



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

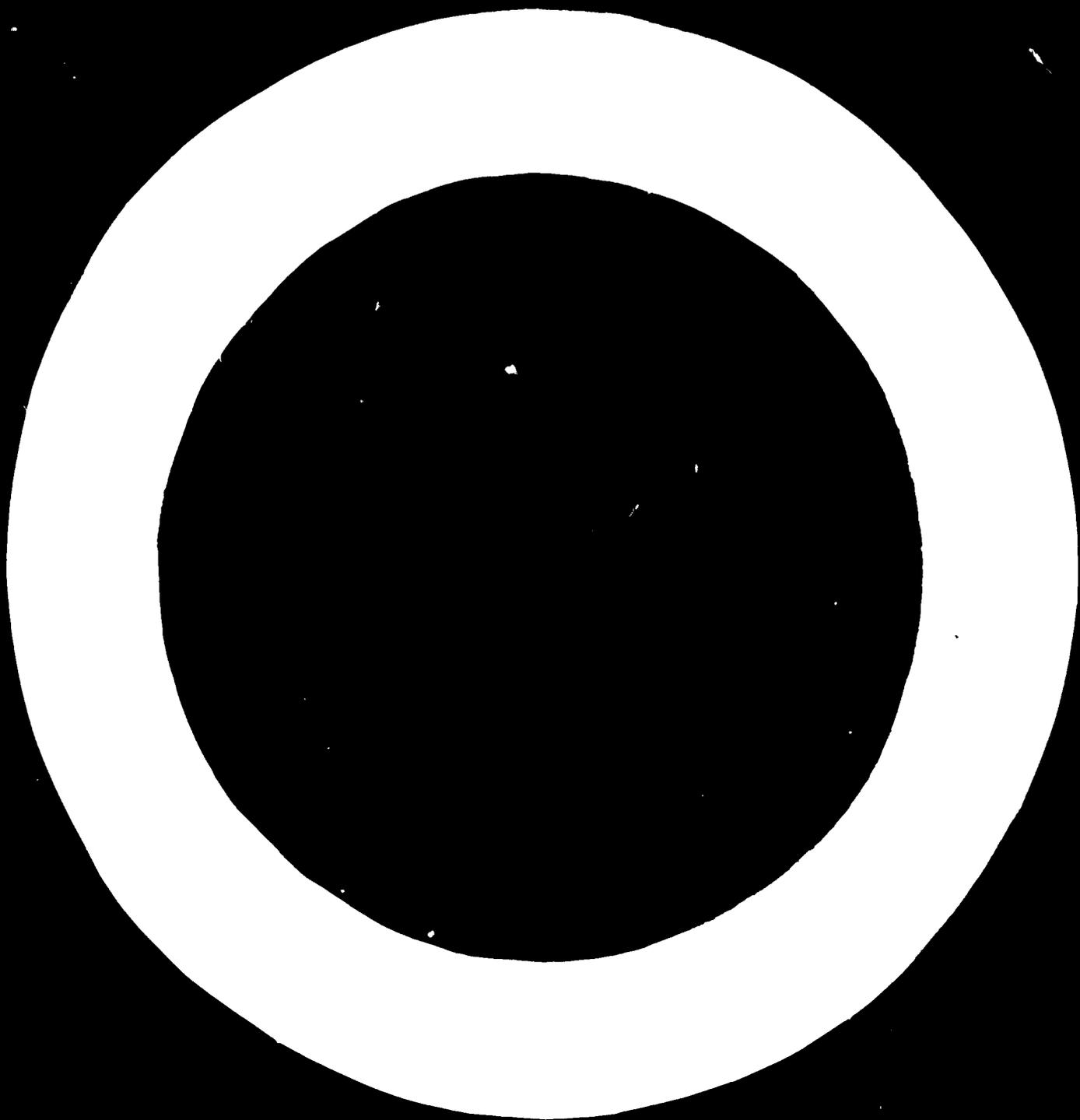
For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org

EL CONTROL
DE CALIDAD
EN LA
INDUSTRIA
TEXTIL

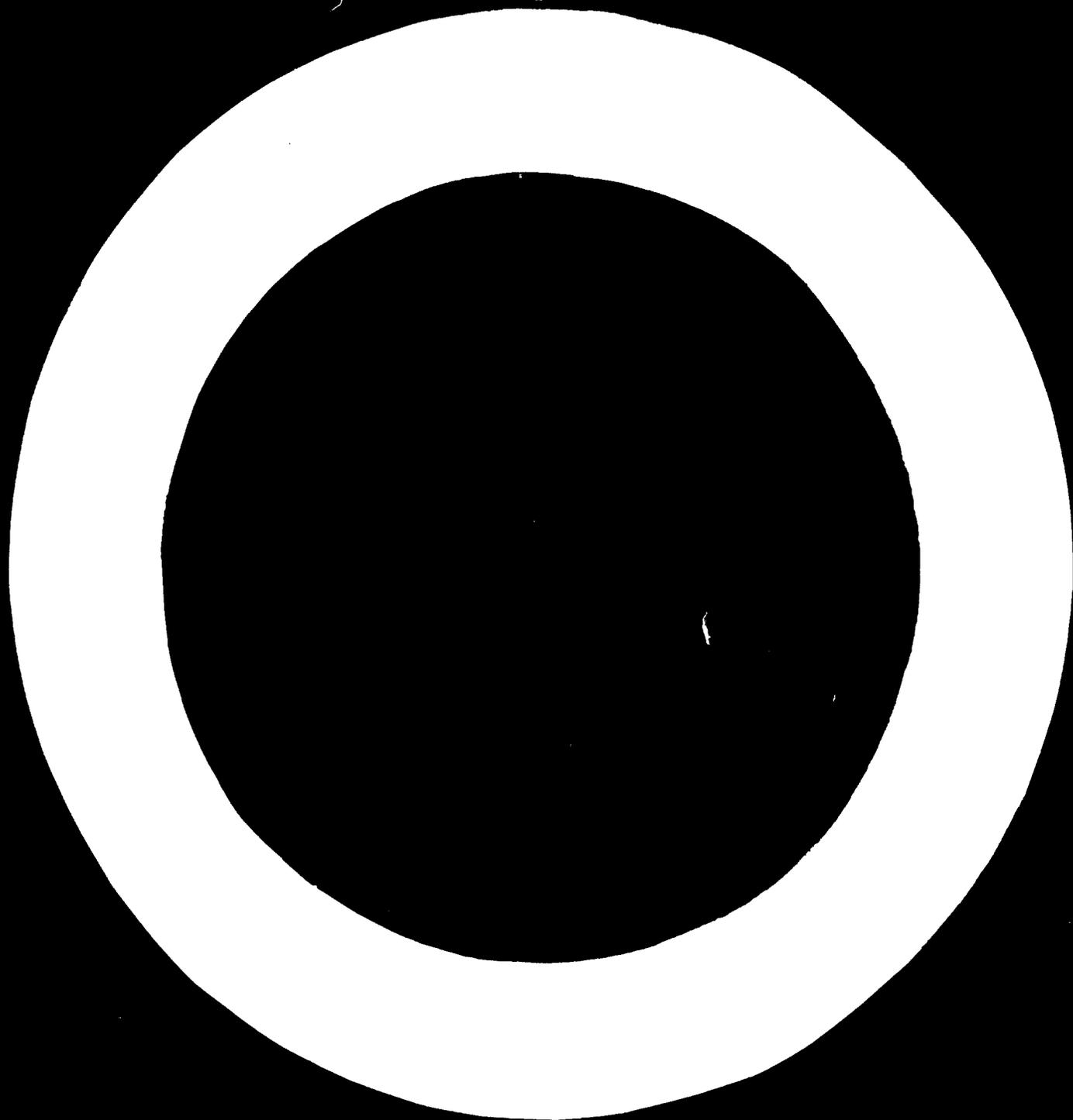


NACIONES UNIDAS

(67 p.)



