

# MÁS PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD CON TENSORES AUTOMÁTICOS DE TELAS SECADORAS

INFLUENCIAS TEÓRICAS Y EXPERIENCIAS PRÁCTICAS

WOLF HEILMANN  
Erhardt + Leimer GmbH

## 1. RESUMEN

Actualmente, en máquinas de papel nuevas y reformadas se utilizan con frecuencia tensores a cadena totalmente automáticos para la regulación de la tracción de telas y fieltros. Dependiendo de los tipos de papel producidos, del concepto de la máquina, así como de las materias primas, diversas influencias se hacen notar.



FIG. 1. TENSOR DE TELA SECADORA CON MEDICIÓN

Son representadas las influencias teóricas y prácticas de la regulación automática de la tracción de la tela secadora sobre la producción de papel, pudiéndose clasificar las influencias en diversas categorías:

- Reducción de los costos de producción por tonelada
- Aumento del volumen de producción
- Perfeccionamiento y uniformidad de la calidad del producto.

La primera parte del artículo muestra un fragmento de

las influencias teóricas, independientemente de la respectiva importancia, en varios tipos de papel.

En la segunda parte del artículo, son presentadas experiencias prácticas en una máquina de papel soporte para cartón ondulado después de un año de operación.

En esta parte se indican sobre todo las ventajas experimentadas de una inversión en tensores automáticos. En carácter adicional, son registradas cualitativamente las influencias ejercidas sobre parámetros del papel. De esta manera, en función de la reducción de los costos y del aumento de la producción, la inversión en tensores automáticos de telas secadoras se ha pagado dentro de ocho meses.

## 2. INTRODUCCIÓN

Una regulación automática de la tensión de telas y fieltros proporciona ventajas fundamentales en la producción de papel. Cuanto mayor es la precisión con la que se logra realizar la regulación de la tensión, tanto mayor es la influencia que se puede ejercer sobre los costos de fabricación, la calidad del papel y el aumento de la producción. Estas ventajas prevalecen claramente sobre los mayores costos de adquisición y ofrecen, por lo tanto, un rápido retorno de inversión. Por esta razón, hoy en día generalmente se automatiza la regulación de la tracción de telas y fieltros en máquinas de papel nuevas y reformadas.

Erhardt + Leimer ha desarrollado tensores a cadena con técnica de medición y regulación integrada, que garantiza

una regulación precisa y confiable de la tracción de telas y fieltros en máquinas de papel. El gran número de influencias en sus ventajas son aclarados aquí a la luz del ejemplo de su aplicación en la sequería y confirmados por datos de la aplicación práctica.

En el ejemplo de la práctica, en el curso de una reforma de una máquina de papel soporte para cartón ondulado han sido instalados, en la sequería entera, tensores a cadena totalmente automáticos con medición integrada y mando digital, para la regulación precisa de la tracción de las telas; ahora, la tensión de las telas secadoras puede ser mantenida constante con un ancho de oscilación muy pequeño, pudiendo ser alcanzados tiempos de reacción muy rápidos. En contraposición a esto, los tensores de husillo instalados anteriormente con medición y mando exteriores a través del sistema de mando centralizado, presentaban una histéresis de regulación típicamente grande.

### 3. FUNDAMENTOS

#### 3.1. Influencia de la Tracción de la Tela sobre el Secado

Este artículo presenta la influencia de la tracción de la tela en la sequería. Existe una relación directa entre la tracción de la tela secadora y la superficie de contacto entre el cilindro secador y la hoja de papel. Esa superficie de contacto es directamente proporcional a la transmisión térmica del cilindro al papel. De esta manera, sufren influencia el secado y todos los parámetros relacionados con él. Además de la tracción de la tela secadora, el diseño de la tela, el tipo de papel y las materias primas también tienen su importancia.

