo de tesis se investiga la importancia de la aplicación del control de procesos en la industria de pinturas como una herramienta que facilita la obtención de productos de costo y calidad mundial a través de la optimización de los procesos productivos.

Se analiza la implementación del control de procesos en la etapa de dispersión del proceso de producción de pinturas alquídicas; se elige esta etapa, por ser crítica en el proceso de manufactura de pinturas alquídicas y por ser donde se presentan la mayor cantidad de problemas.

Se analizan pinturas alquídicas de tres calidades:

Calidad "A": concentración alta de pigmentos.

Calidad "B": concentración media de pigmentos.

Calidad "C": concentración baja de pigmentos.

Y de los colores blanco, amarillo, anaranjado, rojo, verde, azul y café.

Para la aplicación del control de procesos es necesaria la estandarización de fórmulas y procedimientos y la capacitación del personal que está relacionado directamente con el mismo. La obtención de las variables críticas para la etapa de dispersión es un paso determinante para la aplicación del

control de procesos, ya que involucra una serie de pruebas a nivel de laboratorio para determinar los rangos de viscosidad, temperatura y velocidad de agitación adecuados. En el nivel laboratorio, se hacen varias corridas modificando valores de las variables críticas y determinándose los rango óptimos para la etapa de dispersión.

Luego de tener preparada toda la infraestructura se procede a la utilización de la hoja de control de proceso para poder controlar las variables críticas y los tiempos de procesos, involucrándose todo el personal relacionado con el proceso de dispersión.

Los logros obtenidos con la aplicación del control de procesos son evidentes ya que facilitan el trabajo de los operarios al proporcionarles los lineamientos necesarios para obtener una buena dispersión, sin necesidad de tener que improvisar o inventar procedimientos y además, se eliminan los ajustes posteriores que representan pérdidas de tiempo, trabajo extra para los operadores y por lo tanto incrementos en el costo de la pintura. Se disminuye en un 15.8% el tiempo de dispersión de las pinturas alquídicas analizadas y se elimina por completo, los reprocesos por mala dispersión los cuales asenden a 5% , del total de lotes.

INTRODUCCIÓN

El control de procesos es un factor importante para el adecuado funcionamiento de una empresa y su implementación implica un cambio, de pasar de una orientación organizacional a una de procesos. Este cambio se hace necesario ya que con el proceso de globalización del mercado, la industria guatemalteca se ve obligada a tener procesos más eficientes, los cuales le permitan la obtención de productos de calidad mundial y de costo competitivo. La industria de pinturas en Guatemala debe optimizar sus recursos y por esta razón se hace necesario el control de procesos; ya que es una herramienta que permite la determinación y mantenimiento de las variables críticas del proceso, así como el control constante de las mismas, estandarizando los procedimientos y rutas de manufactura del producto.

El presente estudio se justifica en función de la necesidad de que la industria de pinturas alquídicas en Guatemala sea cada día más competitiva. A través de la implementación del control de procesos en la etapa de dispersión se puede obtener una disminución en el tiempo de proceso, ya que los mismos aumentan en su mayoría, debido a problemas que se dan en esta etapa; además,

se minimizan los desperdicios de materias primas lo cual repercute directamente en el costo del producto y en mantener una calidad consistente. El objetivo del presente estudio es incrementar la productividad del proceso de dispersión de pinturas alquídicas a través de la disminución del tiempo de proceso, evitando desperdicios y reprocesos.

El proceso de producción de pinturas alquídicas consta de cuatro etapas:

- a) Dispersión
- b) Refinado
- c) Entintado y ajuste
- d) Control de calidad

a) ETAPA DE DISPERSIÓN

Es la más importante en la manufactura de pinturas alquídicas, ya que de ella dependen las siguientes y es aquí en donde se determina el color y cubrimiento de la pintura. El color y cubrimiento de una pintura están dados por el tipo y concentración de pigmentos utilizados. La dispersión tiene como objetivo poner en suspensión los pigmentos dentro de un vehículo determinado; ya que una pintura alquídica es una suspensión coloidal. Para poner dichos pigmentos en suspensión es necesario romper los aglomerados de pigmentos, que se forman por el almacenamiento de los mismos. Los pigmentos tienen un

tamaño de partícula lo suficientemente pequeño para poder obtener su suspensión dentro de un vehículo determinado, en la dispersión no se disminuye el tamaño de partícula sino solamente se busca romper los aglomerados de pigmento para obtener el tamaño de partícula óptimo, lo que permite la obtención del máximo poder tintoreo y cubriente del pigmento y por ende la optimización del rendimiento del mismo en la pintura.

La etapa de dispersión usualmente consta de dos pasos:

1. DISPERSIÓN A ALTA VELOCIDAD: se mezclan el pigmento, el solvente y la resina que son la base de la dispersión. La dispersión a alta velocidad se hace por medio de un agitador especialmente diseñado que consta de un disco dentado el cual permite mezclar y aplicar un esfuerzo cortante para romper los aglomerados de pigmento. (Ref. 1, Pag. 24)

Las variables más importantes a controlar en este paso son:

- Velocidad de agitación
- Temperatura de la mezcla

2. DISPERSIÓN EN MOLINO DE ARENA: el molino de arena es una máquina en la cual los agregados de pigmento son sujetos a fuerzas de cizalla y roce. El molino de arena consiste en un cilindro cerrado que contiene vidrio pulverizado, dentro del cual existe un eje rotatorio con una serie de discos. La

pasta de molienda se hace circular de abajo hacia arriba por medio de una bomba y son las fuerzas de cizalla y roce las que rompen los aglomerados de pigmento. Este equipo tiene un sistema de enfriamiento el cual sirve para evitar el sobrecalentamiento de la pasta, ya que las altas temperaturas desnaturalizan los pigmentos y evaporan gran cantidad de solventes, además al elevarse la temperatura de la pasta baja la viscosidad de la misma con lo cual ya no se logra obtener una buena dispersión.

Las variables más importantes en este paso son:

- Viscosidad inicial de la pasta
- Temperatura inicial de la pasta
- Grado de dispersión

De una buena dispersión depende obtener el máximo del poder tintoreo de los pigmentos, el rendimiento óptimo del producto y la estabilidad de la pintura alquídica.

El tiempo de proceso de la etapa de dispersión es crítico ya que de él depende el tiempo total del proceso de la manufactura de pinturas alquídicas.

b) ETAPA DE REFINADO

Aquí se le dan las propiedades finales a la película de pintura, que son:

Adherencia

Brillo

Secado

Dureza

Durabilidad

Flexibilidad

En la etapa de refinado se completan los materiales necesarios para la fabricación de la pintura alquídica. El éxito en esta etapa depende en gran parte de la etapa anterior.

c) ETAPA DE ENTINTADO Y AJUSTE

Se iguala el color de la pintura al estándar de color y además se fijan las siguientes propiedades: viscosidad, densidad, cubrimiento y tiempo de secado.

d) CONTROL DE CALIDAD

Tiene como fin primordial el aseguramiento del cumplimiento de los estándares de calidad en las pinturas manufacturadas.

En el presente estudio se efectúan una serie de pruebas con pinturas alquídicas de diferentes colores y calidades con el fin de aplicar el control de procesos a través del manejo de las variables críticas para los tiempos de proceso de la etapa de dispersión y disminuir los desperdicios de materiales y reprocesos.

Se analizan pinturas alquídicas de diferentes colores y calidades para demostrar que el control de procesos es efectivo independientemente del tipo y calidad de pintura alquídicas. Para demostrar lo anteriormente mencionado se hacen mediciones del tiempo de dispersión antes de iniciar el control de procesos para determinar el estatus real que se tenía sin el mismo, esta información sirve de referencia y elemento de comparación para poder determinar si después de la aplicación del control de procesos disminuye en el tiempo de proceso y una calidad constante a un costo más bajo.

1. ANTECEDENTES

El control de procesos ha sido motivo de estudio constante en la industria ya que es una herramienta necesaria para el adecuado funcionamiento de los procesos productivos, pues permite la obtención de productos de calidad constante y evita los problemas de lotes defectuosos que solamente causan un aumento en los tiempos de proceso e incrementan el costo de fabricación.

