

Distr.
RESTRINGIDA

LC/MVD/R.20/Add.1
Junio de 1988
ORIGINAL ESPAÑOL

CEPAL

Comisión Económica para América Latina y el Caribe
Oficina de Montevideo



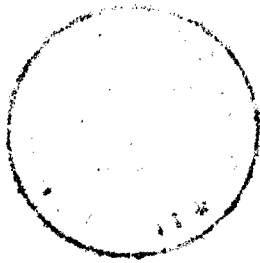
EXPORTACIONES Y MADURACION INDUSTRIAL

Manufacturas basadas en materias primas no
agropecuarias uruguayas

(Encuesta * sobre comportamientos empresariales y perfiles tecnológicos en
actividades dinámicas)

ANEXO

* La encuesta fue realizada por la Oficina de CEPAL en Montevideo en el marco del Proyecto Oficina de Planeamiento y Presupuesto PNUD/CEPAL (URU/87/016) y con la colaboración de la Unión de Exportadores del Uruguay y de las empresas entrevistadas.



LOS PROCESOS PRODUCTIVOS

Dentro de este capítulo se incluyen todos los procesos involucrados con los productos de exportación de los tres sectores considerados anteriormente.

1. Sector químico

1.1 Grupo petroquímico

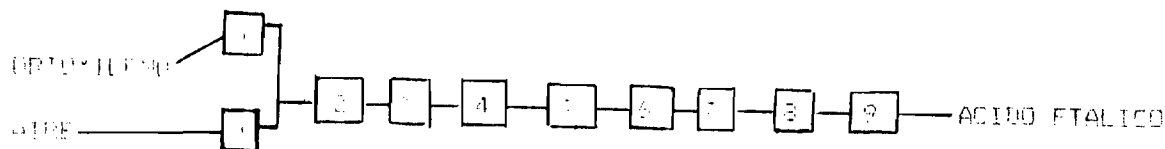
a. Productos petroquímicos intermedios.

Anhídrido Ftálico

Obtención: oxidación catalítica del Ortoxileno en condiciones estrictas de temperatura.

Proceso productivo y equipos:

El diagrama de flujos de este proceso es el siguiente:



1. Calentamiento
2. Carburación
3. Reactor del lecho catalítico
4. Enfriamiento de gases de reacción
5. Cámaras de condensación
6. Tanque balanza
7. Destilación
8. Escamadora
9. Embolsado

Una de las etapas más críticas transcurre en el lecho catalítico. Dadas las condiciones estrictas de temperatura, en la que se da la reacción, y además, considerando que es exotérmica, se debe mantener bajo enfriamiento permanente, para que esté bajo control.

El Ortoxileno y el Aire se mezclan(2.) una vez alcanzada cierta temperatura (1.). Ingresa la mezcla caliente en el reactor de lecho catalítico (3.), este lecho está dispuesto en tubos, dentro de estos se

ubica el catalizador (cilindros cerámicos especiales revestidos de una película que contiene el catalizador propiamente dicho). Los tubos a los que se hacía referencia están rodeados por fuera de un baño de sales fundidas que mantienen la temperatura de la reacción dentro de cierto intervalo. Estas sales son también enfriadas con un serpentín de agua y genera vapor que se exporta a otras partes de la planta (fusión del A.Ftálico en las cámaras de condensación).

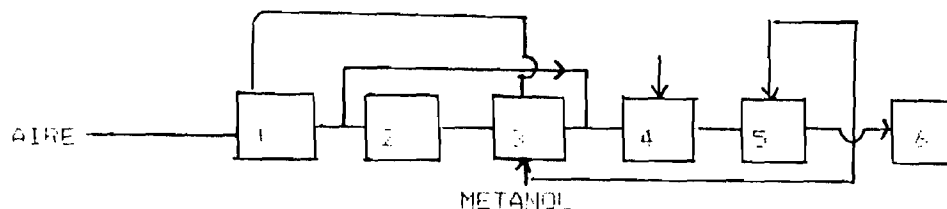
Hay posteriormente un enfriamiento de los gases de reacción (4.) con agua y también se obtiene vapor que se utiliza en otras partes de la planta. Se condensa el A.Ftálico y llega a cristalizar el crudo (5.). En las cámaras de condensación, trabajan en forma alternada en condensación y en fusión. Fundido el A.Ftálico se controla el peso en tanque balanza (6.). Se envía a la torre de destilación que trabaja a vacío, y se produce la purificación del mismo (7.). Por último, se lleva a la escamadora el producto purificado para dar al producto su aspecto final (8.).

Formaldeído 37%

Obtención: oxidación catalítica del Metanol.

Proceso productivo y equipos:

El diagrama de flujo del proceso continuo es el siguiente:



1. Carburación
2. Reactor del lecho catalítico
3. Evaporador de Metanol
4. Torre de absorción
5. Columna de destilación
6. Depósito de Formaldeído

Un punto crítico en este proceso es la etapa de catálisis, ésta es heterogénea y específica. Debe evitarse el envenenamiento del catalizador; por tanto, se debe controlar la calidad del aire ingresado y del Metanol a convertir.

El Metanol ingresa al proceso, en la etapa que se indica como evaporación del Metanol (3), previo a la entrada a este se mezcla Metanol 100% proveniente del condensador de la cabeza de la columna de destilación, con Metanol fresco, es decir que no ha ingresado aún en el proceso. En el evaporador, de tubos largos, el calor para dicha evaporación lo ceden parte de los gases calientes de la reacción que se produjo en el reactor del lecho catalítico. La reacción, etapa (2.), se produce dentro de un rango de temperatura, relativamente estricto, dependiendo del estado del catalizador. Este tiene una eficiencia determinada por un conjunto de factores, por tanto a la salida del reactor, se encuentran una mezcla de gases, Metanol no convertido, Formaldeído, inertes del Aire, Acido Fórmico, Anhídrido Carbónico, Monóxido de Carbono y Metano. Los gases de la reacción son enfriados en el evaporador, pasan a la etapa de absorción (4.) que se lleva a cabo en dos torres de platos, dispuestas una encima de la otra y con enfriamiento intermedio, en intercambiadores de placas. La absorción es en contracorriente con agua. Una vez absorbido el Formaldehído en agua pasa a la columna de destilación (5.), en donde se ajusta la concentración final del producto, que dependiendo del destino está entre 37% y 44%. De esta etapa se obtiene, como ya se mencionó Metanol no convertido 100% que recircula al proceso.

Energéticamente la primera etapa del proceso (3.) se autosostiene, no así la destilación.

b. Productos finales petroquímicos

Plastificantes

Las materias primas que se utilizan son:

- ácidos o derivados de ácidos:

Ácido Adípico
Anhídrido Ftálico

- alcoholes:

Octílico (2-etilhexanol)
Isoctílico
Butílico
Isodecílico

Obtención: surge de la propia funcionalidad química del éster por la reacción entre los dos tipos de reactantes señalados, en presencia de un catalizador.

Proceso productivo y equipos:

Se cargan las materias primas en el reactor batch y se da comienzo a la reacción en las condiciones de temperatura y pH adecuadas. En el gráfico donde se describen los equipos hay algunas etapas que no se contemplan que se detallan a continuación. A la salida del reactor, en el esquema, hay un tanque de dilución que en el caso específico se utiliza como recipiente para efectuar la neutralización y el lavado del plastificante. Como etapa siguiente, hay un arrastre con vapor (desorción) para extraer el exceso de alcohol, este recircula al proceso, y a continuación de éste, hay una decoloración con tierras decolorantes y carbón activado.

Resinas alquídicas

Las materias primas que se utilizan son:

- derivados de ácido
Anhidrido Ftálico

- Polialcoholes
Glicerina
Pentaeritritol

- Aceites
Aceite de lino
Aceite de coco
Aceite de girasol

Obtención: Si bien es una esterificación, presenta algunas diferencias al caso anterior. La obtención comprende dos etapas que son:

1. Alcoholisis o transesterificación
2. Esterificación propiamente dicha.

Ambas etapas se desarrollan en el mismo reactor en el orden que se describen. En la primera de estas se produce un Monoéster a partir del Aceite y el Polialcohol en presencia de un catalizador. Luego transcurre la reacción de esterificación del Monoéster con el derivado de ácido correspondiente.