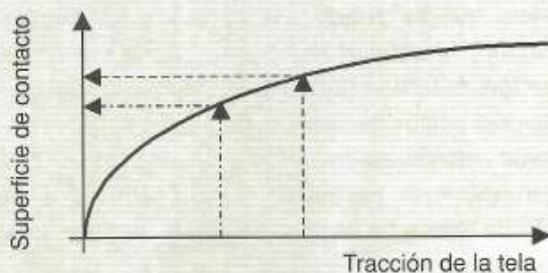


FIG. 2. INFLUENCIA DE LA TRACCIÓN DE LA TELA SOBRE LA SUPERFICIE DE CONTACTO ENTRE EL CILINDRO Y EL PAPEL, ASI COMO SOBRE LA TRANSMISIÓN TÉRMICA.

En principio, una tracción de tela mayor resulta en una transmisión térmica mejor y, por consiguiente, en un secado mejor del papel.

En este contexto es importante tener en cuenta que la tracción de la tela también ejerce otras influencias. Hay que observar especialmente la capacidad de carga de los rodillos.

Habiendo una tracción excesiva de la tela, rodillos-guía con un gran ángulo de abrazo se doblan. La longitud de circulación de la tela se reduce en el medio de la máquina, lo que causa una reducción considerable de la tensión de la tela en aquel punto, dando lugar a una transmisión térmica menor.

El perfil de humedad en el sentido transversal de la máquina se caracteriza por una parte central demasiado húmeda y bordes excesivamente secos.



FIG. 3. INFLUENCIA DE RODILLOS-GUÍA DOBLADOS SOBRE EL PERFIL DE HUMEDAD.

En carácter adicional, la tela secadora se adelanta en el medio, hasta resultar en el típico avance senoidal de la costura. El avance es limitado por la estructura de la tela. En los bordes y en la parte central, el área abierta corresponde casi al ideal, pero en las áreas intermedias la permeabilidad se reduce en virtud de la deformación de las mallas. En consecuencia, los bordes y el centro de la hoja pueden ser desaguados normalmente, mientras que las áreas intermedias permanecen demasiado húmedas. Se forma un perfil de humedad en forma de una «M». Este se superpone al perfil de humedad causado por la flexión de rodillos. Esto resulta, especialmente en la transformación de los papeles, en graves problemas en términos de llanura y estabilidad de formato.

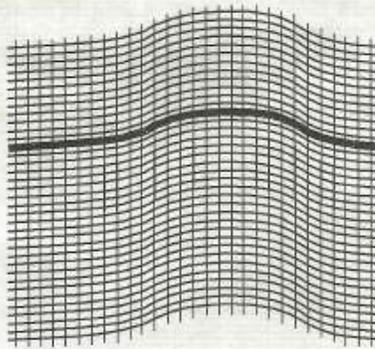


FIG. 4. INFLUENCIA DEL AVANCE DE LA TELA SOBRE LA PERMEABILIDAD: EN LAS ÁREAS DEFORMADAS PUEDE SER EVAPORADA UNA CANTIDAD MENOR DE AGUA.

### 3.2. Influencia de la Producción sobre la Tracción de la Tela

El contenido de humedad y el gramaje de la hoja de papel definen de manera determinante la tensión de la tela secadora. Cuanto mayor es el contenido absoluto de agua, tanto más energía se necesita para la evaporación.

Un porcentaje respectivamente menor de la energía de secado calienta la tela, de manera que resulta una tracción de la tela relativamente baja. En términos absolutos, en caso de gramajes más bajos se requiere menos energía para la evaporación del agua. Una parte mayor de la energía está a disposición para el secado y calentamiento de la tela, que se contraerá.

En consecuencia, la tracción de la tela aumenta.