Esto motiva el investigar la factibilidad y aplicar el control de procesos en la producción de pinturas alquídicas; base de este análisis son las siguientes referencias:

1. QUALITY ASSURANCE, MANUAL GLIDDEN-DURKEE, DIVISION OF SCM CORPORATION, USA 1995
2. BY ROBERT J. MARKUS, CONTROLLED PAINT MAKING, INTEGRATED QUALITY, USA 1995

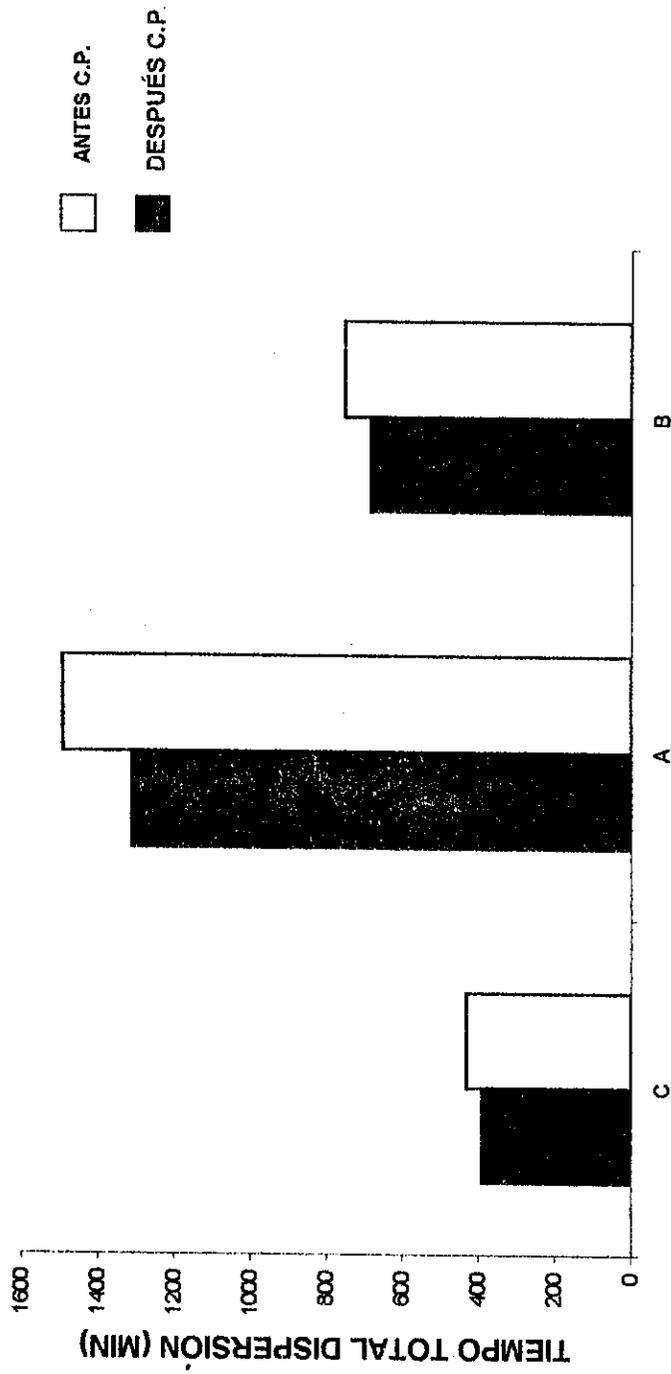
3. BY PETER J. HUNT, STATISTICAL PROCESS CONTROL,
INTEGRATED QUALITY, USA 1994

4. BY JOHN ZAMBORY, MEASUREMENT PROCESS EVALUATION
INTEGRATED QUALITY, USA 1994

2. RESULTADOS

GRÁFICA No. 1 COMPARACIÓN DE TIEMPOS DE PROCESO ANTES Y DESPUÉS DEL CONTROL DE PROCESOS PARA PINTURAS ALQUÍDICAS DE COLOR BLANCO

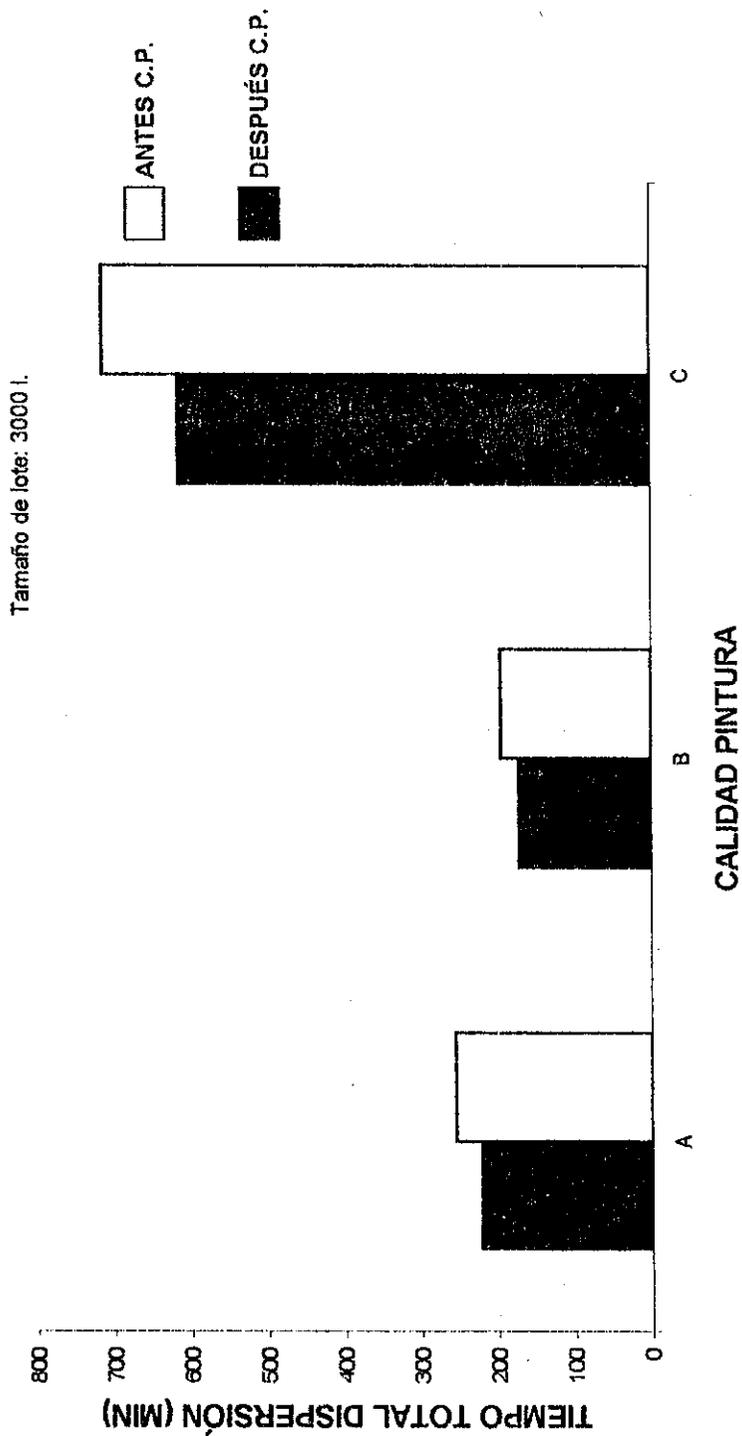
Tamaño de lote: 3000 l.