Proceso productivo y equipos: El proceso comienza con la carga del Aceite, Polialcohol y catalizador del alcoholisis, se lleva el sistema a las condiciones de operación para la reacción. Una vez obtenido el Monoéster se carga el Anhidrido Ftálico y se procede en las condiciones establecidas de la reacción para la

síntesis de la resina. Los equipos necesarios se detallan en el Gráfico que se adjunta.

Polimerizaciones

Dentro de estas encontramos:

- Síntesis de Acetato de Polivinilo
- Síntesis de Resina Paraterbutilfenol-Formaldehido
- Síntesis de Resina Urea-Formaldehido
- Síntesis de Resina Fenol-Formaldehido
- Síntesis de Resina Urea-Formaldehido
- Síntesis de Resina Melamina-Formaldehido

Acetato de Polivinilo

Las materias primas que se utilizan son:

- Monómero de Acetato de Vinilo
- Emulsionantes
- Coloides protectores

Obtención: Es una polimerización en emulsión, el Monómero Acetato de Vinilo se emulsiona previamente, y se polimeriza por formación de radicales libres, éstos se produce en presencia de catalizadores oxidantes y reductores.

Proceso productivo y equipos: Hay dos etapas bien diferenciadas, una de ellas, la fabricación de una preemulsión del Monómero, la otra es la polimerización propiamente dicha. En la primera etapa se hace una emulsión con los agentes emulsionantes y los coloides protectores en las condiciones de operación establecidas. Para comenzar la etapa de polimerización se carga el reactor con dicha preemulsión, se pone en contacto con los catalizadores (agente oxidante y agente reductor); en las condiciones en las que se produce la reacción. Los catalizadores actúan en forma simultánea generando los radicales libres. El producto final obtenido es la emulsión de la resina de Acetato de Polivinilo.

En cuanto a los equipos también se describen en el Gráfico que se adjuntan.

Resina Paraterbutilfenol-Formaldehído

Las materias primas que se utilizan son: Paraterbutilfenol y Formaldehído.

Obtención: Se hace reaccionar ambas materias primas en presencia de un catalizador en las condiciones de presión, temperatura y pH preestablecidos.

Proceso productivo y equipos: Se carga el reactor con el Formaldehído y el Paraterbutilfenol, se comienza a adicionar el catalizador, se destila para eliminar agua una vez que la reacción ha comenzado a desarrollarse. Terminada esta etapa se agrega un óxido inorgánico y un solvente aromático, se realiza otra destilación para extraer el agua generada nuevamente y llevar el nivel de sólidos a la concentración final requerida.

En cuanto a los equipos son los que se describen en el Gráfico que se adjunta. En este caso particular, los materiales de construcción de los equipos deben ser de acero inoxidable dado que la resina no se puede contaminar con hierro.

Resina Melamina-Formaldehído y Urea-Formaldehído (Polvos de moldeo)

Ambos procesos tienen algunas características similares, por tanto se analizan juntas y se indicarán cuando corresponda las diferencias existentes entre los procesos.

Las materias primas que se utilizan son:

Melamina

Urea

Formaldehído

Alfa-Celulosa

Lubricantes

Pigmentos

Obtención: Se hace una solución con los dos componentes de la resina en presencia del catalizador correspondiente y se produce la polimerización.

Proceso productivo y equipos: Se comienza con la preparación de una solución acuosa de los componentes de la resina y el catalizador

correspondiente, esta solución se denomina "jarabe". Se le incorpora Alfa-Celulosa y se homogeneiza en un mezclador de pasta. La pasta obtenida se seca en un secador tunel; la base seca se muele en un molino del tipo de muelas. A partir de aquí se toman dos caminos diferentes de acuerdo a la resina a considerar.

En el caso de la Melamina-Formaldehído pasa a un molino de bolas en el cual se realiza la dispersión de pigmentos y lubricantes y se lleva a una granulometría establecida. El producto terminado se embolsa y pasa a depósito.

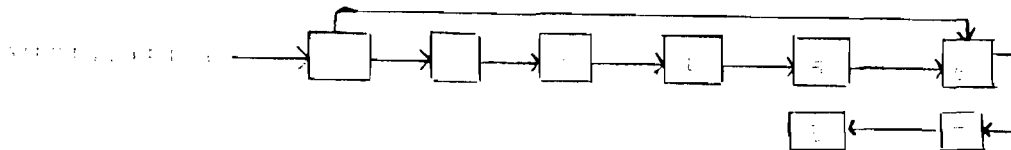
En cuanto a la Uréa-Formaldehído, la base seca pasa a una etapa de granulación en la que se le incorpora jarabe, a la salida del granulador se clasifica de acuerdo a los tamaños de grano. El producto final tiene un 90% de grano medio; posteriormente se embolsa y pasa a depósito.

Se presentan los diagramas de flujos correspondientes:

Melamina-Formaldehído

1. Mezclador para fabricar jarabe.
2. Filtración con lonas filtrantes.
3. Mezclador de pasta tipo doble zeta.
4. Secador tipo tunel.
5. Molido de la base seca, molino de muelas.
6. Dispersión, molino de bolas.
7. Separación por granulometría en zaranda.
8. Embolsado del producto final.

Urea-Formaldehído



1. Mezclador para fabricar jarabe.
2. Filtración con lonas filtrantes.
3. Mezclador de pasta tipo doble zeta.
4. Secador tipo tunel.
5. Molido de la base seca, molino de muelas.
6. Granulación en cilindro rotativo, calefaccionado con agua caliente.
7. Separación por granulometría en zaranda.

8. Embolsado del producto final.

Como se mencionó al comienzo del punto sobre Melamina-Formaldehído y Urea-Formaldehído, casi todos los equipos necesarios para su producción son comunes.

Urea-Formaldehído

Si bien tiene la misma materia prima que se estudiaron para el caso de los polvos de moldeo, la diferencia que tiene con este proceso es que en éste se obtiene una resina líquida.

Proceso productivo y equipos: Se carga el reactor batch con las materias primas componentes de la resina. Se realiza un ajuste de pH para trabajar en el rango preestablecido para la reacción de condensación. La concentración final de sólidos de la resina está entre 50% y 65% de acuerdo al valor requerido, puede incluirse una destilación en el proceso.

Los equipos que se utilizan son los indicados en el gráfico adjunto anteriormente.

Fenol-Formaldehído

Las materias primas son:

Fenol
Formaldehído

Obtención: Reacción por condensación entre el Fenol y el Fomaldehído, con intervención de un catalizador.

Proceso productivo y equipos: Se cargan las dos materias químicas en el reactor, el catalizador, se establecen las condiciones de reacción. Se da comienzo a la polimeración, durante el desarrollo de ésta se forma agua, que se elimina por destilación.

Una vez terminada la reacción al descargarse del reactor y por enfriamiento posterior dicha resina se solidifica.

Los equipos que se utilizan se describen en el gráfico adjunto.

c. Derivados de los productos finales petroquímicos

Compuesto de PVC

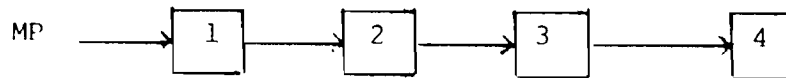
Las materias primas que se utilizan son:

- Resina de PVC

- Lubricantes
- Pigmentos
- Estabilizantes
- Plastificantes
- Aditivos específicos de acuerdo al uso final

Obtención: Se realiza una mezcla de todas las materias primas para obtener una pasta homogénea que posteriormente es extrudada y pelletizada (granulado).