**EL CONTROL DE CALIDAD
EN LA INDUSTRIA TEXTIL**



**ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL
VIENA**

EL CONTROL DE CALIDAD EN LA INDUSTRIA TEXTIL



NACIONES UNIDAS
Nueva York, 1972

El material que aparece en esta publicación se podrá citar o reproducir con entera libertad, pero se agradecería que se mencionase su origen y que se enviase un ejemplar de la publicación en que figure la cita o la reproducción.

ID/91
(ID/WG.58/12, Rev. 1,
ID/WG.58/18, Rev. 1)

PUBLICACION DE LAS NACIONES UNIDAS

Núm. de venta: S.72.II.B.24

Precio: \$1,00 (EE.UU.)

(o su equivalente en la moneda del país)

INDICE

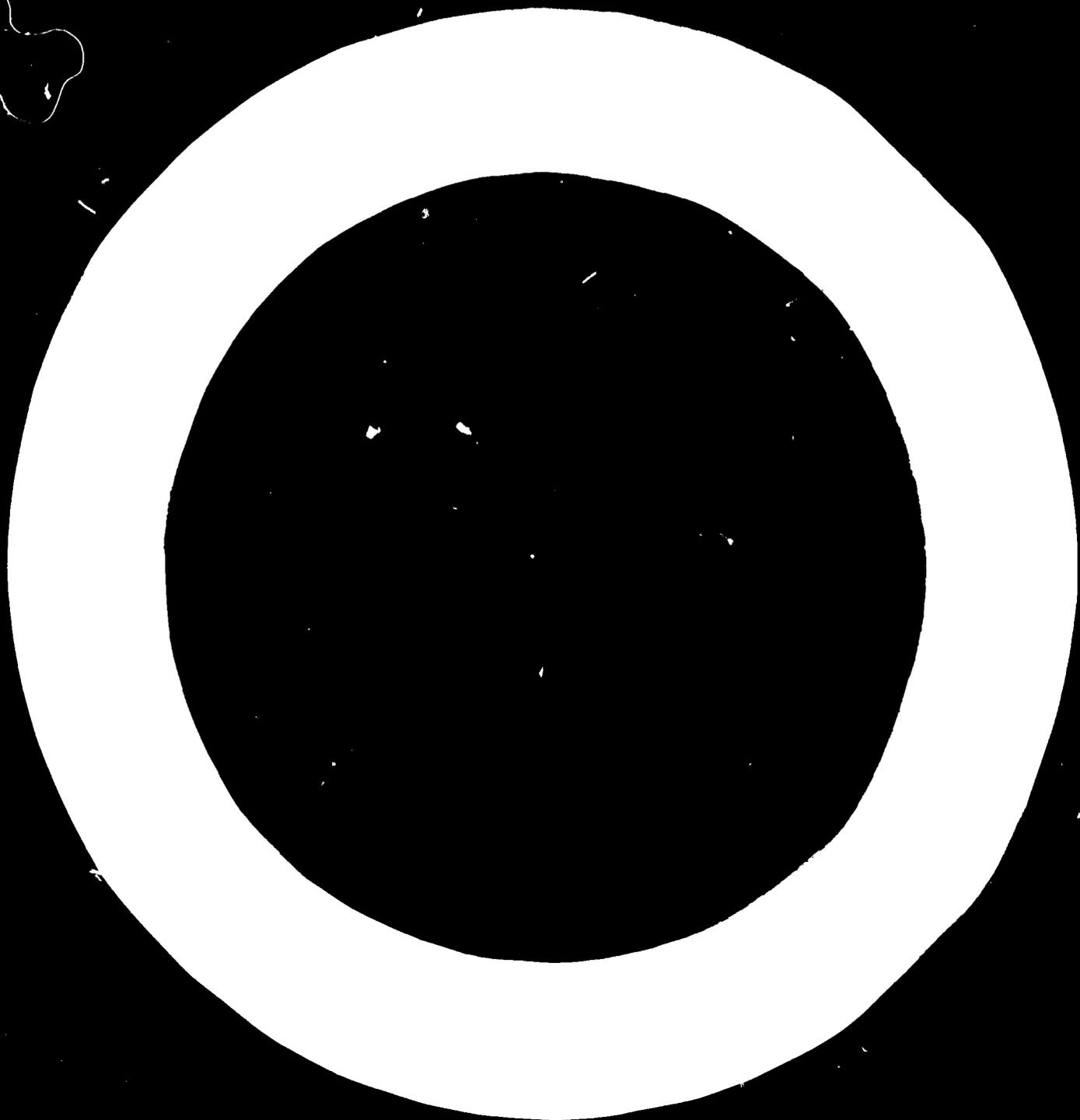
	<i>Página</i>
<i>Prefacio</i>	vii
Parte I. Informe de la reunión de expertos en control de calidad en la industria textil	
Organización de la reunión	3
Debate	4
Recomendaciones	6
Anexo 1. Programa de la reunión	9
Anexo 2. Lista de documentos	10
Parte II. Estudio en control de calidad	
INTRODUCCION	15
<i>Capítulo I</i> METODOS PRACTICOS DE CONTROL DE CALIDAD	18
Aspectos económicos del control de calidad	18
Obtención y mantenimiento de condiciones de elaboración óptimas	20
Mantenimiento de las máquinas	22
Procedimientos operativos	23
Control estadístico de calidad	23
Control del desperdicio	27
<i>Capítulo II</i> ORGANIZACION DEL CONTROL DE CALIDAD	29
Departamento de control de calidad	29
Personal del departamento de control de calidad	30
El laboratorio de ensayos	31
Capacitación del personal de la fábrica	31
Aspectos psicológicos	32