CALIDAD PINTURA

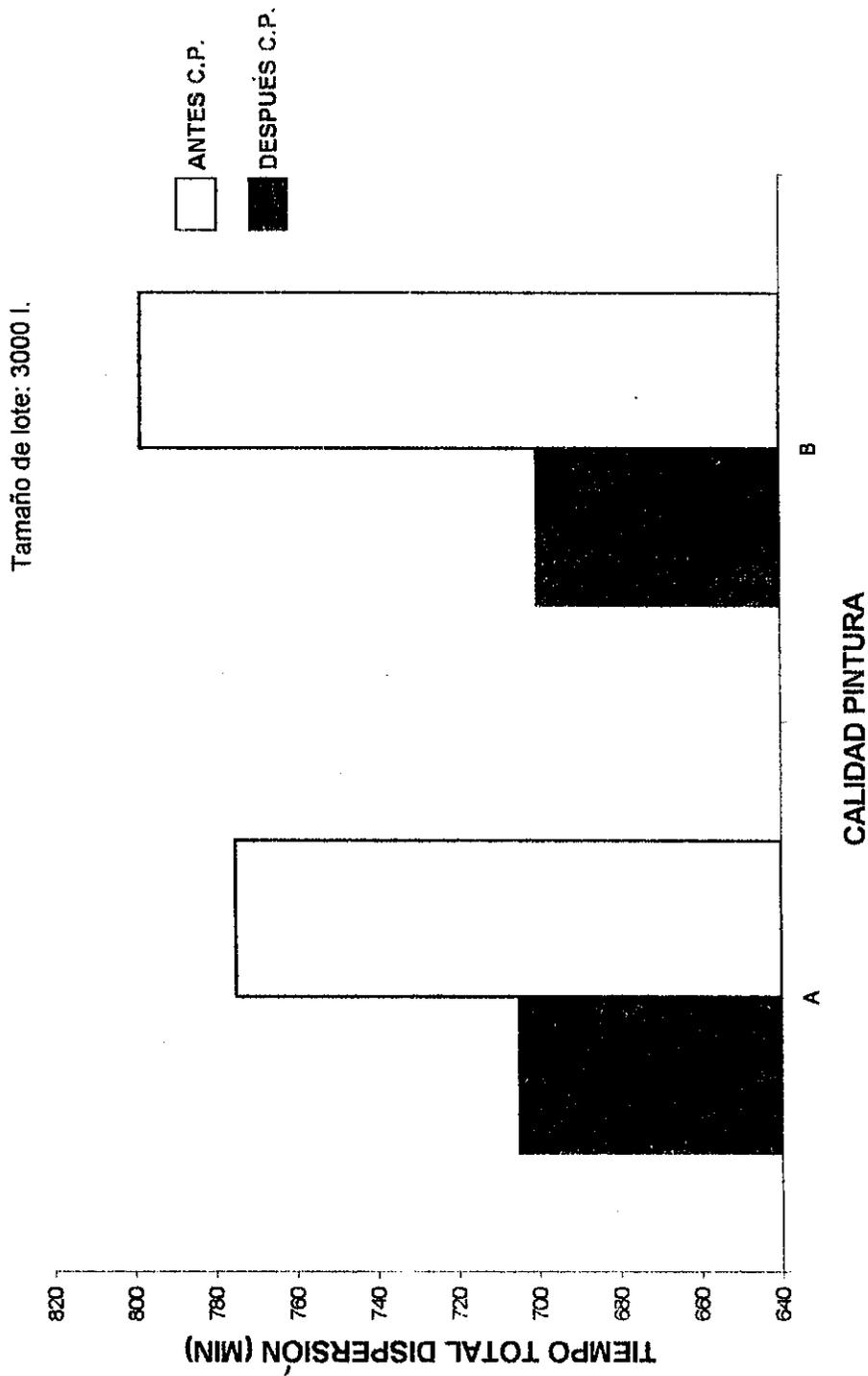
NOTA: La presente gráfica se obtiene de la tabla 4 de la sec. de anexo. Ref. tabla 4 pag. 34

GRÁFICA No. 2. COMPARACIÓN TIEMPO DE PROCESO ANTES Y DESPUÉS DEL CONTROL DE PROCESOS PARA PINTURAS ALQUÍDICAS DE COLOR AMARILLO



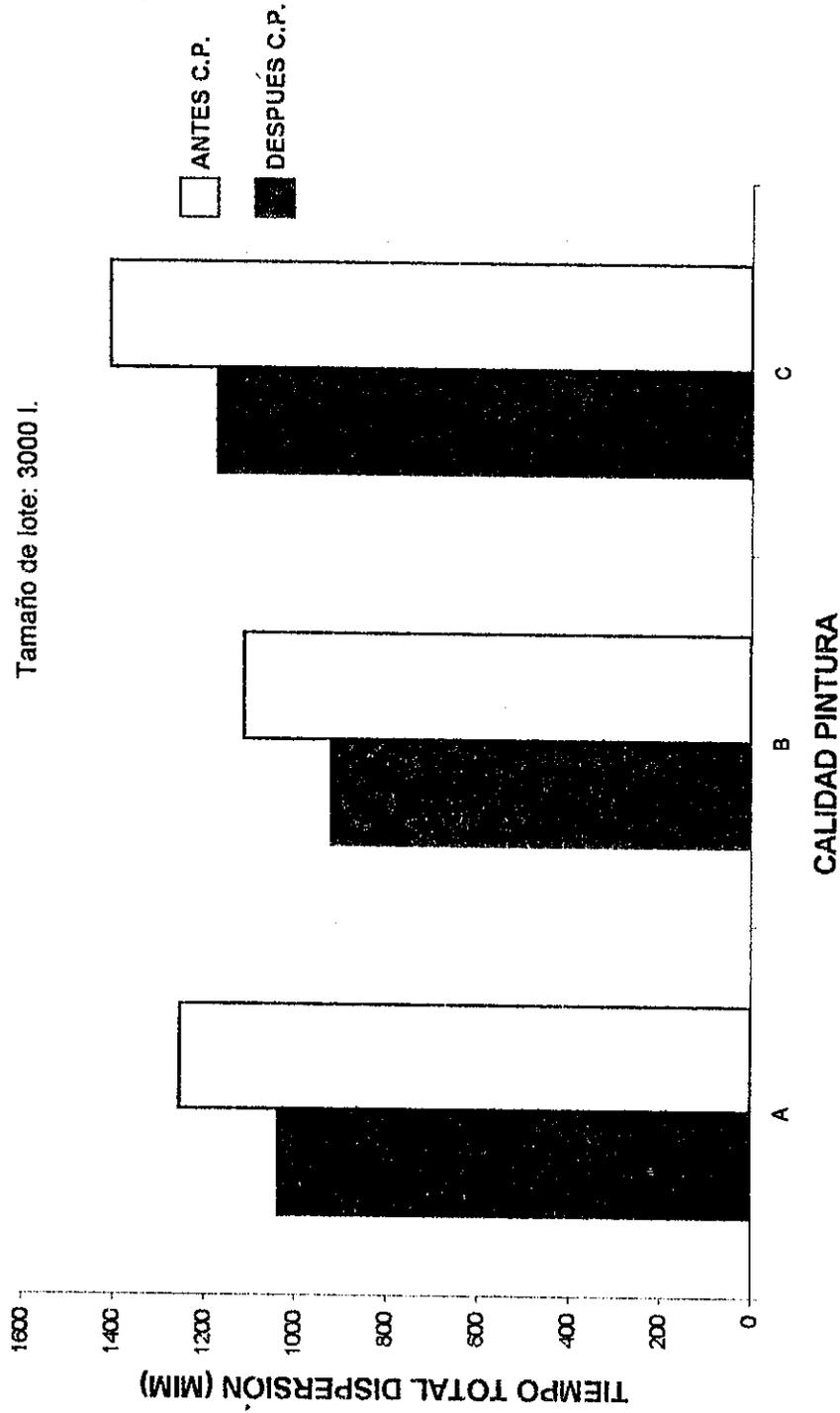
NOTA: La presente gráfica es extraída a partir de la información contenida en tabla 4 de sec. de anexo.pag 34

**GRÁFICA No. 3. COMPARACIÓN TIEMPO DE PROCESO ANTES Y DESPUÉS
DEL CONTROL DE PROCESOS PARA PINTURAS ALQUIDICAS DE COLOR
ANARANJADO**