Proceso productivo y equipos: Se presenta un diagrama de flujo:



1. Mezclador de alta velocidad (dry blend)
2. Enfriamiento, mezclador de cinta con camisa.
3. Extrusor con placa perforada, pelletizadora.
4. Embolsado.

Se carga el mezclador (1.) con las materias primas luego de obtenida la mezcla pasa a la etapa (2.) en donde se produce un enfriamiento a través de una camisa de agua dispuesta en el mezclador de cintas. En el extrusor (3.) se funde y se comprime por medio de un tornillo la masa previamente mezclada y enfriada. A la salida de éste hay un cabezal de placa perforada que cuenta con una cuchilla que forma el granulo.

Pinturas.

Se incluye dentro del punto el estudio de las pinturas sintéticas y de latex (base agua).

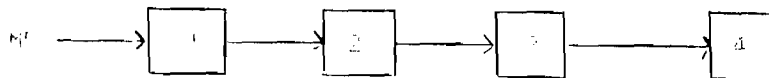
Pinturas sintéticas.

Las materias primas que se utilizan son:

- resinas sintéticas, generalmente alquídicas
- pigmentos
- solventes
- coadyuvantes

Obtención: Mezcla y dispersión de una resina sintética en solventes y pigmentos orgánicos e inorgánicos.

Proceso productivo y equipos: se presenta un diagrama de flujo de dicho proceso:



1. Empastado
2. Molienda
3. Dilución
4. Envasado

Se hace una mezcla entre la resina, el pigmento y coadyuvantes (del tipo antisedimentantes y dispersantes) (1.) de modo de preparar la pasta para la etapa de molienda (2.). En esta se efectúa la dispersión del pigmento y se obtiene el desarrollo del color deseado.

Se pasa a la etapa de dilución en donde se agrega más resina, solventes, aditivos y se hace un ajuste final de viscosidad, previo a la última etapa que es el envasado (4.).

Los equipos utilizados son:

- en el empastado, los dispersores de alta velocidad.
- en la molienda, molinos de bolas con diferentes elementos molturantes, molinos verticales, molinos de arena y molinos horizontales continuos.
- en la dilución, mezcladores
- en el envasado, llenadoras manuales o automáticas que descargan en el recipiente por gravedad o por inyección dosificando por peso o volumen.

Pinturas de latex

Las materias primas que se utilizan son:

- emulsión de resina
- dispersantes
- pigmentos
- cargas
- agua

Obtención: Mezcla de dos dispersiones una de ellas, de pigmentos y cargas en agua; la otra de emulsión de resina.

Procesos productivos y equipos: Se presenta un diagrama de flujo que incluye dos procesos, uno la fabricación de la emulsión de resina y el otro la obtención de la mezcla. (Se omite el diagrama de flujo de la fabricación de la emulsión de resina dado que se presenta en el gráfico adjunto, aplicación A.) El segundo diagrama es el siguiente:

1. Empastado
2. Dispersión
3. Dilución
4. Envasado

Las etapas señaladas son básicamente las mismas que en el caso de las pinturas sintéticas, con la única diferencia de tener que incorporar en la etapa de dilución a la emulsión.

Los equipos utilizados no presentan grandes diferencias con los anteriormente presentados para las pinturas sintéticas, con la excepción de la planta de reacción para la fabricación de la emulsión, que tiene, como ya se mencionó, las mismas características de las plantas para las reacciones de polimerización.

Adhesivos vinilicos.

Obtención: Mezcla de la emulsión de acetato de polivinilo con aditivos que brindan las propiedades que el producto final debe verificar.

Las materias primas utilizadas son:

- emulsión de acetato polivinilo
- plastificantes
- anticongelantes

Proceso productivo y equipos: Se hace una mezcla con todas las materias primas hasta obtener las características finales del producto. Esta operación se realiza en un mezclador estandar. Para el envasado se descarga directamente del mismo en los recipientes dispuestos sobre balanza.

El equipo necesario para este proceso no es sofisticado ni tiene características particulares de interés con la única excepción del material de construcción del mismo, debe ser de acero inoxidable.

Detergentes.

Las materias primas que se utilizan son:

- dodecilsulfonato de sodio, concentrado
- colorantes
- espesantes del tipo:
 - sales inorgánicas
 - derivados celulosicos
 - sintéticos
- aromatizantes
- agua

Proceso productivo y equipos: en este proceso solo se verifica una dilución del principio activo concentrado, a la concentración final requerida para ello se incorpora agua y demás materias primas. Este proceso no tiene ninguna clase de sofisticación dado que disponiendo de un mezclador en donde realizar la dilución es suficiente. Una vez diluido se descarga del mezclador y se envasa.

1.2 Subsector inorgánico

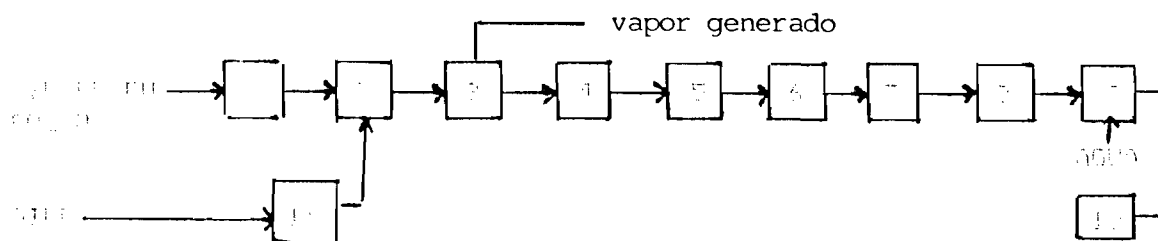
a. Acido Sulfúrico 98.5% y fertilizantes

Acido Sulfúrico 98.5%

La materia prima que se utiliza es el azufre en polvo.

Obtención: se utiliza el tradicional Método de Contacto, es decir, oxidación catalítica del dióxido de azufre; éste se obtiene a partir de la combustión del azufre fundido y posteriormente el trióxido de azufre es absorbido con ácido sulfúrico 98.5% .

Proceso productivo y equipos: se presenta un diagrama de flujo del proceso:



1. Fusión del azufre
2. Horno de combustión
3. Generador de vapor
4. Primer lecho de catálisis
5. Segundo lecho de catálisis
6. Enfriamiento
7. Torre de absorción
8. Cubas de enfriamiento
9. Dilución
10. Depósitos
11. Torre de secado

Se parte de azufre en polvo, que se funde en piletas calefaccionadas con vapor (1). Una vez fundido el azufre ingresa al horno de combustión (2), en donde se produce la oxidación a dióxido de azufre. Junto con esta etapa se encuentra un generador de vapor (3) que utiliza los gases calientes de salida del horno. El dióxido generado pasa al primer lecho de catálisis (4), en donde se obtiene el trióxido de azufre, reacción que se produce a 430°C; en este lecho se obtiene una conversión parcial. Por tanto, hay un segundo lecho de catálisis (5) en el cual hay una conversión total. A la salida del segundo lecho, los gases son enfriados (6) previo a la entrada a la torre de absorción (7). En ésta, hay absorción con ácido sulfúrico 98,5% en contracorriente. A la salida de ésta, el ácido sulfúrico alcanza una concentración de 98,7%. Esta absorción es exotérmica, por lo tanto, la corriente de salida de la torre es enfriada en cubas apropiadas para tal fin (8). Luego del enfriamiento, el ácido se ajusta a la concentración final de 98,5% con el agregado de agua en la etapa de dilución (9). El producto obtenido se divide en dos líneas: una de ellas hacia la torre de absorción, es decir, recircula el proceso (7) y la otra parte se envía a depósitos (10).

Se debe considerar la entrada de aire y su posterior secado (11) en una torre con relleno cerámico que opera en contracorriente, ingresando aire desde abajo y ácido sulfúrico 98% desde arriba, y sale ácido sulfúrico 93% y aire seco en condiciones de ingresar en el horno de combustión.