	<i>Página</i>
Capítulo III	EL CONTROL DE CALIDAD EN LA HILATURA 34
	Control de las materias primas de las fibras 34
	El control en la hilatura del algodón 36
	El control en la hilatura del estambre 38
Capítulo IV	EL CONTROL DE CALIDAD EN LA MANUFACTURA DE TELAS 43
	Control de la tejeduría 43
	Tejedura de punto 45
Capítulo V	EL CONTROL DE CALIDAD EN EL ACABADO 48
	Tratamiento del algodón 50
	Tratamiento de mezclas de algodón y fibras sintéticas 51
	Tratamiento de la lana 51
	Tratamiento de fibras artificiales y sintéticas 52
Capítulo VI	EL CONTROL DE CALIDAD EN LA INDUSTRIA DE LAS PRENDAS DE VESTIR 54
	Prueba de aceptación 54
	Ensayo de las propiedades 55
	Inspección del producto 56
Capítulo VII	EL CONTROL DE CALIDAD EN UNA ECONOMIA EN DESARROLLO 57
	Aspectos generales 57
	Centros de control de calidad para la industria textil 59

PREFACIO

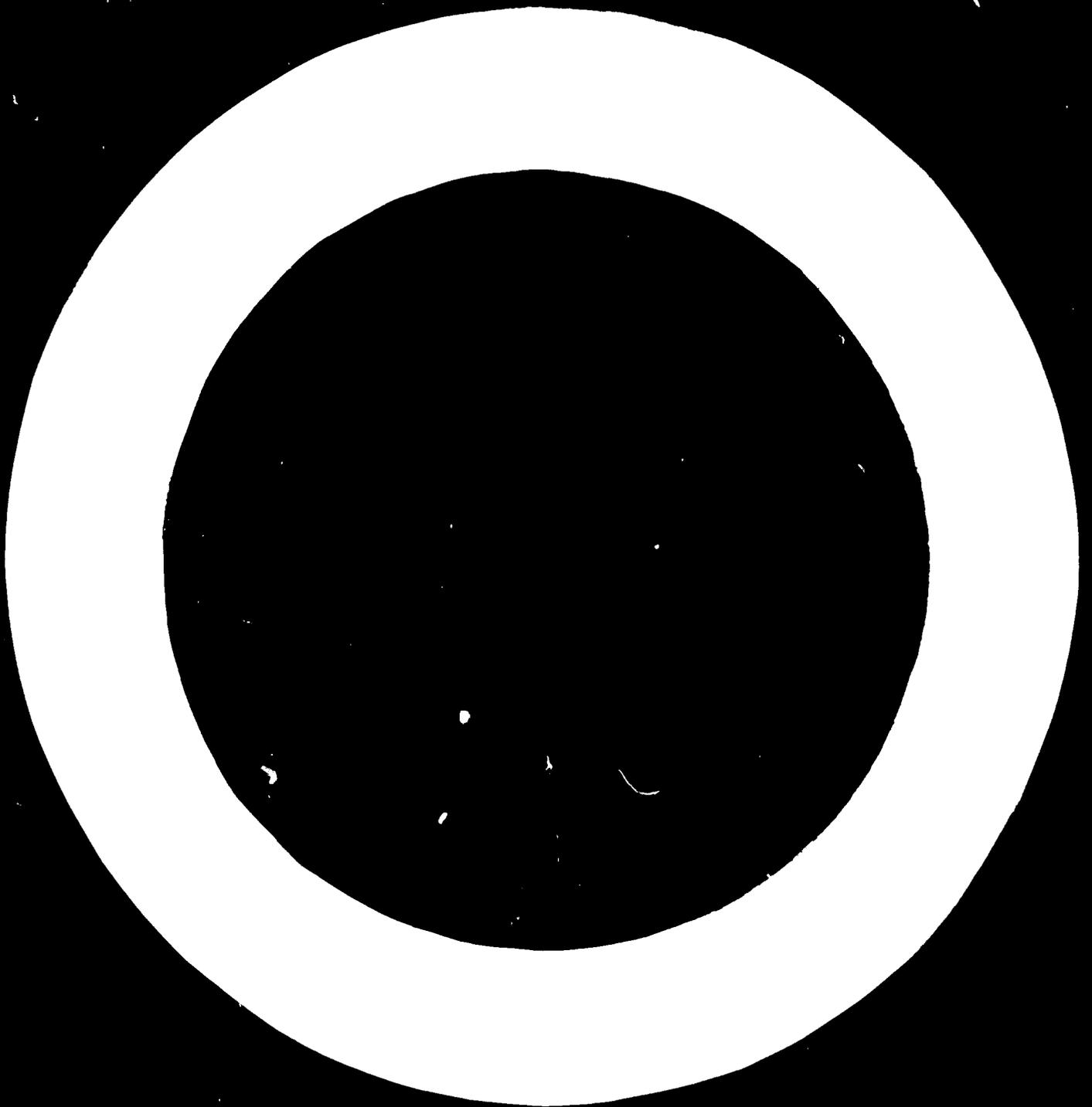
La presente publicación consta de dos partes. La Parte I es el informe de la reunión de expertos en control de calidad en la industria textil, celebrada en Budapest en julio de 1970. La reunión fue convocada por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) a fin de recomendar medidas apropiadas para ayudar a los países en desarrollo a establecer sistemas eficaces de control de calidad en sus industrias textiles.

Entre las recomendaciones adoptadas en la reunión figuraba la de que se preparase un estudio completo sobre control de calidad en la industria, estudio que incluiría gran parte de la información contenida en las monografías presentadas en la reunión y, además, aspectos tales como la dotación de personal para los departamentos de control de calidad, el equipo necesario, la capacitación del personal de la fábrica, el mantenimiento preventivo y la función de las estadísticas en el mantenimiento de normas. Ese estudio, que aparece en la Parte II de la presente publicación, fue preparado para la ONUDI por el Sr. M. Chaikin y el Sr. J. D. Collins, de la Escuela de Tecnología de Textiles, de la Universidad de Nueva Gales del Sur (Australia). Las opiniones expresadas en el estudio son las de sus autores, y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la secretaría de la ONUDI.



Parte I

**INFORME DE LA REUNION
DE EXPERTOS EN
CONTROL DE CALIDAD
EN LA INDUSTRIA TEXTIL**



ORGANIZACION DE LA REUNION

1. De conformidad con el programa de trabajo de la ONUDI aprobado para 1970 (ID/B/64/Add.6, párrafo 15), se celebró una reunión de expertos en control de calidad en la industria textil del 6 al 9 de julio de 1970. La finalidad de esta reunión, convocada en Budapest por invitación del Gobierno de Hungría, era recomendar medidas adecuadas para ayudar a los países en desarrollo a establecer sistemas eficaces de control de calidad en la industria textil.
2. En la reunión participaron trece expertos y hubo también tres observadores. El Sr. M. Chaikin quedó elegido Presidente y el Sr. I. Szabo, Relator. El Sr. A. Eraneva representó a la ONUDI como Funcionario Encargado de la Reunión.
3. En el Anexo 1 figura el programa de la Reunión. Se invitó a varios expertos a que presentaran monografías sobre varios aspectos de los temas incluidos en el programa. El Anexo 2 contiene una lista de esas monografías.
4. Además del debate sobre los distintos temas previstos, el programa comprendió visitas al Instituto de Investigaciones Textiles, al Instituto de Control de Calidad en la Industria Textil, a una exposición especial de instrumentos de ensayo de textiles, organizada por METRIMPEX, y a una fábrica integrada de estambre, en Budapest.