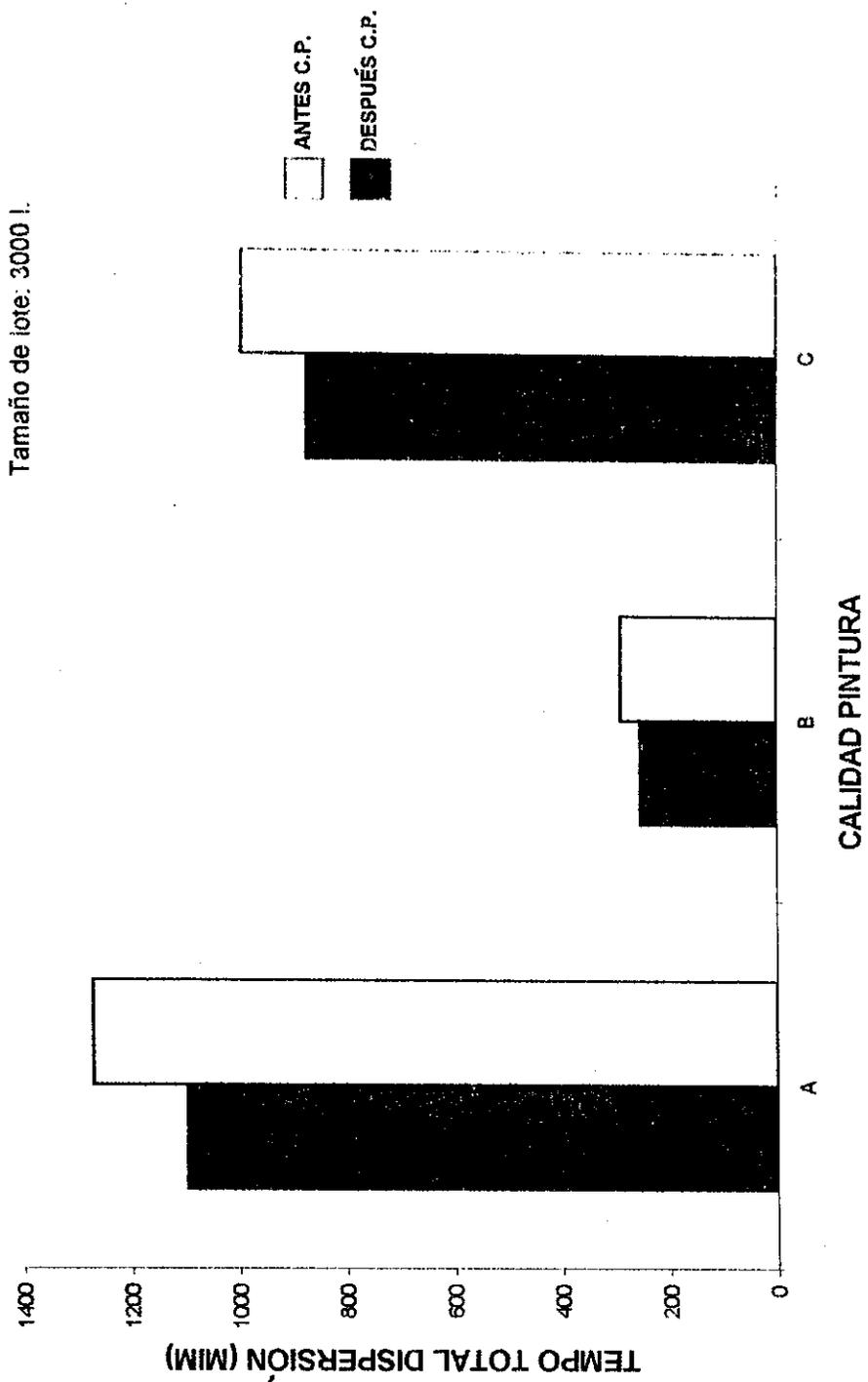
NOTA: La presente gráfica es extraída a partir de la información contenida en tabla 4 de sec. de anexo. Pag 34

GRÁFICA No. 4. COMPARACIÓN TIEMPO DE PROCESO ANTES Y DESPUÉS DEL CONTROL DE PROCESOS PARA PINTURAS ALQUIDICAS DE COLOR ROJO



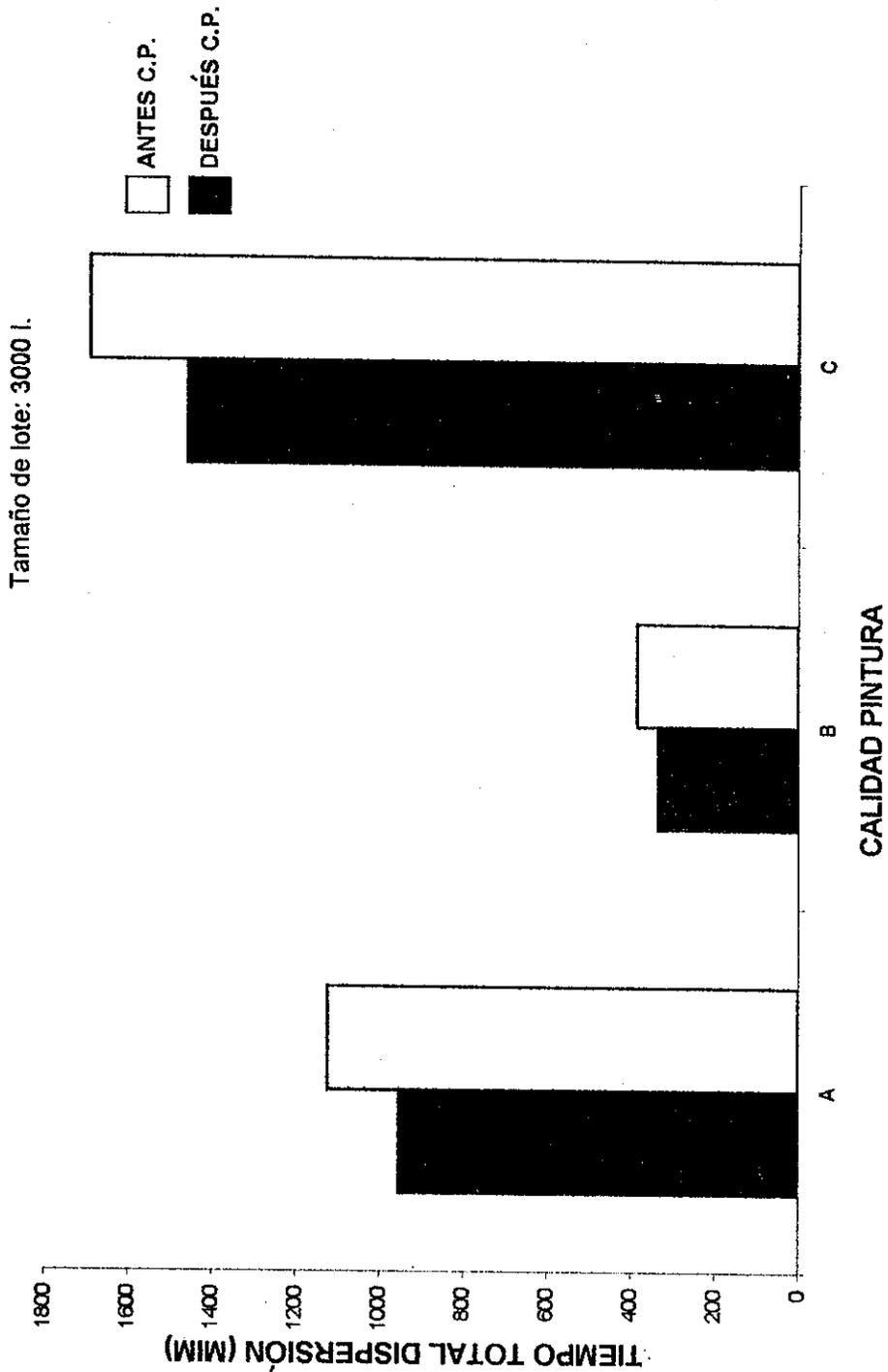
NOTA: La presente gráfica es extraída a partir de la información contenida en tabla 4 de sec. de anexo. Pag, 34

GRAFICA No. 5. COMPARACIÓN TIEMPO DE PROCESO ANTES Y DESPUÉS DEL CONTROL DE PROCESOS PARA PINTURAS ALQUÍDICAS DE COLOR VERDE