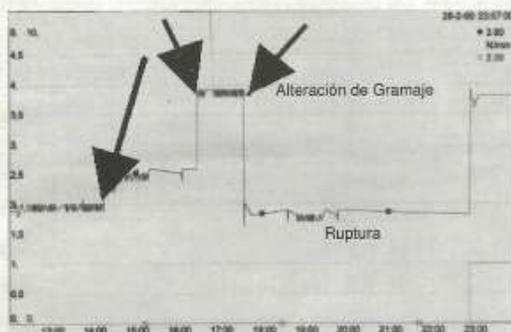


FIG. 5. TRACCIÓN DE LA TELA SECADORA CON REGULACION MANUAL: MODIFICACIONES DE GRAMAJE RESULTAN EN ALTERACIÓN DE TRACCIÓN DE LA TELA, ASÍ COMO EN RUPTURAS.

Relaciones de dependencia semejantes existen en la composición de la pasta, en el grado de refinación y en los contenidos de pasta fina y de material de carga:

- Pastas menos refinadas permiten un secado considerablemente más fácil que las altamente refinadas.
- Pastas finas permiten un desaguamiento peor que fibras largas.
- Papeles con alto contenido de carga permiten un desaguamiento considerablemente más fácil.

En caso de rupturas, así como de cambio del tipo de papel con toma de la hoja, ocurrirán las mayores alteraciones de tracción de tela en la sequería. En caso de cambio del tipo de papel con pequeña alteración del gramaje, la tracción de la tela oscilará en menor grado. Aquí, la alteración de la tracción de la tela también depende hasta que punto y con qué rapidez la velocidad de la máquina puede ser ajustada a la nueva capacidad de producción.

En caso de tensores de operación manual, la tracción de la tela, que aumenta en virtud del cambio del tipo de papel, no es corregida. En caso de rupturas, ocurre un gran aumento de la tracción de la tela, que llega a alcanzar el triple de la que se verifica en operación normal.

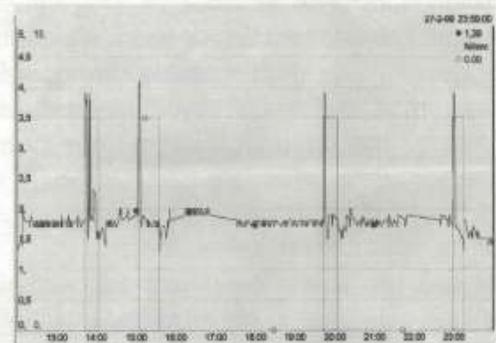


FIG. 6. TRACCIÓN DE LA TELA SECADORA CON REGULACIÓN SEMIAUTOMÁTICA DE LA TENSIÓN: LAS RUPTURAS CAUSAN FUERTES OSCILACIONES DE TRACCIÓN. EN RESPUESTA DE LA MÁQUINA EN MARCHA, OCURRE UN COMPORTAMIENTO CARACTERIZADO POR OSCILACIONES, QUE ES AMORTIGUADO SOLAMENTE DESPUÉS DE 10 MINUTOS.

En caso de tensores semiautomáticos también pueden ocurrir fuertes oscilaciones de tensión. Su reacción generalmente es lenta, pues es la propia tela secadora que debe generar la energía para el desplazamiento del rodillo tensor. Debido a las propiedades de amortiguación, condicionadas por el módulo de elasticidad, puede ocurrir un aumento de oscilaciones. Alteraciones de tracción de la tela son compensadas solamente despacio.

De manera semejante se comportan tensores automáticos con medición exterior, pues en este caso ocurre un aumento de la histéresis de regulación, causado por el retraso entre el movimiento de posicionamiento y la medición.

#### 4. INFLUENCIAS TEÓRICAS

Las influencias de la tensión de la tela sobre la producción de papel pueden ser divididas en dos categorías:

- Calidad del papel
- Costos y volumen de producción.