DEBATE

5. La monografía presentada por el Sr. Barella Miró sobre métodos estadísticos para el control de calidad consistía principalmente en un estudio de las distintas técnicas descritas en publicaciones del ramo. Después de considerar las definiciones, el concepto de distorsión y la metodología correspondientes, el autor hacía referencia a los principales ensayos estadísticos y a sus aplicaciones. La monografía comprendía también una introducción al análisis de la varianza.

6. El debate versó principalmente sobre los conocimientos mínimos que precisa poseer el personal de control de calidad, su capacitación en los conceptos básicos de la estadística matemática, el empleo de métodos aplicables cualquiera que sea el tipo de distribución (tema no tratado en la monografía) y la función que desempeñan las estadísticas en el establecimiento de un sistema de control de calidad, en general.

7. En la monografía presentada por el Sr. Jedryka se describía a grandes rasgos la organización efectiva del control de calidad de una fábrica de productos textiles. Con cierto detalle se trataban los siguientes puntos: factores esenciales en la introducción del control de calidad, responsabilidades e interrelaciones entre los distintos departamentos de una fábrica y el problema del desarrollo de nuevos procesos y productos.

8. Según se esperaba, dieron realce al debate sobre la monografía las diversas experiencias hechas por los participantes al introducir, en la práctica, el control de calidad a nivel de fábrica y se intercambió cierta cantidad de informaciones útiles.

9. La monografía del Sr. Chaikin trataba principalmente de las causas y del control del desperdicio en la hilatura del estambre, pero se mencionaban también cierto número de factores y procedimientos aplicables de modo más general. El debate puso de relieve la importantísima función que desempeñaba el desperdicio en los aspectos económicos de algunas partes de la industria textil, y, en particular, los problemas especiales que podían surgir al respecto en los países en desarrollo.

10. Se presentaron tres monografías sobre diversos aspectos del control de calidad en la hilatura, preparadas por los Sres. H. K. Krakowian, T. A. Subramanian y L.A.B. Gangli. Al servir unas de complementos de las otras, abarcaban bastante bien uno de los sectores más importantes del control de calidad. En especial, se recaicaron la numeración media del hilo, la irregularidad del hilado y su importancia para el control de procesos y la calidad del producto, y, además, se discutieron varios métodos. La gran variedad de observaciones suscitadas por cada una de esas

monografías indicaron el interés que despertaban y la magnitud considerable del trabajo efectuado en el pasado.

11. Las monografías presentadas por los Sres. M. C. Paliwal, S. N. Bhaduri y P. Grosberg fueron acogidas con mucho interés, pues los temas por ellos elegidos, a saber: el bobinado, el plegado de la urdimbre y la tejeduría, y la tejeduría de punto, respectivamente, no habían sido objeto, en las publicaciones del ramo, de la misma atención que algunas de las otras cuestiones discutidas. Se esbozaron las diversas técnicas que entran en juego, el problema de los defectos del hilo, y el control de parámetros. En el debate subsiguiente se discutieron de manera más extensa y amplia las cuestiones planteadas en las monografías.

12. La monografía relativa al control de calidad en el acabado del algodón, original del Sr. P. C. Mehta, fue presentada por el Sr. Paliwal, y el debate demostró el enorme interés de los participantes en el empleo de técnicas de control de calidad para el tejido y el acabado. La monografía se ocupaba de manera completa de las siguientes cuestiones: materias primas y colorantes, su pureza y compatibilidad con los productos de apresto y auxiliares; también versaba sobre ciertos aspectos del control de calidad y el control de los productos en fabricación. El debate sacó a la luz problemas especiales que se plantean realmente en las fábricas.

13. La última monografía, original del Sr. Stiller, y referente a los aspectos psicológicos que se habrán de considerar al establecer un plan de control de calidad en una fábrica, fue presentada por el Sr. Pitre. Los participantes dieron a conocer brevemente sus experiencias al respecto, y durante el debate consiguiente se reconoció plenamente la importancia de atender esta cuestión.

14. Se convino en que, a fin de preparar un documento general sobre control de calidad en la industria textil, cada uno de los autores tendría que volver a presentar a la ONUDI ejemplares corregidos de la monografía presentada y resúmenes tanto de la monografía como del debate pendiente. Además, se pidió a los autores que presentaran bibliografías lo más completas posibles sobre los temas tratados en las monografías, prestando especial atención a la práctica industrial.

RECOMENDACIONES

15. A raíz del debate sobre las cuestiones planteadas en las monografías, se convino en solicitar otras monografías y/o contribuciones sobre los siguientes temas¹:

- a) El control de calidad para el acabado de tejidos y de géneros de punto, de lana y de mezclas de lana;
- b) El control de calidad para el acabado de productos de fibras artificiales y sintéticas.
- c) El control de calidad de las materias primas de las fibras;
- d) El control de calidad en la industria de prendas de vestir; y
- e) Estudios de casos concretos sobre el establecimiento de sistemas de control de calidad en que se preste atención especial a los resultados prácticos obtenidos.

También se convino en que la monografía relativa al control de calidad en el acabado del algodón (ID/WG.58/5/Rev.1) comprendiera secciones adicionales sobre control de calidad para el acabado de telas de mezclas de algodón y artículos de punto.

16. Se recomendó que, después de recibir el material adicional necesario que permitiera formarse una idea bastante completa sobre la aplicación del control de calidad en la industria textil, la ONUDI solicitase los servicios de uno o más expertos para la preparación de un documento general en que se recomendaran los procedimientos que habrían de seguirse para establecer un plan global de control de calidad en un país en desarrollo. A continuación, se llevaría efectivamente a la práctica el plan propuesto en un país que se prestase a ello, y se pondría a disposición de los interesados el informe sobre los resultados obtenidos. Luego, se establecerían organizaciones modelo de control de calidad en otros países en desarrollo².