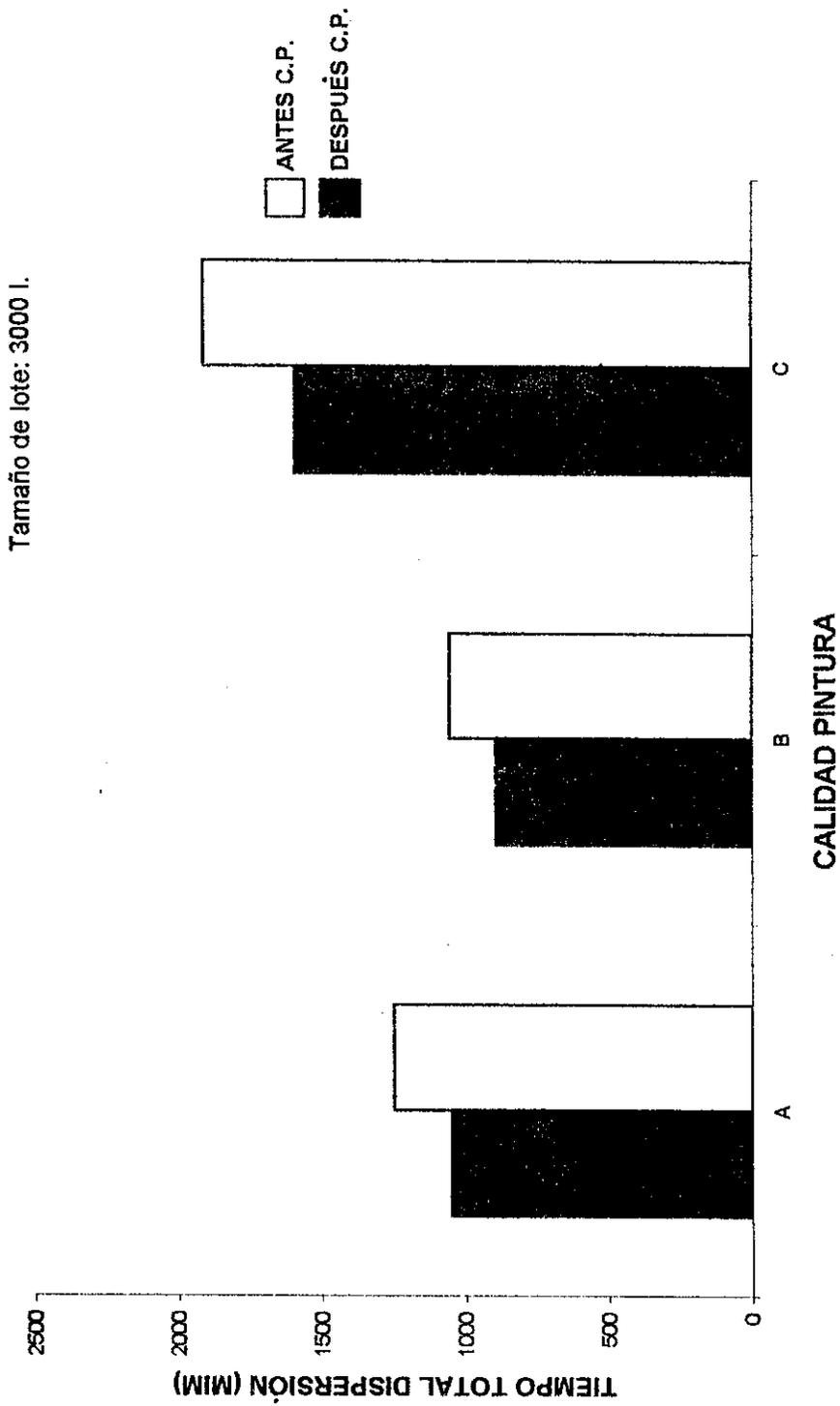
NOTA: La presente gráfica es extraída a partir de la información contenida en tabla 4 de sec. de anexo Pág. 34

GRÁFICA No. 6. COMPARACIÓN TIEMPO DE PROCESO ANTES Y DESPUÉS DEL CONTROL DE PROCESOS PARA PINTURAS ALQUÍDICAS DE COLOR AZUL



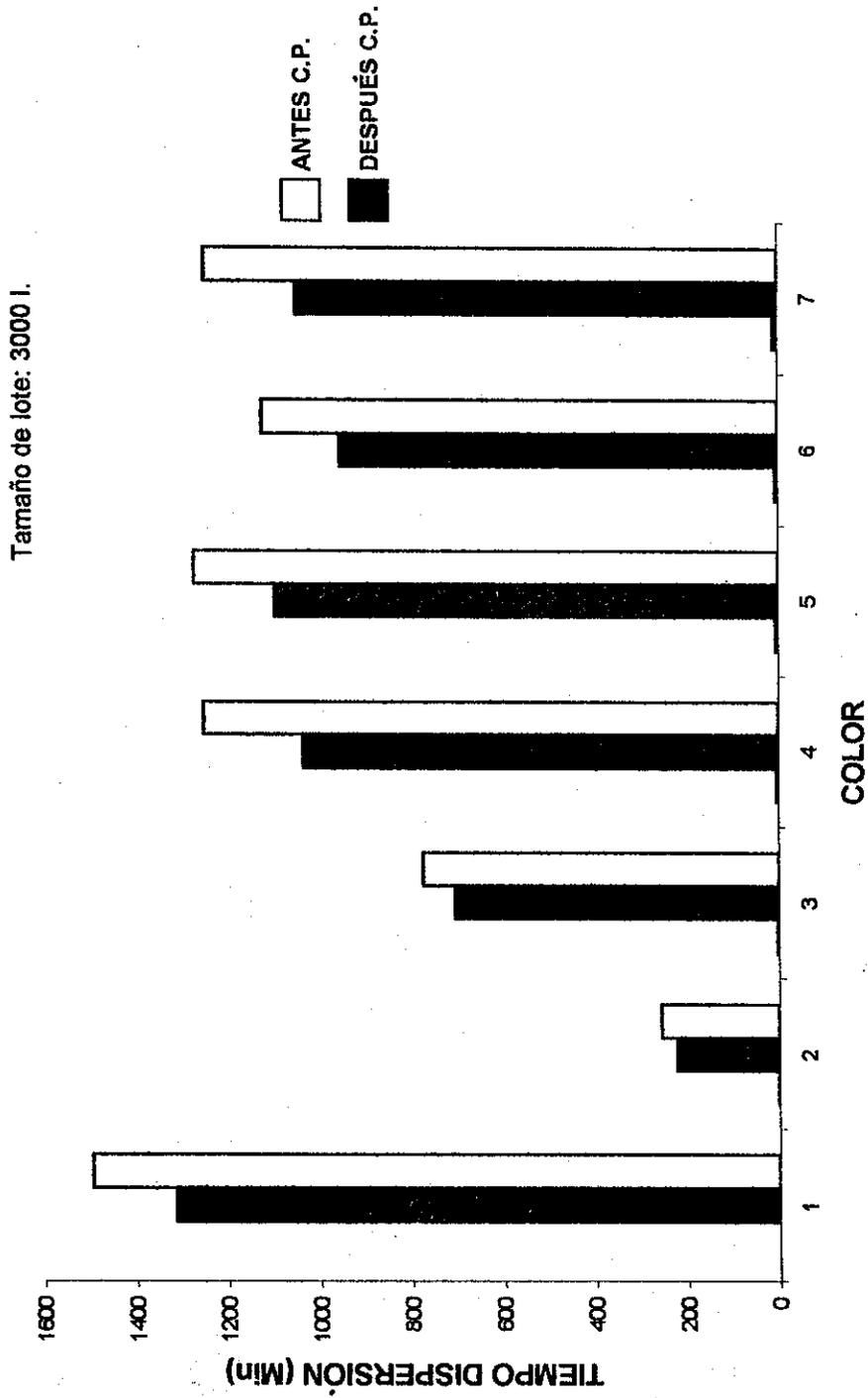
NOTA: La presente gráfica es extraída a partir de la información contenida en tabla 4 de sec. de anexo. Pag. 34

GRAFICA No. 7. COMPARACIÓN TIEMPO DE PROCESO ANTES Y DESPUÉS DEL CONTROL DE PROCESOS PARA PINTURAS ALQUÍDICAS DE COLOR CAFE