##### 4.1. Calidad del Papel

La tensión de la tela en la sequería sufre la influencia de varios parámetros. Esencialmente, son los determinados por el secado:

- Perfil transversal de humedad:  
En caso de tracción excesiva de la tela, los rodillos-guía se doblan, lo que resulta en la modificación del perfil transversal de tensión y de la transmisión térmica en el sentido transversal de la máquina.
- Perfil longitudinal de humedad:  
Sin regulación de tensión, la tracción de la tela se altera en función del contenido de humedad; en consecuencia, puntos de mayor humedad sufren un secado menos intenso, mientras que puntos de humedad menor, un secado más intenso.
- Perfil de humedad en la dirección z:  
La tensión de la tela de los cilindros superiores e inferiores determina la transmisión térmica y, por lo tanto, el secado del lado superior del papel y de su lado en contacto con la tela.

De esta manera, son determinados, entre otros, los siguientes parámetros:

- Llanura
- Abarquillamiento
- Estabilidad de impresión
- Estabilidad de formato
- Warp en cartón ondulado
- Rayado de dedos en cartón de yeso.

Además, son alteradas las siguientes características de calidad:

Influencia de la tracción de la tela secadora sobre la calidad del papel	
- Perfil longitudinal de humedad x	- Llanura
- Perfil transversal de humedad y	- Abarquillamiento
- Perfil de humedad en dirección z	- Estabilidad de impresión
Influencia de la tracción de la tela secadora sobre el consumo de energía	
- Sequedad	- Consumo de vapor
Influencia de la tracción de la tela secadora sobre la runnability	
- Rupturas	- Tiempos de parada
- Daños en cojinetes	- Desvío de la tela
- Vida útil de la vestidura	

TABLA 1. INFLUENCIAS TEÓRICAS DE LA TRACCIÓN DE LA TELA SECADORA EN PAPELES SOPORTE PARA CARTÓN ONDULADO

- Daño de la superficie del papel, en virtud de una velocidad diferencial excesiva
- Marcación de la superficie, debido a una tracción excesiva de la tela
- Formación de pequeñas burbujas en cartón de capas múltiples.

##### 4.2. Costos y Volumen de Producción

La regulación automática de la tensión de las telas secadoras influye positivamente en los siguientes parámetros:

- Sequedad
- Reducción del consumo de vapor
- Rupturas causadas por velocidades diferenciales distintas entre el cilindro, la hoja y la tela secadora dentro de los diversos grupos individuales
- Daños de cojinetes, resultantes de una tensión excesiva de la tela
- Vida útil de la vestidura
- Reducción de los tiempos de parada
- Desvío de la tela en caso de rupturas.

#### 5. Experiencias Prácticas

En febrero de 1999, en una reforma, fueron instalados tensores a cadena totalmente automáticos, con medición integrada, para la regulación precisa de la tracción de las telas secadoras en una máquina de papel soporte para cartón ondulado. Con un ancho de trabajo recortado

de 2,45 m, se produce preponderantemente Fluting de 130 g/m<sup>2</sup>, a una velocidad de 304 m/min (promedio de 12 meses). Las ventajas enumeradas a continuación se han confirmado después de un año de operación:

<b>Daños en cojinetes de rodillos / telas secadoras</b>	<b>4,08 Euros/t</b>
Reducción de los tiempos de parada para reparos en un 80%	
<b>Vida útil de las telas secadoras</b>	<b>0,33 Euros/t</b>
Aumento de la vida útil media en 36%, en virtud de menor número de rupturas de costuras y reducción de depósitos de adhesivos	
<b>Reducción de rupturas</b>	<b>1,29 Euros/t</b>
Reducción de tiempos de parada en 40 h por año.	
<b>Economía de energía</b>	<b>0,83 Euros/t</b>
Reducción del consumo de vapor debido a una transmisión térmica mejorada y una deformación más reducida de la tela	
<b>Aumento del rendimiento</b>	<b>3,66 Euros/t</b>
Aumento del rendimiento específico en un 3,45% Aumento de la velocidad de la máquina en 4 m/min	

TABLA 2. ECONOMÍAS EN FUNCIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE TENSORES AUTOMÁTICOS DE TELAS SECADORAS

La selección de la costosa automatización en el manejo de la vestidura se ha justificado por un retorno de inversión de ocho meses, debiéndose presentar aquí solamente las ventajas financieras, calculables y mensurables. Las influencias pueden ser divididas en varias categorías:

- Mejoría del estado de los cojinetes de rodillos-guía
- Aumento de la vida útil de las telas secadoras
- Reducción de rupturas
- Economía de energía
- Aumento del rendimiento de la máquina
- Mejoría de la calidad del papel.