17. Al desarrollar el programa más arriba esbozado, habrán de tenerse presentes los siguientes puntos:

- a) Se tomarán en consideración los procedimientos prácticos, incluso los sistemas y técnicas seguidos en los centros existentes de control de calidad de textiles;

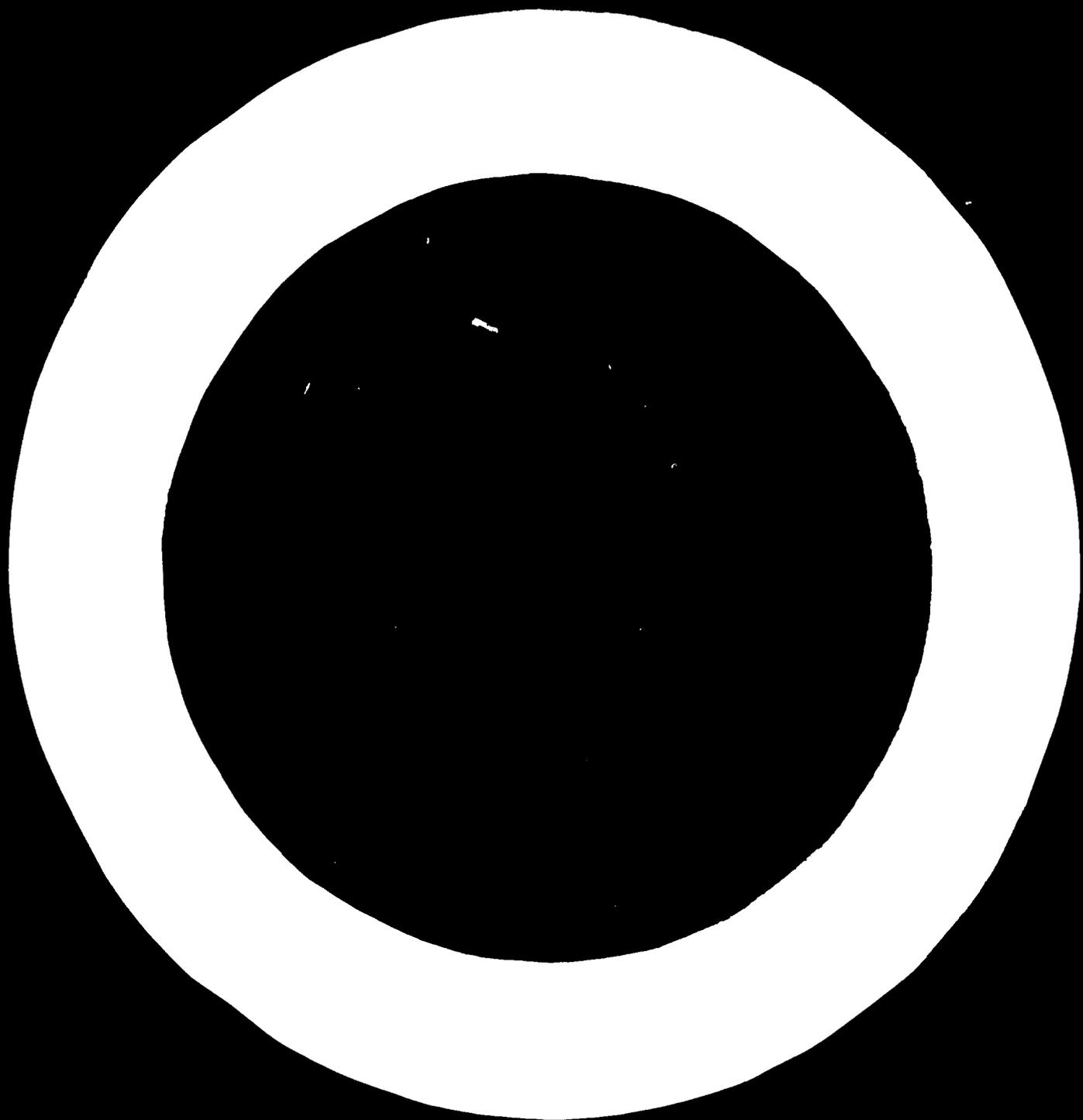
¹ En el anexo 2 figura una lista de las nuevas monografías presentadas atendiendo a esta recomendación.

² La monografía general requerida por esta recomendación figura como Parte II de la presente publicación.

- b) Si se establece un centro de control de calidad, éste deberá prestar, en general, servicios de asesoramiento y consulta de manera individual a cada una de las fábricas de productos textiles del país. Dicho centro no se dedicará simplemente a efectuar ensayos sino que se ocupará de capacitar al personal de las fábricas en la utilización del control de calidad como base del control de procesos. Se procurará estimular al centro a que, en cooperación con las empresas, se ocupe del desarrollo tecnológico de nuevos productos a fin de evitar una rigidez excesiva en la formulación de normas, lo cual podría servir de freno a las innovaciones técnicas.
- c) Se procurará obtener asesoramiento técnico adicional cuando sea necesario; y
- d) La ONUDI deberá prestar especial atención a las instalaciones docentes y de capacitación que se necesiten.

18. Se propuso celebrar una serie de seminarios sobre control de calidad en determinados países en desarrollo. Se pediría a un grupo de expertos que organizara y proporcionara los documentos de información general para los seminarios que se repetirían sucesivamente en los distintos países interesados.

19. Se recomendó que la ONUDI cooperara con organizaciones que se ocuparan de programas de control de calidad, especialmente en lo referente a las actividades desplegadas por ellas en relación con la promoción de sistemas de control de calidad.



PROGRAMA DE LA REUNION

1. **Discursos de apertura; elección del Presidente y el Relator.**
2. **Estudio de métodos estadísticos de control de calidad en la industria textil.**
3. **Organización general del control de calidad en una fábrica de tejidos.**
4. **Causas y control del desperdicio en la hilatura del estambre.**
5. **Aplicación de los métodos de control de calidad en la hilatura del estambre.**
6. **El control de calidad en la hilatura del algodón, el número y la uniformidad del hilado.**
7. **El control de calidad en el bobinado, el plegado de la urdimbre y tejeduría.**
8. **El control de calidad en la tejeduría de punto.**
9. **El control de calidad en el acabado del algodón.**
10. **Consideraciones psicológicas relativas a un programa eficiente de control de calidad.**
11. **Recomendaciones y conclusiones.**

Anexo 2

LISTA DE DOCUMENTOS¹

A. Documentos presentados en la Reunión

- ID/WG.58/1 The causes and control of waste in worsted spinning
por M. Chaikin, Universidad de Nueva Gales del Sur (Australia)
- ID/WG.58/2 Application of quality control methods in worsted spinning
por H. K. Krakowian, Secretaría Internacional de la Lana,
Londres (Reino Unido)
- ID/WG.58/3 Survey of statistical methods and concepts to be applied in
textile quality control
por A. Barella Miró, Director del Instituto de Productos Textiles
y del Cuero,
Barcelona (España)
- ID/WG.58/4 Quality control in the knitting industry
por P. Grosberg, Universidad de Leeds
(Reino Unido)
- ID/WG.58/5/Rev. 1 Quality control in the finishing of cotton
por P. C. Mehta, Director de la Asociación de Investigaciones de
la Industria Textil de Ahmedabad, Ahmedabad (India)
- ID/WG.58/6/Rev. 1 Quality control in cotton spinning, yarn count and uniformity
por T. A. Subramanian, A. R. Garde y S. N. Bhaduri, Asociación
de Investigaciones de la Industria Textil de Ahmedabad,
Ahmedabad (India)
- ID/WG.58/8/Rev. 1 Quality control in winding, beaming and weaving
por M. C. Paliwal y S. N. Bhaduri, Asociación de Investigaciones
de la Industria Textil de Ahmedabad,
Ahmedabad (India)