Los parámetros críticos que se deben controlar son:

- Porcentaje de Dióxido de Azufre que ingresa al reactor
- Temperaturas de entrada y salida de cada etapa

Fertilizantes.

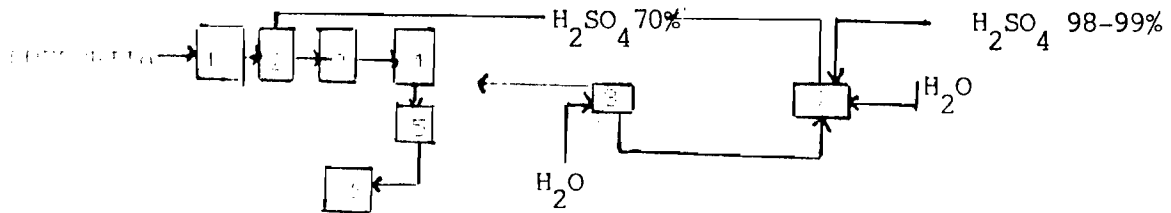
Se estudia el proceso de fabricación del superfosfato de calcio, dado que representa el proceso de mayor interés por ser el de volúmenes de producción más significativos.

Las materias primas que se utilizan son:

- Fosforita molida
- Acido sulfúrico 70%

Obtención: se hace reaccionar la Fosforita con el ácido sulfúrico; se obtiene así el superfosfato de calcio.

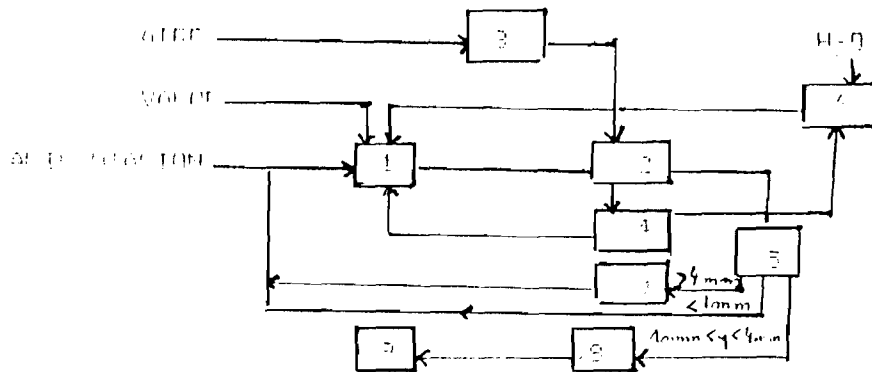
Procesos productivos y equipos: se presenta a continuación un diagrama de flujo de dicho proceso:



1. Molienda
2. Reactor
3. Curado
4. Apilado
5. Granulación
6. Embolsado
7. Tanque de dilución
8. Intercambiador de calor

Se hace la molienda de la Fosforita en un molino de rodillos (1). Una vez obtenida la granulometría deseada -malla 200- se hace la reacción con el ácido sulfúrico (2). Depende del proceso, si es éste batch o continuo, en dónde se realiza la etapa de reacción y el posterior curado del fertilizante (3). En el primer caso, se realiza en una bagoneta; en el otro, en una cinta transportadora con discos amasadores. Una vez fraguado el material, se apila (4) en espera del ingreso en la etapa de granulación (5). Luego de ésta es envasado (6). Se presenta también en el diagrama la etapa de dilución del ácido sulfúrico concentrado a la concentración de uso para este proceso. Naturalmente la dilución se lleva a cabo con agua (7); dado que esta dilución es exotérmica, hay una etapa (8) de intercambio de calor. Luego de la dilución, el ácido sulfúrico ingresa en la etapa 2 del proceso.

Se presenta a continuación el diagrama de flujo de la proceso de granulación:



1. Granulador
2. Secador
3. Intercambiador de calor
4. Ciclones
5. Zaranda
6. Ciclón húmedo
7. Molino
8. Enfriador
9. Depósito

Este proceso constituye una unidad de producción en sí mismo. Tiene la capacidad de granular cualquiera sea el tipo de fertilizante sólido.

El fundamento de la granulación es la formación de un grano por rodadura en un cilindro rotativo, en el cual se adiciona agua y vapor. La dosificación de éstos está dada por la experiencia. El material a granular se carga en el granulador (1), se le adiciona vapor y agua -ésta proviene del ciclón húmedo (6). Una vez granulado se seca (2) con aire caliente y pasa a una zaranda (5) que clasifica de acuerdo al tamaño de gránulo. Los tamaños mayores de 4 milímetros pasan al molino (7) y retornan a la etapa (1). Los menores de 1 milímetro, se envían a la misma etapa, sin pasar por el molino. Los granos comprendidos entre esos tamaños, son enfriados (8) y posteriormente pasan a depósito (9), para su posterior embolsado.

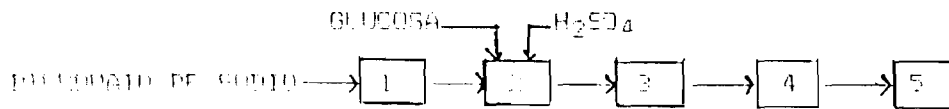
b. Curtientes

Sulfato básico de Cromo.

La materia prima que se utiliza es el dicromato de sodio.

Obtención: por reducción del dicromato de sodio en medio ácido, utilizando como agente reductor a la glucosa.

Proceso productivo: se presenta a continuación un diagrama de flujo aproximado del proceso.



1. Disolución
2. Reactor
3. Controles analíticos del producto
4. Secador tipo torre spray
5. Embolsado

Se parte del dicromato de sodio en piedras y se efectúa la disolución (1). Una vez disuelto pasa al reactor (2), en donde se le incorpora el ácido sulfúrico y la glucosa. El producto obtenido en la reacción sufre una serie de controles analíticos (3), y de acuerdo a especificaciones propias, pasa o no a la siguiente etapa. En el secado (4) la solución que salió del reactor es alimentada en la cabeza de la torre, en donde es atomizada en finas gotas y se encuentra con una corriente ascendente de aire caliente y seco. Se produce así la evaporación del agua de cada gota, obteniéndose un sólido que cae por gravedad, se recoge, y es embolsado (5).

c. Cerámicos

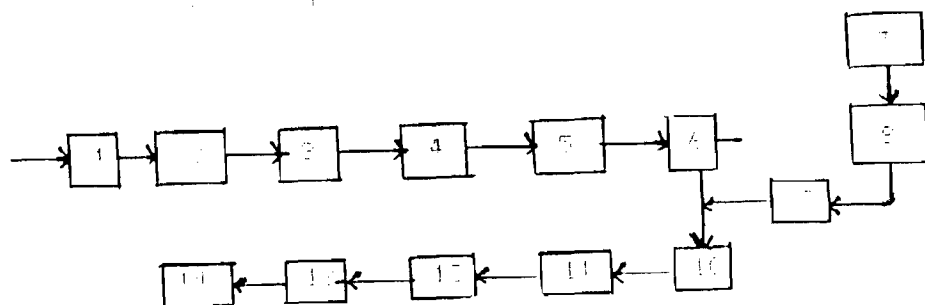
Dentro de esta actividad estudiaremos los azulejos, pisos, loza sanitaria y vajilla.

Un producto cerámico en general se fabrica a partir de una pasta integrada por varios materiales, dependiendo del producto final se elaboran pastas con propiedades diferentes. Las materias primas que se utilizan para elaborar dichas pastas son:

- arcillas
- caolines
- sílice
- feldespatos
- dolomitas
- talcos

Azulejos.