### 5.1. Mejoría del Estado de los Cojinetes de Rodillos-Guía

Antes de la instalación, ocurría regularmente una tensión de las telas secadoras que excedía a los valores admisibles. El resultado de esa tensión elevada de las telas era una sobrecarga de los cojinetes de rodillos-guía.

Ventajas de la automatización:

- Los tiempos de parada necesarios para el cambio de cojinetes fueron reducidos en un 80%.
- En el caso de daños en los cojinetes que ocurrían a despecho de una sustitución regular, eran dañadas las telas secadoras. Después de la reforma, esos daños no han ocurrido más.
- La nueva posibilidad de mantener la tracción de la tela permanentemente constante redujo el riesgo de la ocurrencia de otros daños consecuentes en virtud de cojinetes sobrecalentados o defectuosos. Esta es una contribución muy importante, aunque económicamente no mensurable, para la reducción de los costos.

Antes de la automatización, los respectivos costos eran de aproximadamente 4,08 Euros/t.

### 5.2. Aumento de la Vida Útil de las Telas Secadoras

Antes de la utilización de los tensores automáticos, ocurrían frecuentes rupturas de costura, causadas por la tracción desigual de la tela y sobre todo, por el hecho de que se excedía de valores de tensión admisibles. Esa tracción inadmisiblemente elevada de la tela ocurre, por ejemplo, en caso de rupturas, o en la producción de gramajes bajos. En función de la regulación automática de la tensión, no se excede de ningún modo a un valor máximo admisible. En carácter adicional, en la reforma se pudo optimizar el sistema-guía de las telas secadoras, lo que ha resultado en mejoras considerables, especialmente en el 1er grupo secador.

- El evitar picos de tensión ha reducido las rupturas de costuras y aumentado al mismo tiempo la vida útil de la vestidura de un promedio de 110 días para 150 días.
- En función de la utilización de papel viejo en la composición de la pasta, hay problemas con depósitos de adhesivos en la sequería. Los adhesivos se depositan en la superficie de los rodillos-guía, lo que resulta en un aumento de su diámetro. En consecuencia, aumentaba la tensión de las telas secadoras. A través de la regulación automática de la tensión, actualmente ese aumento es compensado, así se evitan las rupturas de costuras, que antiguamente resultaban del mismo.

La respectiva economía es de cerca de 0,33 Euros/t.

### 5.3. Reducción de Rupturas

Antiguamente, ocurría en la sequería un aflojamiento o un exceso de tensión de la hoja de papel, espontáneo e incontrolable, así como un resbalamiento incontrolable de la hoja de papel con respecto a los cilindros y a la tela secadora. Ese resbalamiento resultaba de la diferencia de tensión de la tela secadora entre los cilindros superiores e inferiores, así como de diferencias de tensión entre el lado de mando y el de accionamiento. La velocidad diferencial entre los cilindros, el papel y la tela secadora sufre esencialmente la influencia de la tracción de la tela, pues el coeficiente de rozamiento permanece ampliamente constante. Esas velocidades diferenciales distintas resultan en rupturas de la hoja de papel. La regulación automática de la tensión redujo considerablemente el número de rupturas. En conjunto, los tiempos de parada causados por las mismas pudieron ser reducidos en 40 horas por año, lo que ha resultado en una economía del orden de 1,29 Euros/t.