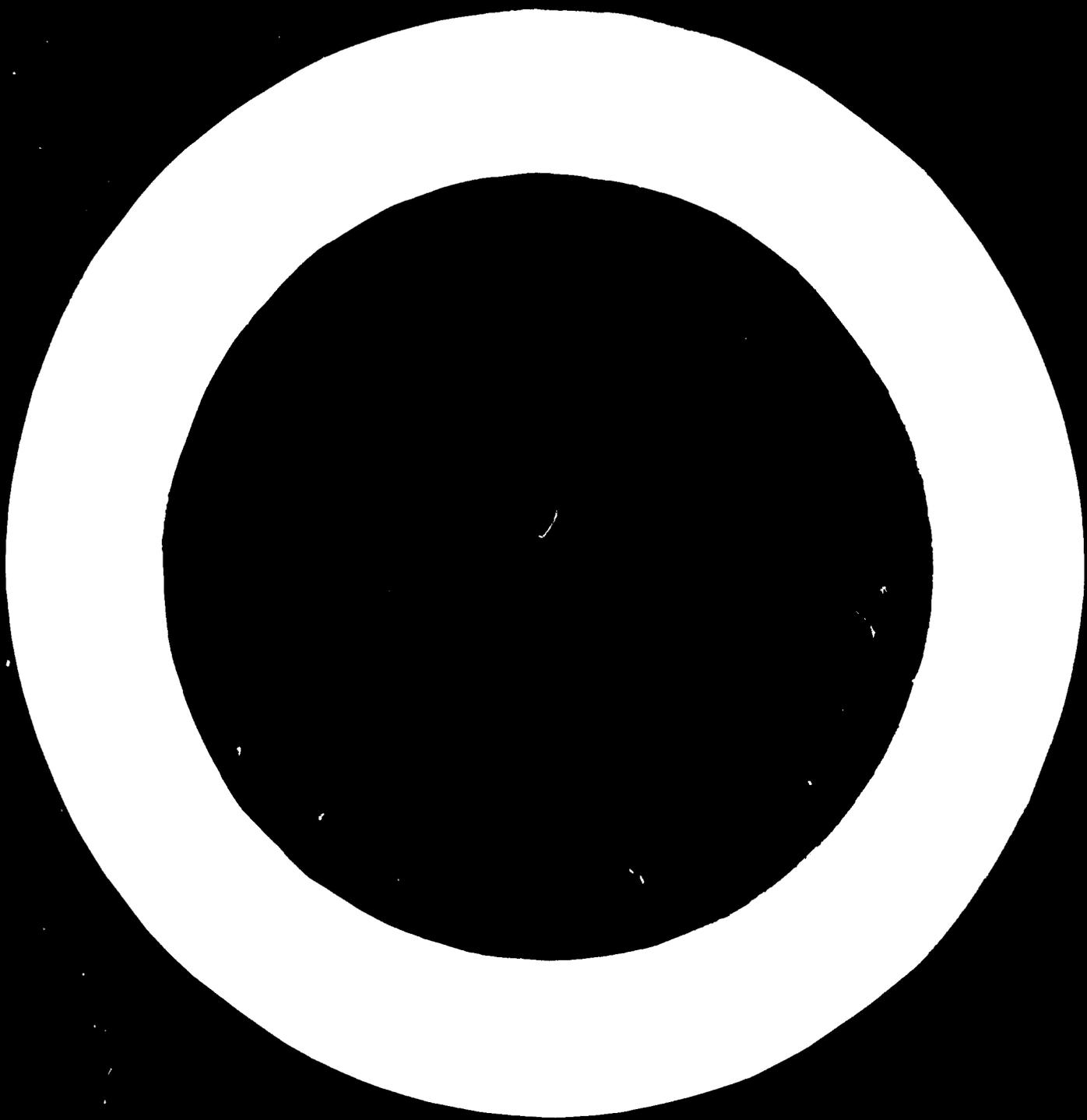
¹ Hay un número limitado de ejemplares a disposición de quienes los soliciten.

- ID/WG.58/9 The organization of quality control in a textile mill: some
general aspects and problems
por T. A. Jedryka, Instituto de Investigaciones Textiles,
Lódz (Polonia)
- ID/WG.58/10 Psychological considerations for an effective quality control
programme
por J. Stiller, Werner Management Consultants, Inc.,
Nueva York (Estados Unidos)
- Study of the theoretical and practical relations of spinning
plants
por L. A. B. Gangli, Instituto de Investigaciones Textiles
Budapest (Hungría)²