Proceso productivo y equipos: se presenta a continuación un diagrama de flujos del proceso:



1. Elaboración de Barbotina 1/
2. Granulación
3. Silos
4. Prensado
5. Secado
6. Horno
7. Fabricación de fritas 2/
8. Molino
9. Fabricación de esmalte
10. Esmaltado
11. Horno
12. Control y clasificación
13. Empaque
14. Depósito

A partir de las materias primas que intervienen en la fabricación del azulejo, se prepara una suspensión acuosa concentrada, Barbotina. Es tamizada y pasa a la segunda etapa (granulación). En la granulación la Barbotina es secada en una torre spray que opera en contracorriente con aire caliente. El material se seca hasta una humedad residual del 6-7%. A la salida de la torre se recoge y se envía a silos (3). El material granulado que estaba depositado en silos, es prensado (4), adoptando la forma del producto final: azulejo. Una vez prensado, la pasta debe ser secada (5) previo a la entrada al horno (6), dado que la humedad residual que tiene este material acarrearía inconvenientes en la

1/ Barbotina: suspensión en agua de las diferentes materias primas que componen la pasta.

2/ Fritas: mezcla de óxidos en un vidrio. Dentro de los óxidos se encuentran: de calcio, potasio, sodio, aluminio, estaño, plomo, sílice y bórico.

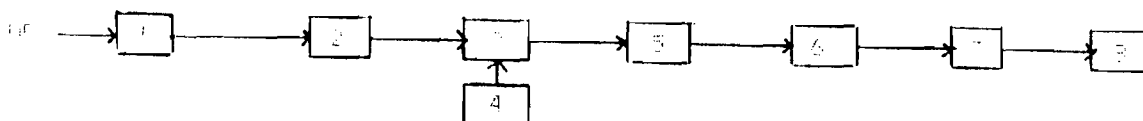
cocción de la pieza y además, con esta forma de operación, se mejora la eficiencia térmica del horno. El azulejo es cocinado a 1.050°C durante unas 50 horas aproximadamente. Las características de los hornos son: tipo túnel, semiautomáticos y son abastecidos con gas que es generado en la propia planta. Al producto que sale del horno se le denomina bizcocho^{3/}. Pevio a la segunda cocción del azulejo se debe elaborar el esmalte, éste a su vez, es producido a partir de la fabricación de fritas (7). Para esto se carga en un horno rotativo los correspondientes componentes de las fritas y se funden todos los óxidos de la mezcla. A la salida del horno, la masa es vertida sobre agua fría y por shock térmico se forma un vidrio en piedra. Posteriormente se hace un molido (8) de la misma. A partir de la frita molida se hace una suspensión acuosa de ésta y caolín (9), que es el Esmalte. Dicha suspensión se dispone sobre la superficie del azulejo, controlando la cantidad incorporada mediante su peso (10). Los azulejos se colocan en unas casetas de material refractario e ingresan al horno (11). Dentro de éste, las piezas son cocinadas a 980°C durante 12 horas. Esta es la etapa llamada bicocción. Los hornos apropiados para tal fin tienen las mismas características que los indicados anteriormente. A la salida del horno se controla la tonalidad que adquieren los azulejos, dado que puede producirse, por gradientes de temperatura dentro del mismo, diferencias apreciables en las características del esmaltado final, para lo cual se extienden los azulejos sobre mesas y se clasifican de acuerdo a su calidad (12).

Fisos.

Dentro de éstos consideramos la fabricación de plaquetas. En este proceso hay cierta similitud con el diagrama visto para la fabricación de azulejos, con la única excepción del tipo de pastas que se deben procesar, dadas las propiedades que debe cumplir el producto final. Si bien el proceso comprende las mismas etapas, se existe una línea de producción independiente para evitar posibles contaminaciones de pastas diferentes.

Loza sanitaria.

Este es un proceso diferente a lo estudiado hasta el momento. Se presenta un diagrama de flujo del mismo:



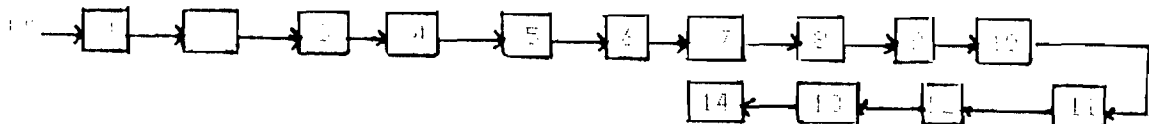
^{3/}Bizcocho: producto que sale de la primera cocción.

1. Fabricación de la Barbotina
2. Colada en moldes de yeso
3. Esmaltado
4. Preparación del esmalte crudo
5. Horno
6. Clasificación
7. Empaque
8. Depósito

Este proceso comienza con la fabricación de una Barbotina con otros componentes, dado el tipo de producto final (1). Dicha Barbotina se dispone en moldes de yeso (2) donde se deja fraguar. Estos moldes son fabricados en la propia planta. Una vez fraguado el material, se aplica una capa de esmalte crudo sobre la pieza (3). Para la preparación de este esmalte (4) se mezclan los componentes correspondientes sin agregar fritas y se prepara una suspensión. Una vez esmaltado, el material ingresa en el horno (5), en donde se cocina la pasta y se vitrifica el esmalte a 1.250°C. Este proceso lleva una sola cocción (se lo denomina monococción). A la salida del horno el producto es clasificado de acuerdo a la calidad (6).

Vajilla.

De acuerdo al tipo de piezas a fabricar, se diferencia el proceso productivo, es decir, si son cuerpos de revolución siguen un diagrama de flujo que se presenta a continuación:



1. Fabricación de Barbotina
2. Filtroprensado
3. Extrusor
4. Cortado de la pasta
5. Torneado
6. Horno
7. Esmaltado
8. Horno
9. Clasificación
10. Decoración
11. Horno
12. Clasificación

13. Empaque
14. Depósito

Se fabrica una Barbotina con las materias primas adecuadas para el producto final como se ha visto anteriormente (1). Una vez elaborada la Barbotina se le extrae la mayor parte del agua por medio de un filtroprensa (2). Luego de prensada, la pasta ingresa en el extrudado (3), donde, en condiciones de vacío, se extrae algo más de agua. A la salida de éste, la humedad residual está en el orden del 20-25% y la pasta tiene consistencia plástica y maleable. Una vez extruída, se corta en "tortas", discos de aproximadamente 1 centímetro de espesor (4). Esta torta es moldeada en un torno y adquiere la forma de una pieza de revolución (5) deseada. Se realiza la primera cocción (6) entre 900-1.000°C y se obtiene un bizcocho. Este debe ser esmaltado (7) para lo cual se elabora un esmalte especial que incluye otros componentes adicionales. Ingresa nuevamente al horno (8), donde se produce la vitrificación del esmalte a 1.200°C. A continuación de esta etapa, las piezas salidas del horno se clasifican de acuerdo a la calidad (9). Aquéllas de primera calidad pasan a la etapa siguiente de decoración (10), en la cual se pintan filetes o calcomanías; nuevamente la pieza decorada ingresa al horno (11) a una temperatura de 750-800°C. Una vez salida del horno ya decorada, es finalmente clasificada (12).

En caso de no ser piezas de revolución, el proceso es similar al visto para la loza sanitaria. Se hace una colada en moldes de yeso y a partir de esta etapa se cumple con la misma secuencia vista para las piezas de revolución, a partir de la etapa de decoración (10.).

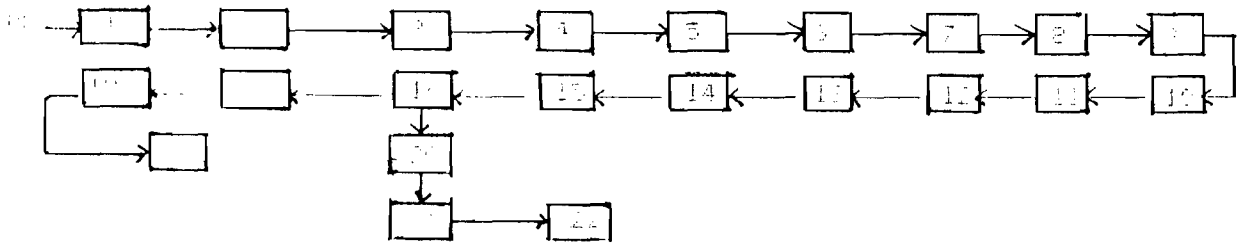
2. Sector textil

2.1 Sub-sector hilados y fibras

Fibra polyester

Obtención: se parte del chip de polyester y a partir de una serie consecutiva de etapas, que no implican ninguna reacción química, sólo hay una transformación mecánica del chip en la fibra. La materia prima que se utiliza es el polyetilenterftalato en forma de chip.