### 5.4. Economía de energía

En función de una tensión ideal de las telas secadoras, se ha logrado una mejoría en la uniformidad de la estructura de la tela, lo que garantiza ahora una evaporación uniforme.

Bajo las mismas condiciones de producción, se puede economizar, desde la reforma, 0,05 t de vapor / t de papel. En virtud de la transmisión térmica más uniforme entre la superficie de los cilindros y el papel, se economiza más 0,05 a 0,10 t de vapor / t de papel.

Los dos factores proporcionan en conjunto una economía de cerca de 0,83 Euros/t.

### 5.5. Aumento del Rendimiento

La reducción del consumo específico de vapor ha resultado en un aumento del rendimiento de la máquina de papel. En vez de las 5,8 t/h producidas hasta la reforma, ahora se pueden producir 6,0 t/h. Esto corresponde a un aumento de rendimiento de un 3,45%, solamente en función del mejor aprovechamiento de la energía térmica. El aumento del rendimiento ha posibilitado una elevación de la velocidad de producción en 4 m/min.

Esto resulta en ventajas en términos de costos del orden de 3,66 Euros/t.

### 5.6. Mejoría de la Calidad del Papel

En carácter adicional a los parámetros económicamente mensurables, hay influencias sobre la calidad del papel. Su magnitud no puede ser convertida en economías de costos, que posibilita, en algunos casos, competir comercialmente con papeles del mismo precio, pero de menor calidad, aumentando de esta manera el movimiento de ventas.

Esencialmente, a través de la utilización de los tensores automáticos, han sido mejorados parámetros que están directamente relacionados con el secado:

- Perfil transversal de humedad
- Perfil de humedad en la dirección z
- Abarquillamiento
- Llanura

En el sentido longitudinal de la máquina, no ha resultado cualquier mejora mensurable del perfil de humedad. Asimismo, no se pudieron constatar mejoras significativas en términos de lisura, uniformidad de la lisura, resistencia a la ruptura y daño de la superficie por adhesivos. La imprimibilidad no ha sido puesta a prueba (Tabla 3).

En la transformación de los papeles producidos en esa máquina de papel, se ha constatado una reducción considerable del warp en las máquinas de cartón ondulado, de manera que allí se ha logrado una producción del cartón ondulado y del cartón a costos más favorables.

La mejoría de la calidad, sobre todo una calidad uniformemente alta, con variaciones muy pequeñas, ha aumentado las perspectivas de mercado de los papeles aquí producidos.

### 6. Cálculo de la Rentabilidad

En función de la utilización de los tensores automáticos en la sequería, se han economizado, en conjunto, aproximadamente 510.000 Euros por año. De esta manera, por tonelada de papel, los costos de producción pueden ser reducidos en cerca de 10 Euros.

<b>Influencia de la tracción de la tela secadora sobre la calidad del papel</b>	
Perfil transversal de humedad	+
Perfil longitudinal de humedad	0
Perfil de humedad en la dirección z	+
Llanura	+
Abarquillamiento	+
Lisura	0
Uniformidad de la lisura	0
Resistencia a la ruptura	0
Daño de la superficie por adhesivos	0
Imprimibilidad	no se la ha puesto a prueba
Warp (en cartón ondulado)	+
Homogeneidad de la calidad	+
Runability en las máquinas de cartón ondulado.	+

TABLA 3. MEJORAS DE LOS PARÁMETROS DEL PAPEL EN FUNCIÓN DE LA REGULACIÓN AUTOMÁTICA DE TELA SECADORA.

Los costos de adquisición de los tensores han sumado cerca de 100.000 Euros, más las tasas de aduana, los gastos de montaje e instalación, además de los costos de parada para el montaje.

Considerándose todos los costos, resulta un retorno de inversión en menos de ocho meses, no habiendo sido todavía tenidas en cuenta las ventajas resultantes de la calidad perfeccionada y más homogénea del producto y por consiguiente, la mejoría de las perspectivas de mercado.