B. Documentos preparados después de la Reunión, como recomendó
el Grupo de Expertos

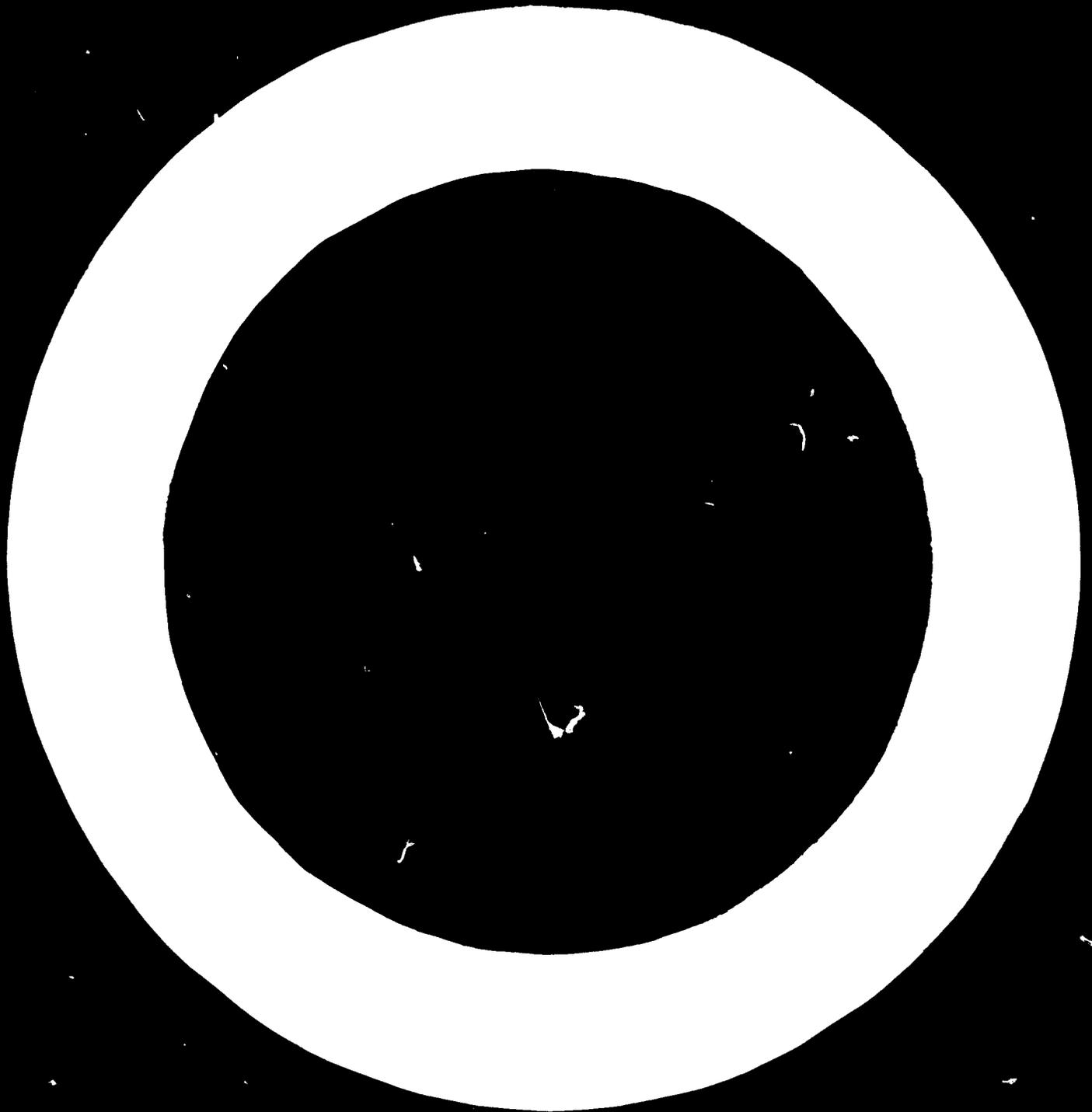
- ID/WG.58/13 Quality control in the finishing of fabrics made from blends of
cotton with man-made fibres
por P. C. Mehta, Director de la Asociación de Investigaciones de
la Industria Textil de Ahmedabad, Ahmedabad (India)
- ID/WG.58/14 Quality control in the clothing industry
por N. H. Chamberlain, Universidad de Leeds
(Reino Unido)
- ID/WG.58/15 Quality control in the finishing of man-made fibre products
por C. Duckworth
- ID/WG.58/16 Quality control in the finishing of wool and wool-blended
woven and knitted fabrics
por C. Duckwoth
- ID/WG.58/17 Quality control of fibre raw materials
por J. D. Collins, Universidad de Nueva Gales del Sur
(Australia)

² Fue distribuido por el autor durante la Reunión y no se dispone de ejemplares.



Parte II

**ESTUDIO EN
CONTROL DE CALIDAD**



Introducción

El principal objetivo de toda industria manufacturera es maximizar los beneficios obtenidos de la venta de productos acabados, lo cual implica minimizar los costos de producción. Una fábrica compra materias primas y, mediante una serie de procesos mecánicos y/o químicos, los transforma en producto final destinado a la venta. Como se necesita que el producto posea ciertas propiedades o satisfaga determinadas especificaciones, deberá tenerse esto en cuenta al elegir las materias primas, el orden de operaciones del proceso y los parámetros de elaboración.

Para todo producto existe, por hipótesis, un costo de producción mínimo; ahora bien, el costo real suele ser más elevado debido, entre otras cosas, a lo siguiente: producción excesiva de desperdicio, dificultades de elaboración, obtención de productos de inferior calidad (productos rechazados o defectuosos) y devoluciones efectuadas por los clientes (con el subsiguiente riesgo de que se pierda la clientela). El objetivo del control de calidad consiste en minimizar esas pérdidas, y, a este respecto, cabe adoptar un cierto número de medidas positivas. Sin embargo, antes de pasar a examinarlas, conviene considerar los parámetros principales que influyen sobre el costo total del producto y que guardan estrecha relación con el control de calidad.

En el costo de producción final revisten importancia los siguientes factores:

- a) Los parámetros referentes a las materias primas;
- b) Las condiciones de elaboración;
- c) Los procedimientos de operación; y
- d) La maquinaria.

Parámetros referentes a las materias primas. Al elegir fibras para un producto final especificado han de tenerse en cuenta determinados factores. Las propiedades de la fibra durante la elaboración y el empleo final dependerán de su finura, longitud, variabilidad de la longitud y el diámetro, propiedades mecánicas, rizado, maduración (algodón), color, presencia de materias extrañas, y grado de complejidad o de daño. En la práctica, se necesitará prestar atención a un mínimo de esas propiedades y la adquisición de fibras de calidad inferior puede originar problemas de elaboración, una cantidad excesiva de desperdicios y mercancías que no lleguen a cumplir las normas, con lo cual quedarán muy mermados los beneficios. Si una empresa adquiere fibras de calidad mejor de lo que se necesita (frecuentemente a un precio de compra más elevado), esto también entrañará una pérdida de beneficios. Como algunas fibras, por ejemplo las de algodón y lana, suelen ponerse a la venta con cantidades bastante grandes de impurezas es indispensable evaluar con exactitud el contenido en fibra limpia con objeto de evitar que se llegue a pagar demasiado por la materia prima. Al

elegir fibras para un empleo final específico es necesario comparar calidades y precios a fin de efectuar la compra óptima.

Pero incluso después de haber determinado las especificaciones de las fibras necesarias, queda por resolver el problema que plantea el hecho de que las fibras compradas, en lo que respecta a especificaciones, pueden diferir del óptimo ya que se tiende a adquirir las fibras apoyándose en una evaluación subjetiva y no en el conocimiento de propiedades debidamente medidas. A menudo es necesario tener un conocimiento exacto de propiedades particulares para que el fabricante pueda establecer las condiciones de elaboración de modo que se minimicen el desperdicio, las dificultades de elaboración y la obtención de productos finales de mala calidad.

Las fábricas de productos textiles emplean muchas otras materias primas, como productos químicos, colorantes y colas, y, si estos materiales no cumplen con las especificaciones en lo que respecta a resistencia, pureza, etc., esas materias pueden originar problemas de elaboración y el consiguiente aumento de los costos de producción. Ciertas materias, tales como los colorantes, pueden comprarse a varios proveedores a diferentes precios, pero estos precios estarán, en realidad, directamente relacionados con la fuerza de los tintes. La debida elección de materias primas depende del precio efectivo y de factores de calidad relacionados con esas materias.

Condiciones de elaboración. Las especificaciones de un producto final dado determinan la secuencia de la elaboración y los parámetros pertinentes que permitan obtener condiciones de fabricación óptimas. Sin embargo, incluso cuando se define con toda claridad la secuencia de elaboración óptima, la eficiencia de cada proceso depende de los ajustes de las máquinas (por ejemplo, la regulación del distanciamiento, la velocidad del rodillo, el número de vueltas de los husos, y el ritmo de producción); de los parámetros del proceso (por ejemplo, la temperatura, el tiempo, los doblados y el pH); de las condiciones de la fibra (por ejemplo, tasa de humedad, humedad relativa, aceite y productos antiestáticos); y del estado del material que interviene en el proceso (paralelización de las fibras, masa de la mecha por unidad de longitud, torsión, etc.). Debido a las complejidades inherentes a la producción, le resulta difícil a una fábrica obtener las condiciones óptimas y, en consecuencia, averiguar en qué medida las condiciones efectivas se aproximan al óptimo que determina la rentabilidad. A medida que las condiciones se alejen del óptimo, se originarán en definitiva dificultades de elaboración, aumentos de desperdicios y productos de inferior calidad.