Proceso productivo y equipo:



1. Depósito de materia prima, tolva
2. Depósito elevado
3. Cristalizador y secador
4. Extrusor
5. Filtración
6. Cabezas colectoras y cámaras
7. Enfriamiento
8. Colector de filamento
9. Estiraje
10. Prelavador
11. Estiraje
12. Calandrado
13. Lavador
14. Crimpado
15. Secador
16. Plegado
17. Cortado y peinado
18. Robinado
19. Empaquetado
20. Corte de fibra
21. Frensado
22. Enfardado

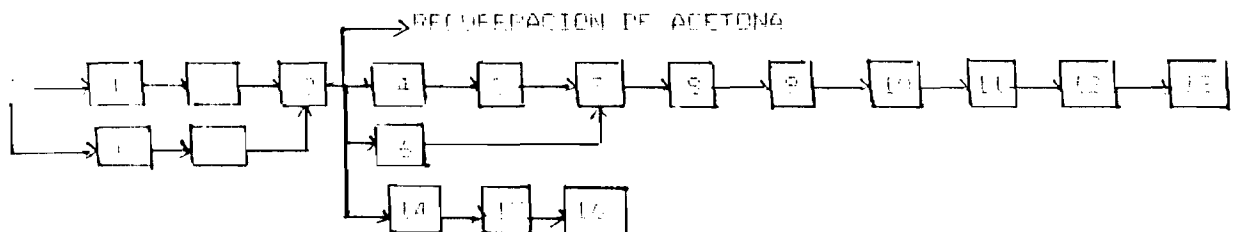
Se descarga el chip de polyester en depósitos subterráneos (1) que por posterior transporte neumático se dispone en depósitos elevados (2) y que alimentan al proceso. El chip es descargado sobre un cristalizador (3) en donde se produce un reordenamiento del cristal y asegura que los gránulos no se peguen entre sí antes del ingreso al extrusor. En esta misma etapa también hay un secado que evita degradaciones posteriores. En el extrusor (4) el gránulo es fundido por calefacción y la masa fundida adquiere presión. A la salida de éste, es filtrada para retener impurezas (5). La masa fundida y filtrada se distribuye en cuatro cabezas colectoras que alimentan unas cámaras (6), con rellenos metálicos, arena y filtros metálicos muy finos. En el fondo de las mismas hay unas placas perforadas fileras por donde pasa la masa fundida. A la salida de éstas (7) se forman un conjunto de haces muy finos que solidifican por enfriamiento en contacto con una corriente de aire transversal. Los filamentos son recogidos por una colectora que los transforma en un sólo haz (8) y se adicionan lubricantes y antiestáticos (ensimajes). Dicho haz se ve sometido posteriormente a choques térmicos en baños a diferentes temperaturas y pasa a través de

rodillos que giran a velocidades diferentes y producen un estiramiento de la fibra (9), obteniéndose una banda de filamentos. A continuación de esto se hace un prelavado (10) donde se extraen los ensimajes. La banda de filamentos pasa por dos o tres heptetos (conjunto de siete rodillos) que por diferencia de velocidades producen un nuevo estiramiento (11). Hay una placa caliente que permite un mejor estirado de la fibra entre los heptetos. A continuación hay un reordenamiento de la estructura molecular, donde se sumerge a la fibra a tensiones entre rodillos a cierta temperatura y por cambios bruscos de ésta se logra la fijación de la estructura molecular lineal (12). Se somete a la fibra a un baño en donde se le incorpora el ensimaje final (13). Luego se le hace un enrollado de la fibra para darle apariencia similar a la lana o al algodón, se tracciona por medio de dos rodillos que obligan a que la fibra se introduzca en una cámara a alta presión se pliega y, se inyecta vapor y ésta queda enrollada (14). La cinta de fibra tiene cierta humedad residual que debe ser eliminada; por lo tanto se hace pasar por un secador túnel (15). A la salida de éste, la cinta de fibra tiene dos caminos: uno, la producción de tops tipo lanero, la cinta se pliega en un fardo continuo y se recoge en cajas (16). Este pasa a un equipo en donde la cinta recibe un corte variable y es peinada formando una mecha (17). Esta mecha se recoge en forma de bobinas de tops (18). En el otro camino, producción de fibra con corte tipo algodón la fibra es cortada (20) y posteriormente se hace un prensado (21) y enfardado de la misma (22).

Hilado y tejido acetato de celulosa

Obtención: a partir del acetato de celulosa en escamas, a través de una serie continua y ordenada de etapas, se transforma en el hilado y posteriormente éste es tejido para producir la tela.

Proceso productivo y equipos: a los efectos de estudiar el proceso, se presenta el diagrama de flujo del mismo:



- 1-1' Disolución
- 2-2' Filtración
- 3. Extrusión
- 4. Urdimbre
- 5. Encolado

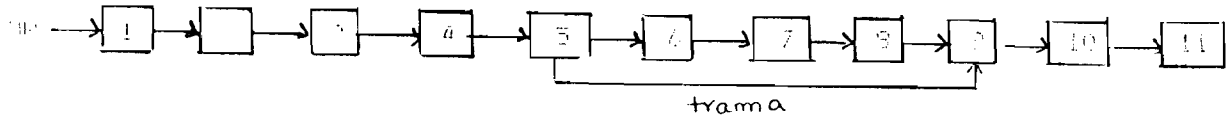
6. Enconado de la trama
7. Telar
8. Inspección de crudo
9. Lavado
10. Teñido
11. Terminación (aprestado)
12. Inspección final
13. Empaque
14. Retorcido
15. Enconado
16. Empaque

Se parte del acetato de celulosa en escamas y se solubiliza en una mezcla de solventes adecuados (1); se obtiene una pasta viscosa. En el caso de fabricar hilado de color, hay incorporación de pigmentos en la etapa de disolución (1'). Una vez formada la pasta, se filtra a través de un filtroprensa (2). En el caso de la pasta coloreada, esta operación se indica con el numeral 2'. A la salida del filtroprensa, dicha pasta es bombeada al extrusor y pasa a través de una placa perforada (filera) que forma un filamento de estructura amorfa (3). Luego de éste, el filamento es secado por contacto con aire caliente en contracorriente. La mezcla de aire y vapores pasa a la planta de recuperación de solvente. El filamento se recoge en bobinas a la salida del extrusor y pasa al urdido (4). Se forma un rollo de urdimbre en donde todos los filamentos están paralelizados previo a la entrada al telar. El hilado es sometido a un baño encolante que lo preserva de la abrasión entre fibras que sufre en el telar (5). Parte del filamento, al salir de la extrusora, se recoge en conos que posteriormente alimentarán al telar (trama)(6). La urdimbre y la trama son tejidas en el telar (7). Una vez fabricada la tela cruda se controla el proceso de tejido (8). La tela es lavada (9) previo a la etapa de teñido. Se tiffen las piezas para lo cual hay diferentes posibilidades: en cuba abierta o en recipientes cerrados (10). Una vez teñida, la tela es impregnada de agentes que impiden el deslizamiento de la fibra (aprestado) (11). Culminada esta etapa, se pasa a la clasificación final del rollo terminado (12). En el caso del hilado de exportación, se parte del filamento que sale del extrusor, se retuerce, obteniéndose un hilado con mayor resistencia mecánica (14), éste se recoge en conos o tubos apropiados para el envío (15).