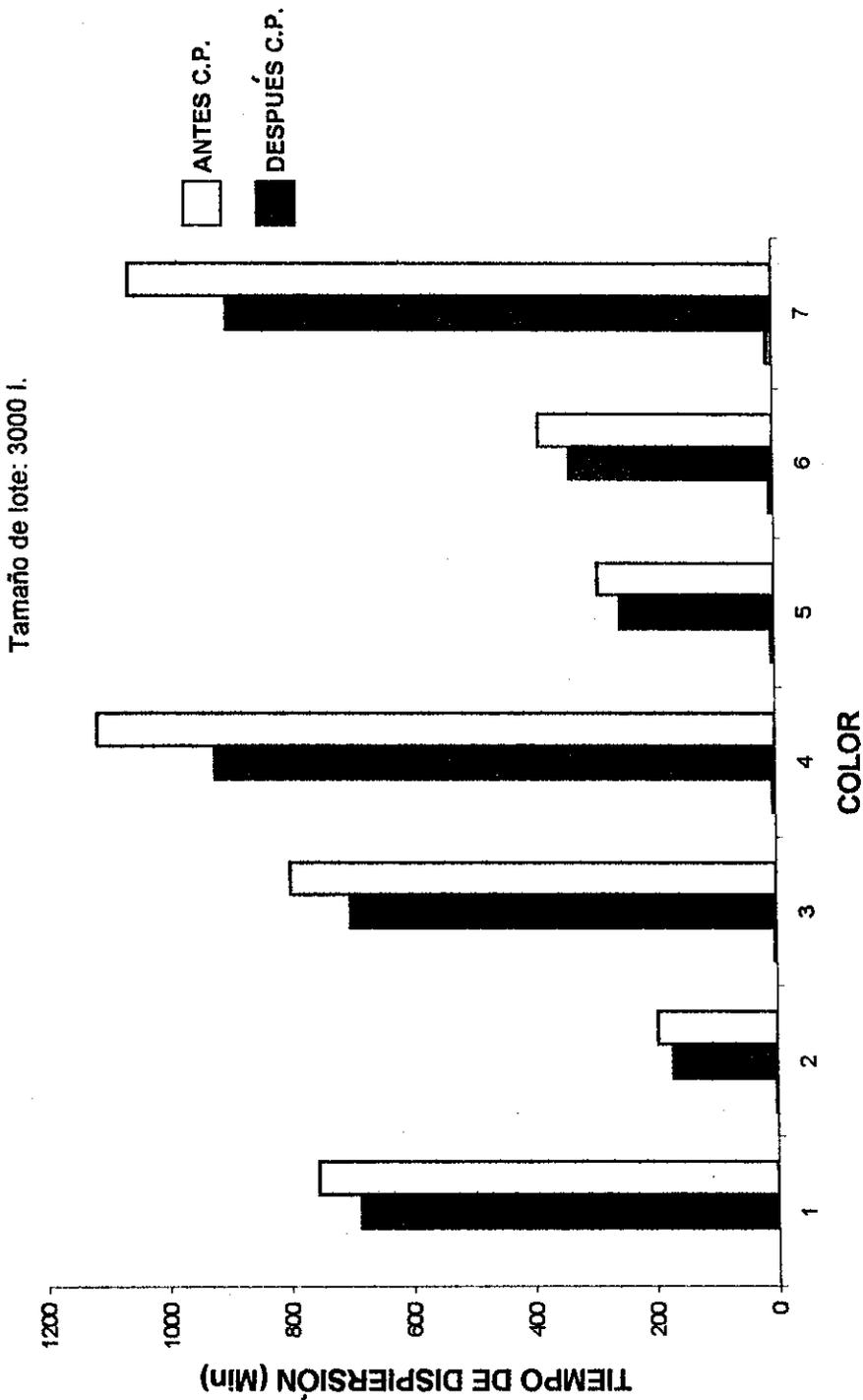
NOTA: La presente gráfica es extraída a partir de la información contenida en tabla 4 de sec. de anexo. Pag. 34

GRÁFICA No. 8. COMPARACIÓN TIEMPO DE PROCESO ANTES Y DESPUÉS DEL CONTROL DE PROCESOS PARA PINTURAS ALQUIDICAS DE CALIDAD "A"

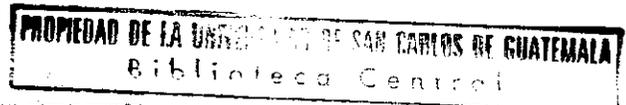


NOTA: La presente gráfica es extraída a partir de la información contenida en tabla 4 de sec. de anexo. Pag. 34

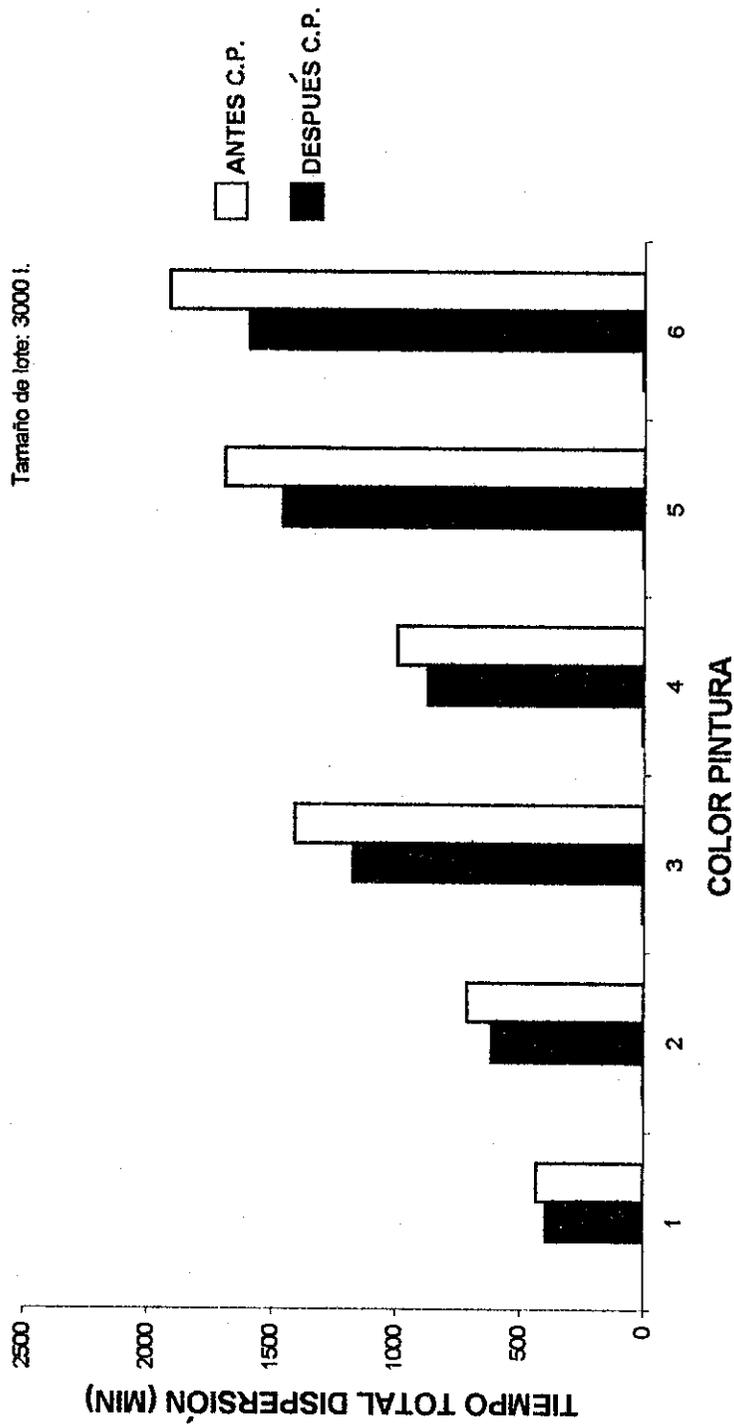
GRÁFICA No. 9. COMPARACIÓN TIEMPO DE PROCESO ANTES Y DESPUÉS DEL CONTROL DE PROCESOS PARA PINTURAS ALQUÍDICAS DE CALIDAD "B"



NOTA: La presente gráfica es extraída a partir de la información contenida en tabla 4 de sec. de anexo. Pag. 34



GRÁFICA No. 10. COMPARACIÓN TIEMPO DE PROCESO ANTES Y DESPUÉS DEL CONTROL DE PROCESOS PARA PINTURAS ALQUÍDICAS DE CALIDAD "C"



NOTA: La presente gráfica es extraída a partir de la información contenida en tabla 4 de sec. de anexo. Pag. 34

TABLA I

DISMINUCIÓN DEL TIEMPO DE PROCESO CON LA APLICACIÓN DEL CONTROL DE PROCESOS

COLOR	DISMINUCIÓN (%)
Blanco	11.4
Amarillo	14.9
Anaranjado	12.0
Rojo	20.7
Verde	14.7
Azul	16.3
Café	19.0

3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A partir del presente estudio se puede determinar que el control de procesos está ligado directamente a la estandarización de fórmulas, procedimientos e involucramiento del personal relacionado con el proceso, ya que si no se tiene esta base, es imposible iniciarlo.

A partir de las pruebas realizadas sobre el control de las variables críticas del proceso de dispersión se determinó que a través del control de la temperatura, viscosidad de la pasta y velocidad de agitación de la pintura alquídica se puede obtener una disminución del tiempo de proceso y una menor pérdida de materiales provocada por la evaporación de solventes, gelación de la pasta, mayor utilización de pigmentos, etc. Con esta información se procede a la estandarización de fórmulas y procedimientos y a la capacitación del personal.

La viscosidad para la dispersión se fija en el rango de 90-100 KU , ya que a menor viscosidad la consistencia de la pasta es muy ligera por lo cual en el molino de arena no se da una buena dispersión, debido a que no se logra obtener una fricción adecuada para que las fuerzas de roce entre las pasta y la arena sean lo suficientemente grandes para romper los aglomerados de

pigmento. A una viscosidad mayor se da un sobrecalentamiento de la pasta con lo cual se evaporan gran cantidad de solventes y se corre el peligro de desnaturalizar el pigmento o hacer que la pasta entre a un estado de gel con lo cual se pierde el producto.

La temperatura se fijó entre 24-26 grados centígrados (temperatura ambiente) ya que el proceso de dispersión es exotérmico y de este modo se necesita la temperatura más baja posible.