### 7. Conclusión Final

Se puede comprobar que la utilización de tensores automáticos en máquinas nuevas y reformas de máquinas de papel resulta en una reducción considerable de los costos de producción, con el aumento simultáneo del volumen de producción, así como el perfeccionamiento de la calidad. En función de estos factores, la inversión se paga en tiempo extremadamente corto.



## CARBOXIMETILCELULOSA DE SODIO:

PARA TEXTILES, DETERGENTES, ADHESIVOS, PETRÓLEO, CERÁMICA, INDUSTRIA DEL PAPEL GRADO PURIFICADO PARA ALIMENTOS Y BEBIDAS

## RESINAS ACRÍLICAS: PARA TEXTILES, PINTURAS E INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN PEGANTE AMTEX (KOLA BLANCA P. V. A.)

Carrera 51 No. 13 -66 - Conmutador: (57-4) 265 6911 - Tels. Ventas: 265 6810 - 265 6777  
Teléfono Compras: 265 7036 - Fax General: (57-4) 265 7252 / 9012 - Fax Ventas: (57-4) 265 7974  
E-mail: amtexco3@epm.net.co - Medellín - COLOMBIA



MEXICO: QUIMICA AMTEX S.A DE C.V.  
Paseo de las Palmas 1155  
Colonia Lomas de Chapultepec  
11000 México, D.F.  
R.F.C. QAM- 831227- UEA  
Teléfono: (52-5) 202 3011  
Fax: (52-5) 520 5069  
E-mail: qamtexmx@data.net.mx

COLOMBIA: QUIMICA AMTEX S.A.  
Carrera 51 No. 13-66  
Conmutador: (57-4) 265 6911  
Fax Central: (57-4) 265 7252  
Fax Ventas: (57-4) 265 7974  
Apartado 5073 Medellín  
E-mail central: amtexco3@epm.net.co  
E-mail ventas: amtexco12@epm.net.co

ARGENTINA: LATINOQUIMICA S.A.  
San Martín 617 Piso 4D  
1004 Buenos Aires  
(Entre Tucumán y Viamonte)  
Teléfono: (54-11) 4314 3344  
Fax: (54-11) 4314 8868  
Email: latinosm@startel.com.ar  
Email: latinoip@deltanet.com.ar

### OFICINAS DE VENTA:

BRASIL: QUIMICAMTEX LTDA.  
Rua Henrique Schaumann, 286 - Cj 101  
CEP: 05413-010 Jardim América  
São Paulo - SP  
Tels. (55-11) 3085-4732 / 3064-0573  
Fax (55-11) 3088-8690  
E-mail: qamtexbr@uol.com.br

CHILE: QUIMICA AMTEX LTDA.  
Europa No. 1908 Providencia  
Casilla 285 Correo 35 - Santiago de Chile  
Tels.: (56-2) 3621674/1675/1676  
Fax: (56-2) 2049287  
E-mail: labra@entelchile.net

ECUADOR: Q&C - ING. LUISA RÍOFRÍO  
Colinas de Los Ceibos Calle Sexta No. 310  
Guayaquil  
Teléfonos: (593-4) 853186 - 850334  
Fax: (593-4) 854850  
E-mail: qc\_rifrio@usa.net

PERÚ: QUIMICA AMTEX S.A.  
Jr. Pedro Marín No. 260  
Barranco - Lima 4, Perú  
Teléfonos: (51-1) 247 0814 - 247 0871  
Fax: (51-1) 477 3510  
E-mail: qamtexpe@chavin.rcp.net.pe

VENEZUELA: ANDEX C.A.  
Paseo Enrique Eraso  
Torre La Noía, Piso 7, Oficina 7A-4  
Urbanización Las Mercedes - Caracas,  
Apartado 68116 - 1062-A Caracas  
Teléfonos: (58-2) 991 8473 - 992 7876  
Fax: (58-2) 992 7745  
E-mail: andex@intamnet.ve