Hilado y tejido de polyester-viscosa

Obtención: a partir de las fibras de polyester y de viscosa y con una serie continua y ordenada de etapas, se transforma en el hilado y posteriormente la tela final. Las materias primas que se utilizan son: fibra polyester y rayón-viscosa.

Proceso productivo y equipos: se presenta a continuación un diagrama de flujo del proceso:



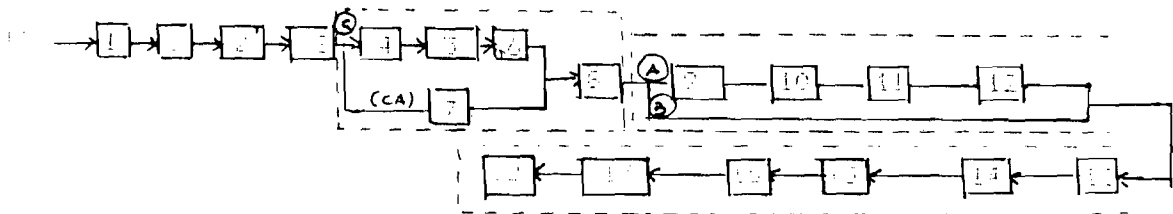
1. Apertura y mezcla
2. Cardado
3. Estiraje
4. Mecheras
5. Hilatura
6. Enconado
7. Urdido
8. Encolado
9. Telar
10. Terminación
11. Clasificación
12. Empaque

Ambas materias primas llegan en fardos que deben ser abiertos, y se produce la mezcla de ambas fibras en los porcentajes establecidos (1). Una vez realizada la mezcla, deben ser paralelizadas, para lo cual se tratan en unos cilindros con malla de alambre que giran a velocidades diferentes y en sentido contrario. Por tanto, las fibras pasan de un cilindro al otro, hasta que finalmente se obtiene una manta. Esta es tomada por otro cilindro que está a continuación con las mismas características y por velocidades diferenciales va peinando y formando una cinta (cinta de carda) (2). Una vez formada la cinta, ésta es doblada, paralelizada y estirada. Este proceso se repite varias veces hasta obtener una cinta de mayor regularidad (3). Al finalizar esta etapa, se produce un nuevo estiraje y una torsión parcial del hilo (4). Posteriormente, se vuelve a estirar el hilo hasta el título final y a su vez se le da mayor torsión (5). Los equipos que se utilizan son los convencionales de anillos. Hay luego una transferencia del hilado a conos (6); a partir de éstos, se forma un rollo de urdimbre con todos los hilos paralelos (7); el rollo queda pronto para el ingreso del hilado en el baño de encolado (8), en donde se incorporan aditivos para minimizar los efectos de la abrasión entre fibras en la siguiente etapa. A la salida de la etapa de hilatura, parte del hilado se recoge en conos (trama) e ingresa en el telar junto con la urdimbre ya tratada como se describió (9). Una vez tejida la tela, hay un conjunto de procesos que pueden tener lugar, de acuerdo al artículo final que se desee obtener. Los procesos que se encuentran son: termofijación (da el ancho que se desea), teñido (hay gran variedad de procesos debido a los equipos con los que se cuenta), lavado, secado, calandrado (le da brillo y mano), chamuscado y frisados (10). Finalmente la tela se clasifica de acuerdo a la calidad (11).

2.2 Sub-sector telas de algodón (Denim)

Ohtención: se parte de la fibra de algodón y a través de una serie consecutiva y continua de etapas se transforma en la tela. La materia prima que se utiliza es la fibra de algodón presentada en fardos.

Proceso productivo y equipos: se presenta a continuación diagrama de flujo del mismo:



I. Hilandería

II. Tejeduría

1. Apertura y limpieza
2. Cardado
- 2' Peinadora
3. Manuares
4. Mecheras
5. Hiladora de anillos
6. Devanadora
7. Open-End
8. Cono de hilo
- A. Urdimbre
- B. Trama
9. Urdidora de balas
10. Teffido Indigo
11. Abridora de balas
12. Encoladora
13. Telar
14. Revisación
15. Chamuscado
16. Preencogido
17. Clasificación
18. Corte y empaque

El algodón es tomado desde el fardo, por aspiración, sufre un tratamiento mecánico de batido, que permite la limpieza del mismo (1). Como subproducto de esta etapa, se obtienen desperdicios recuperables y no recuperables; los primeros retornan al proceso en un porcentaje máximo preestablecido. A continuación de esta etapa, las fibras son paralelizadas, para lo cual se hace un tratamiento en tres cilindros con malla de alambre que giran a diferentes velocidades, y finalmente se obtiene una manta de algodón que es estirada entre dos cilindros por diferencia de velocidades (manta de carda) (2). Esta es peinada por el

pasaje entre cilindros que giran a velocidades diferentes y se obtiene una cinta (cinta de carda) (2'). Varias cintas de cardas son dobladas, paralelizadas y estiradas repetidamente; así se obtiene una cinta de mayor regularidad y con un título^{4/} similar al de la cinta de entrada (3). En la etapa siguiente existen dos posibles tratamientos de la cinta formada; uno, que es el convencional, compuesto por tres pasos que son: estiraje y torsión parcial del hilo (4), estiraje hasta título final del hilo y más torsión (5) y transferencia del hilado desde una canilla a un cono, "queso" de hilo (6). El otro, tratamiento llamado hilatura de cabo abierto u Open-End, que incluye una sola etapa en la que se le da al hilo estiraje y torsión hasta el título final (7). Por ambos procedimientos se obtiene un cono de hilo (8) como producto final de la hilatura. De acuerdo al destino del hilo en la etapa de tejeduría, se divide en trama y urdimbre. En el primer caso, no sufre ningún tratamiento adicional, por tanto ingresa al telar como sale de la hilatura. En cuanto a la urdimbre, hay un tratamiento posterior, debido a las fricciones y tensiones a las que se verá sometido el hilado. A partir de un conjunto de conos se forma una cinta de hilos que se llama "bala" (9). Una vez formada ésta, pasa al teñido, todos los hilos de la bala ingresan en una tina; al salir de ésta y en contacto con el aire se produce la oxidación del colorante y adquiere el color característico del denin. Este paso se repite varias veces hasta obtener el color deseado (10). Una vez teñida la bala se forma un cilindro de urdimbre con todos los hilos dispuestos paralelamente (11); se forma así un cilindro de telar. Luego los hilos son sumergidos en un baño con aditivos (encolantes), en donde se los acondiciona para la abrasión intensa que sufren en el telar (12). Se tejen la trama y la urdimbre en telares apropiados para la confección de este tipo de tela (13). Una vez tejida la tela, es inspeccionada (14), se estudia el tipo de fallas y se realimenta con la información obtenida a la tejeduría, para la corrección de los próximos rollos. Luego de la revisión, la tela circula a través de un quemador de gas a alta velocidad, en donde se queman las pelusas y los hilos sueltos (15). De allí pasa a un preencogido controlado, en donde la tela se moja y circula entre un cilindro de acero inoxidable y una banda de goma. Por diferencia de velocidades entre ambos, se da el encogimiento (16). Posteriormente se realiza una inspección, individualizando el tipo de falla y calificando, en función de su magnitud y frecuencia; se arma así un mapa de fallas de cada rollo, hay una etapa de análisis de ese mapa que determina el mejor aprovechamiento comercial del rollo (17). Se efectúa, de acuerdo a los resultados surgidos del análisis de cada rollo, el corte de piezas (18).

3. Sector metalmecánico

3.1 Sub-sector hierro y acero

^{4/} Título es el diámetro del hilo.