La velocidad de agitación para la predispersión se trabaja de acuerdo con las características del equipo y para el presente estudio es de 600 RPM.

Luego de fijar las variables críticas se procede a la estandarización de fórmulas, definiendo la etapa de dispersión en la fórmula, fijando las cantidades óptimas de la relación resina-solvente y colocando cada materia prima en el orden de adición correcto. Para determinar esta información se hacen pruebas de campo con cada una de las pinturas analizadas; las cuales permiten tener una perspectiva de la importancia que tiene el orden de adición de las materias primas, ya que al utilizar un orden incorrecto no se logra fijar la temperatura y viscosidad de la pasta establecidos por el control de procesos.(ver pag. v) Esto se debe básicamente a que cada pigmento tiene diferente grado de humectación por lo cual los pigmentos duros deben

agregarse primero para permitir que tengan un mayor tiempo de mezcla y se humecten correctamente.

La capacitación del personal relacionado con el proceso de dispersión se imparte en tres cursos. El primero, sobre teoría de la dispersión; el segundo, sobre fórmulas y procedimientos adecuados para obtener una buena dispersión y el tercero aborda el tema de la importancia del mantenimiento de las variables críticas y utilización de la hoja de control de proceso. (ver pag. 28-29)

Con toda la infraestructura lista se procede al control de las variables críticas en la planta y el tiempo de dispersión a través de la hoja de control de proceso, la cual se presenta en la sección de anexo. (pag. 35)

Se efectúan varias pruebas con pinturas alquídicas de diferentes colores y calidades (ver pag.26) y como se puede observar en la tabla 4 de la sección de anexo (pag. 34), en todos los casos el tiempo de dispersión disminuye y, dependiendo de la calidad y el color de la pintura alquídica, se obtiene un descenso diferente en el tiempo de proceso. Esta diferencia se debe, básicamente, a que cada pintura tiene diferente fórmula en función de su calidad y color, razón por la cual sus tiempos de proceso son diferentes, ya que éstos son función de la concentración y tipo de pigmentos.

En las gráficas de la 8 a la 10, de la sección de resultados (pag. 11-13), se puede observar la diferencia en los tiempos de proceso en función del color y que los tiempos de proceso más altos corresponden a aquellas pinturas que poseen pigmentos duros, los cuales; por su composición, necesitan un mayor tiempo de humectación pues la resina no penetra fácilmente en los mismos, lo cual dificulta el proceso de dispersión ya que si no tiene una predispersión adecuada el tiempo en el molino de arena aumenta, pues no se logra obtener el grado de dispersión óptimo.

Es importante hacer la observación que la concentración de pigmentos es la que proporciona el nivel de cubrimiento a la pintura y es directamente proporcional a la misma. El tipo de pigmento a utilizar está en función del color de la pintura. Como se puede observar la calidad esta en función de la concentración de pigmentos y el color en función del tipo de pigmento.

Se efectuaron varias pruebas con pinturas alquídicas de diferentes colores y calidades. (ver anexo1 pag. 26)

Según el comportamiento del tiempo de proceso de la etapa de dispersión el cual se observa en la gráficas 1 a la 12 de la sección de resultados (pag. 4-13) el tiempo disminuye, independientemente del color y la calidad, lo cual nos indica que el control de las variables críticas del proceso ,

es determinante en los resultados, también se puede observar que el tiempo de proceso de las pinturas alquídicas de color amarillo, verde, azul y café son mayores al del resto de pinturas alquídicas analizadas. Ésto se debe, básicamente, a que los pigmentos utilizados para dichas pinturas son de origen inorgánico de una baja absorción de aceite lo cual dificulta su dispersión.

Como se menciona anteriormente, con la aplicación del control de procesos se obtuvo una disminución en los tiempos de proceso lo cual tiene una repercusión directa sobre el costo del producto ya que hoy en día el tiempo juega un papel muy importante en la industria pues cada día el costo de la hora-hombre es más alto. Además, la disminución del tiempo de proceso automáticamente tiene una incidencia en la capacidad de producción y en la versatilidad de una compañía de responder a las necesidades del cliente, ya que el tiempo de entrega de un producto disminuye.

Los productos que se analizan utilizando el control de procesos, cumplen en un ciento por ciento con los estándares de calidad fijados para la etapa de dispersión. No se tiene que hacer ningún ajuste posterior. Ésto indica que se logra mantener una calidad consistente, propiedad que tiene gran importancia ya que al eliminarse los ajustes posteriores se evitan costos

adicionales para la pintura, que elevan el costo de la misma y la hacen menos competitiva.

Los ajustes posteriores, en la etapa de dispersión, se hacen en un 90% de las pinturas dispersadas cuando no se aplicaba el control de procesos y por ende se consideran como algo normal en esta etapa; la aplicación del control de procesos rompe con este esquema y abre las puertas a una nueva generación en la etapa de dispersión.

El control de procesos permite que el control de calidad se efectúe directamente en el proceso y no como tradicionalmente se acostumbraba al final del proceso total.

CONCLUSIONES

1. Con el control de procesos en la etapa de dispersión se disminuye el tiempo de proceso en un rango de 11.4% a 20.7% dependiendo del color y la calidad, con lo que se mejora el tiempo de producción de las pinturas alquídicas y se aumenta la capacidad del área de dispersión en, aproximadamente, un 10%.
2. El control de procesos en las pinturas alquídicas permite disminuir el costo por hora-hombre/galón en \$0.04, al aumentarse el número de lotes dispersados por hora-hombre.
3. En las pinturas en las que se utilizó el control de procesos no es necesario ningún ajuste para cumplir con los estándares de dispersión, con lo cual se mantiene el costo estándar.
4. La hoja de control de procesos es útil para llevar el control de las variables críticas y el tiempo de proceso de la etapa de dispersión, permitiendo el

involucramiento del personal relacionado con el proceso, por ser el mismo operador el que la utiliza.

5. La capacitación del personal juega un papel muy importante en el éxito de la implementación del control de procesos en la etapa de dispersión de pinturas alquídicas, ya que a través del conocimiento del proceso se logra concientizar sobre la importancia del mantenimiento de las variables críticas de la dispersión.

RECOMENDACIONES

- 1. Aplicar el control de procesos a las etapas subsiguientes en la manufactura de pinturas alquídicas: refinado, entintado y ajuste, control de calidad, para poder optimizar el tiempo total de proceso de las mismas.**
- 2. Aplicar el control de procesos a los demás tipos de pinturas para optimizar costos, ya que con la globalización del mercado solamente aquellas industrias que tengan procesos eficientes podrán mantenerse.**
- 3. La metodología del control de procesos debe aplicarse no solo a las etapas de producción sino también al proceso global de la industria de pinturas el cual abarca desde la compra de materias primas hasta la distribución de la pintura al consumidor final.**

BIBLIOGRAFÍA

1. Hare, Clive H., **Protective coatings fundamentals of chemistry and composition**. USA: Technology publishing company , 1994.
2. Schmid, Erick V., **Exterior durability of organic coatings**. England: FMJ International Publications Limited, 1988.
3. Wara, S., **Surface coating science and technology**. England: Interscience Publication, 1985.
4. **Generic coatings types an introduction to industrial maintenance**. USA: General Editor Technology Publishing Company, 1991.

ANEXO 3.

1. CAPACITACIÓN DEL PERSONAL: Se imparten varios cursos de capacitación para el personal directamente relacionado con el proceso de dispersión . El primero, sobre teoría de la dispersión, el segundo, sobre fórmulas y procedimientos adecuados para obtener una buena dispersión y el tercero, sobre la importancia del mantenimiento de las variables críticas y utilización de la hoja de control de proceso.

El curso de teoría de la dispersión abarca los siguientes temas:

1. ¿Qué es una dispersión?,
2. Objetivos de la dispersión,
3. Equipo utilizado y su uso adecuado,
4. Importancia de la etapa de dispersión y su repercusión en la calidad de la pintura alquídica.

El curso de fórmulas y procedimientos para obtener una buena dispersión abarca los siguientes temas:

1. ¿Qué es una hoja de producción y para qué sirve?,
2. Materias primas utilizadas y su función,
3. Orden de adición de materias primas,

4. Dosificación adecuada de materias primas.

El curso sobre la importancia de las variables críticas y la utilización de la hoja de control de proceso abarca los siguientes temas:

1. ¿Qué es una variable crítica?,
2. Objetivo del mantenimiento de las variables críticas,
3. ¿Qué es una hoja de control de proceso y para qué sirve?,
4. Presentación de la hoja de control de proceso para la etapa de dispersión.

ANEXO 4

TABLA No. III

TIEMPO DE PROCESO ETAPA DE DISPERSIÓN DESPUÉS DEL CONTROL DE PROCESOS

CALIDAD	COLOR	VOLUMEN (l)	TIEMPO AGITADOR (min)	TIEMPO MOLINO DE ARENA(min)	T.TOTAL DISPERSION (min)
A	0	3000	240	1175	1415
A	0	3000	230	980	1210
A	2	3000	60	200	260
A	2	3000	60	125	185
A	3	3000	60	645	705
A	4	3000	65	970	1035
A	5	3000	60	980	1040
A	5	3000	60	1095	1155
A	6	3000	80	1095	1175
A	6	3000	90	395	485
A	6	3000	60	580	640
A	6	3000	105	1410	1515
A	9	3000	60	990	1050
B	0	3000	90	650	740
B	0	3000	90	540	630
B	0	3000	90	610	700
B	0	3000	88	585	673
B	2	3000	40	95	135
B	2	3000	60	150	210
B	3	3000	85	495	580
B	3	3000	60	760	820
B	4	3000	60	630	690
B	4	3000	60	1170	1230
B	4	3000	60	780	840
B	5	3000	60	195	255
B	5	3000	60	240	300
B	5	3000	60	180	240
B	5	3000	60	160	220

TABLA No. III

TIEMPO DE PROCESO ETAPA DE DISPERSIÓN DESPUÉS DEL CONTROL DE PROCESOS (continuación)

CALIDAD	COLOR	VOLUMEN (l)	TIEMPO AGITADOR (min)	TIEMPO MOLINO DE ARENA(min)	T.TOTAL / DISPERSION (min)
B	6	3000	60	275	335
B	9	3000	60	900	960
B	9	3000	60	770	830
C	0	3000	60	310	370
C	0	3000	70	360	430
C	0	3000	60	315	375
C	2	3000	60	600	660
C	2	3000	60	510	570
C	4	3000	60	1035	1095
C	4	3000	90	1160	1250
C	5	3000	60	840	900
C	5	3000	60	700	760
C	5	3000	60	900	960
C	6	3000	85	1285	1370
C	6	3000	60	1490	1550
C	9	3000	60	1535	1595

NOTA: Datos de la hoja de control de procesos.

Donde A: alta concentración de pigmentos.

B: Concentración media de pigmentos.

C: Concentración baja de pigmentos.

0: Color blanco

2: Color amarillo

3: Color anaranjado

4: Color rojo

5: Color verde

6: Color azul

9: Color café

TABLA No. IV
TIEMPOS DE PROCESO PROMEDIO Y DESVIACIONES ESTÁNDAR
POR COLOR Y CALIDAD DESPUÉS DEL CONTROL DE PROCESOS

CALIDAD	COLOR	VOLUMEN LOTE (l)	TIEMPO A.A.V. (min)	DESV.STD TIEMPO A.A.V. (min)	TIEMPO M.A. (min)	DESV.STD TIEMPO M.A. (min)	TIEMPO DISPERSION (min)	DESV.STD DISPERSION
A	0	3000	235.0	7.1	1077.5	137.9	1312.5	145.0
B	0	3000	89.5	1.0	596.3	46.1	685.8	46.2
C	0	3000	63.3	5.8	328.3	27.5	391.7	32.3
A	2	3000	60.0	0.0	162.5	53.0	222.5	53.0
B	2	3000	50.0	14.1	122.5	38.9	172.5	53.0
C	2	3000	60.0	0.0	555.0	63.6	615.0	63.6
A	3	3000	60.0	0.0	645.0	0.0	705.0	0.0
B	3	3000	72.5	17.7	627.5	187.4	700.0	169.7
A	4	3000	65.0	0.0	970.0	0.0	1035.0	0.0
B	4	3000	60.0	0.0	860.0	278.7	920.0	278.7
C	4	3000	75.0	21.2	1097.5	88.4	1172.5	109.6
A	5	3000	60.0	0.0	1037.5	81.3	1097.5	81.3
B	5	3000	60.0	0.0	193.8	34.0	253.8	34.0
C	5	3000	60.0	0.0	813.0	102.6	873.3	102.6
A	6	3000	83.8	18.9	870.0	466.2	953.8	476.8
B	6	3000	60.0	0.0	275.0	0.0	335.0	0.0
C	6	3000	72.5	17.7	1387.5	145.0	1460.0	127.3
A	9	3000	60.0	0.0	990.0	0.0	1050.0	0.0
B	9	3000	60.0	0.0	835.0	91.9	895.0	91.9
C	9	3000	60.0	0.0	1535.0	0.0	1595.0	0.0

NOTA: Donde: A: Concentración alta de pigmentos; B: Concentración media de pigmentos; C: Concentración baja de pigmentos
0: Color blanco; 2: Color amarillo; 3: Color anaranjado; 4: Color rojo; 5: Color verde; 6: Color azul; 9: Color café
A.A.V.: Agitador de alta velocidad; M.A.: Molino de arena

TABLA No. V
TIEMPO DE PROCESO EN LA DISPERSION ANTES
DEL CONTROL DE PROCESOS

CALIDAD	COLOR	VOLUMEN LOTE (l)	TIEMPO DISPERSION (min)
A	0	3000	1495
B	0	3000	754
C	0	3000	432
A	2	3000	256
B	2	3000	196
C	2	3000	713
A	3	3000	775
B	3	3000	798
A	4	3000	1252
B	4	3000	1113
C	4	3000	1408
A	5	3000	1272
B	5	3000	290
C	5	3000	995
A	6	3000	1124
B	6	3000	385
C	6	3000	1693
A	9	3000	1249
B	9	3000	1056
C	9	3000	1914

NOTA: La información obtenida para la elaboración de esta tabla se obtuvo a partir del historial de tiempos de proceso antes de la aplicación del control de procesos.

Donde A: alta concentración de pigmentos.

B: Concentración media de pigmentos.

C: Concentración baja de pigmentos.

0: Color blanco

2: Color amarillo

3: Color anaranjado

4: Color rojo

5: Color verde

6: Color azul

9: Color café

TABLA No VI

TIEMPOS DE PROCESO PROMEDIO POR COLOR Y CALIDAD ANTES Y DESPUÉS DEL CONTROL DE PROCESOS

CALIDAD	COLOR	VOLUMEN LOTE	TIEMPO CONTROL DE PROCESOS		TIEMPO ANTES DEL C.P.		% DE VARIACION
			DISPERSION (min)	(I)	DISPERSION (min)	CON LA APLICACION DEL CONTROL DE PROCESOS	
A	0	3000	1312.5		1495.0		13.9
B	0	3000	685.8		754.0		10.0
C	0	3000	391.7		432.0		10.3
A	2	3000	222.5		256.0		15.1
B	2	3000	172.5		196.0		13.6
C	2	3000	615.0		713.0		15.9
A	3	3000	705.0		775.0		9.9
B	3	3000	700.0		798.0		14.0
A	4	3000	1035.0		1252.0		21.0
B	4	3000	920.0		1113.0		21.0
C	4	3000	1172.5		1408.0		20.1
A	5	3000	1097.5		1272.0		15.9
B	5	3000	253.8		290.0		14.3
C	5	3000	873.3		995.0		13.9
A	6	3000	953.8		1124.0		17.9
B	6	3000	335.0		385.0		14.9
C	6	3000	1460.0		1693.0		16.0
A	9	3000	1050.0		1249.0		19.0
B	9	3000	895.0		1056.0		18.0
C	9	3000	1595.0		1914.0		20.0

NOTA:

Donde A: alta concentración de pigmentos.
 B: Concentración media de pigmentos.
 C: Concentración baja de pigmentos.
 0: Color blanco
 2: Color amarillo
 3: Color anaranjado

4: Color rojo
 5: Color verde
 6: Color azul
 9: Color café
 C.P.: Control de procesos

HOJA DE CONTROL DE PROCESO

ETAPA DE DISPERSIÓN

FECHA:	CÓDIGO:
# HOJA DE PRODUCCIÓN:	CALIDAD:
	GALONES:
HORA INICIO DISPERSION COWLES:	
HORA FINAL DISPERSIÓN COWLES:	
TEMPERATURA DE PASTA:	
VISCOCIDAD DE LA PASTA:	
HORA INICIO DISPERSIÓN SAND-MILL:	
HORA FINAL DISPERSIÓN SAND-MILL:	
GRADO DE DISPERSIÓN:	
COLOR:	
OPERADOR RESPONSABLE:	