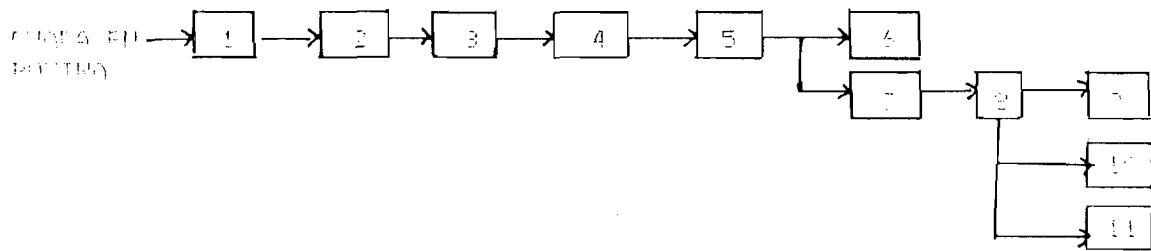
Chapa y alambre

Dentro de esta actividad se estudiarán los dos productos de exportación: chapas galvanizadas y alambres galvanizados.

Chapas galvanizadas

Obtención: se parte de la bobina de chapa y por sucesivos tratamientos químicos y mecánicos se obtiene la chapa galvanizada.

Proceso productivo: se presenta a continuación un diagrama de flujo del mismo:



1. Limpieza
2. Decapado
3. Galvanizado
4. Enfriamiento
5. Cromatizado
6. Bobinado
7. Cortadora
8. Planchadora
9. Hoja lisa
10. Conformada
11. Econopanel

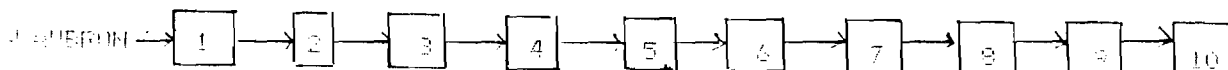
Se hace una limpieza mecánica de la chapa a través de fieltros (1). La chapa pasa por un horno de oxidación, que por acción de la temperatura (500°C) quema todas las sustancias orgánicas; posteriormente ésta es reducida en atmósfera de nitrógeno e hidrógeno en un horno con gradientes de temperatura (desde 1000-440°C); se produce así un tratamiento térmico de la misma (recocido) (2). A la salida del horno, la chapa se sumerge en un baño de Zinc fundido a 445°C (3). Se hace un enfriamiento de ésta por convección forzada por medio de sopladores (4). Una vez enfriada, se le hace un rociado con una solución de ácido Crómico (5). De acuerdo al producto final que se quiera obtener, es el camino que se recorre. En caso de producir bobinas, simplemente hay un enrollamiento (6). Si se quieren hojas de chapa cortada, pasa a cortadora (7) para luego corregir ciertas curvaturas en la misma

mediante un planchado (8). De acuerdo a las características de la hoja final, puede incluir tratamientos de conformado (10), o de econopanel (11), o bien quedar tal cual (9).

Alambre galvanizado

Obtención: a partir del alambre en rollos y con sucesivos tratamientos mecánicos y químicos, se obtiene el alambre galvanizado. De acuerdo al alambre que se quiera obtener, desde el punto de vista de sus propiedades mecánicas, será el alambre de partida que se seleccionará.

Proceso productivo y equipos: se presenta a continuación un diagrama de flujo del proceso:



1. Decapado químico
2. Lavado
3. Neutralización
4. Cobreado
5. Tresfilación
6. Galvanizado
7. Enfriamiento
8. Enrollado primario
9. Pesado
10. Enrollado definitivo

Se comienza el proceso con un tratamiento con ácido sulfúrico para eliminar los óxidos de la superficie, a 50 o 60°C (1). Posteriormente se realiza un enjuague para eliminar los excesos de ácido (2) y finalmente se hace una neutralización con Bórax o Cal, se selecciona uno u otro de acuerdo al contenido de carbono del alambre (3). Dependiendo del producto final a obtener, puede incluirse o no una etapa de cobreado (4), para lo cual se sumerge al rollo de alambre en un baño con Sulfato de Cobre en medio ácido. El alambre pasa por estiramientos sucesivos entre rodillos a un diámetro menor, transformándose así en el alambre. El diámetro que se desea obtener está regulado por el número de pasajes entre los rodillos(5). Previo a la etapa de galvanizado hay una serie de pasos que recorre el alambre: recocido en baño de plomo fundido a 500°C, enfriamiento en baño de agua fría, decapado en baño de ácido Clorhídrico, enjuague, baño de sales fundentes que permiten una mejor adherencia del galvanizado posterior, y por último, el galvanizado propiamente dicho con Zinc fundido a 445°C. El tiempo de exposición en el baño depende de las especificaciones del producto (6). A la salida del galvanizado pasa el

alambre galvanizado por agua fría, en donde se enfría y adquiere brillo final (7).

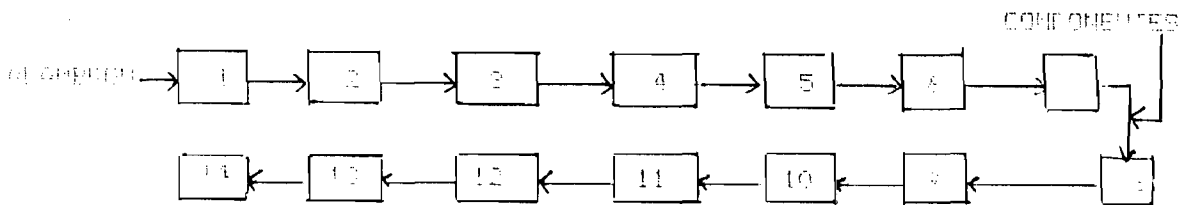
3.2 Sub-sector maquinaria y aparatos eléctricos

Chicotes

Se entiende por chicote, al conjunto de cables que están dispuestos dentro de vainas y que tienen la función de transmitir una corriente en el circuito eléctrico de un automóvil.

Obtención: hay dos procesos consecutivos: uno de ellos, la producción del cable de cobre a partir del alambroón y del compuesto de PVC. El otro, partiendo del cable y otros componentes, se ensamblan para formar la pieza final.

Proceso productivo y equipos: se presenta a continuación diagrama de flujo que comprende ambos procesos.



1. Tresfilación
2. Recocido
3. Cableado
4. Extrudado
5. Forrado de cable
6. Inspección
7. Cortado
8. Engrampado
9. Preparación
10. Prearmado
11. Armado
12. Terminación
13. Inspección final

El alambroón sufre un estiramiento desde el diámetro original hasta su diámetro final (1). Se aplica aquí una tensión controlada para dicho estiramiento y adquiere características quebradizas. Una vez tresfilado, el material es sometido a un tratamiento térmico a 500°C

durante 4 horas y un gradual enfriamiento posterior (2). Se mejora así su maleabilidad y pierde las características quebradizas, adquiriendo cierta elasticidad. Hay un retorcido de un número determinado de alambres ya recocidos con un pase preestablecido de acuerdo al cable a fabricar (3). Posteriormente, los alambres retorcidos son forrados con un compuesto de PVC fundido (5) en el extrusor (4), por donde éstos pasan. El producto a la salida del extrusor sufre una serie de controles que determinan si el cable puede seguir o no a la próxima etapa (6). Una vez aprobado el cable ingresa en el ensamblado, se inicia con la etapa de cortado a la longitud preestablecida y posterior despuntado (7). Se colocan terminales en uno de los extremos del cable cortado (8). Se disponen éstos dentro de tubos plásticos (9), se conectan conectores en un extremo del mismo, y se forma así un subconjunto (10). Dichos subconjuntos se montan sobre una matriz de armado y quedan los cables a medida, se conectan las vainas y se disponen dentro de otros tubos plásticos (11). Se colocan los accesorios necesarios en los extremos del cable sin terminales (12). Se controla la continuidad eléctrica del producto en el 100% del lote y además se efectúa un control visual del mismo (13).

Dada la diversidad de cables que se incluyen en un chicote se deben diferenciar los mismos, para lo cual se utilizan códigos que están dados por diferentes colores de forros o líneas de colores. Pero esto se incluye en la etapa de extensión de los compuestos de PVC con los colores correspondientes.