Una vez que se hayan fijado ciertas condiciones deberán mantenerse ya que los cambios que se introduzcan gradual o repentinamente en las mismas podrán producir pérdidas financieras, si dichos cambios pasan desapercibidos. También se cometen errores cuando se mezclan lotes de fuentes diferentes sin percatarse de ello (por ejemplo, mediante una elaboración incorrecta), cuando no se interpretan bien las condiciones, cuando se transmite información de manera incorrecta (por ejemplo, de una persona a otra, de un documento a otro), etc., y esto puede tener sorprendentes consecuencias para el producto final.

Procedimientos de operación. Un operario puede desempeñar sus funciones de una variedad de maneras, y cada una de ellas afecta al ritmo de la producción, a la calidad del producto, a la cantidad de desperdicio y, por consiguiente, a la rentabilidad. Existe un método (o varios) mediante el cual se encuentran las

condiciones óptimas que tienden a maximizar los beneficios. Sin embargo, a este respecto se suele plantear el problema de que, incluso cuando las secuencias de operaciones ha quedado claramente definida, el operario puede apartarse de ella si está poco capacitado, carece de calificaciones o sencillamente cuando es descuidado o cuando no se le supervisa debidamente. Por lo tanto, los factores psicológicos tienen gran importancia en relación con este problema.

Maquinaria. La capacidad de la maquinaria tiene una importancia decisiva en lo que respecta a las posibilidades que posee una fábrica para satisfacer las especificaciones del producto, pero si estas especificaciones se sitúan cerca de los límites de las máquinas pueden aumentar las dificultades de elaboración. La edad y complicación de la maquinaria repercute sobre la rentabilidad ya que, por regla general, la maquinaria más moderna es de mayor eficiencia y plantea menos problemas de elaboración, origina menos desperdicio y, por lo tanto, costos de producción menores.

El principal factor que afecta al rendimiento de la maquinaria es el estado en que se la mantiene. El mal mantenimiento del equipo tiene repercusiones desfavorables sobre la rentabilidad.

El objeto de un programa de control de calidad es eliminar, en la medida de lo posible, factores que entrañan costos de producción mayores y una menor rentabilidad. El control de las materias primas, las condiciones de elaboración, las propiedades del producto en las distintas etapas de la elaboración, el desperdicio y los procedimientos seguidos en las operaciones, además del mantenimiento regular de la maquinaria, son indispensables para poder obtener un producto final que satisfaga las especificaciones requeridas, con desperdicio y costo de producción mínimos. En el capítulo 1 se tratan algunos de los aspectos más importantes del control de calidad, y en los demás capítulos se consideran sus aplicaciones a la industria textil. En particular, en el capítulo 7 se analizan la función y la importancia del control de calidad en los países en desarrollo, los problemas especiales que se plantean en éstos, y la cuestión de establecer centros de control de calidad.

Capítulo 1

MÉTODOS PRÁCTICOS DE CONTROL DE CALIDAD

Aspectos económicos del control de calidad

El costo es uno de los factores más importantes del control de calidad, pues el alcance de éste depende del costo relativo del sistema de control en comparación con el costo de los productos de mala calidad, es decir los desperdicios, los productos rechazados, defectuosos, devueltos, etc., y el costo que representan las dificultades de elaboración. En la figura 1 puede verse una relación general entre el costo y el control de calidad. A medida que las actividades de control aumentan, aumentan también correlativamente los gastos del sistema de control (curva A) y disminuye paralelamente el costo de los productos de mala calidad (curva B). El costo real para la empresa (curva C) es la suma de los costos del sistema de control y de los productos de mala calidad.

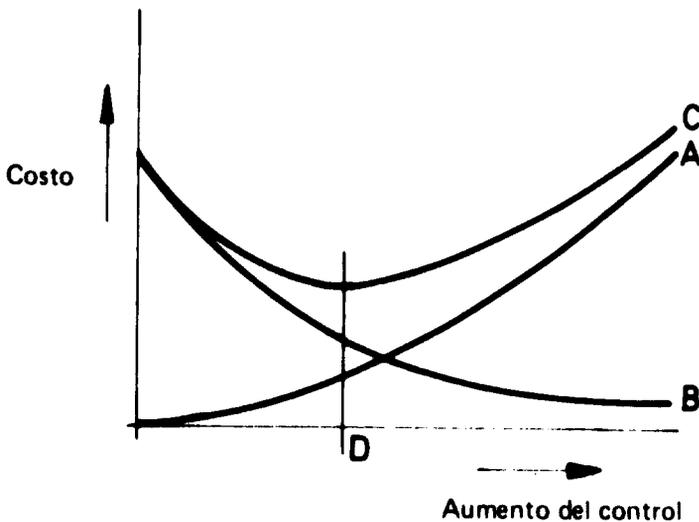


Figura 1. El costo del control de calidad

A medida que el control aumenta, el costo real disminuye hasta llegar a un mínimo, y luego vuelve a aumentar cuando se incrementan las actividades de control de calidad. Un plan de control tiene por finalidad operar en la forma que permita la mayor aproximación posible a dicho mínimo. El control óptimo (D) corresponde al mínimo. El óptimo representa una fórmula de transacción, pues la calidad perfecta es un ideal que, por lo general y por razones económicas, no vale la pena tratar de alcanzar.

En la práctica, para lograr este óptimo es necesario valerse de un buen sistema de contabilidad que registre, en forma exacta y constante, los costos del plan de control y el costo de los productos de mala calidad. El nivel de control varía constantemente, ya sea en sentido ascendente o descendente, hasta que se alcanza el mínimo. Cabe señalar aquí que la mala calidad no supone necesariamente un plan de control inadecuado. El óptimo puede corresponder a una etapa en que se esté fabricando una importante proporción de productos defectuosos. Por ejemplo, es posible que sea mejor, desde el punto de vista económico, producir un 10% de productos defectuosos. Naturalmente, para dar satisfacción al comprador, es necesario seleccionar adecuadamente el producto final antes de ponerlo en venta. Los artículos de calidad inferior deben separarse y venderse aparte como productos defectuosos.

Al mismo tiempo que se desarrolla el plan de optimización antes mencionado, debe procurarse extraer el máximo beneficio en relación con un gasto determinado por concepto de actividades del plan de control. Esto implica una evaluación cuidadosa del plan para asegurar la realización de los ensayos indispensables y eliminar los innecesarios o superfluos. El plan de ensayos debe ser sumamente selectivo para obtener el máximo beneficio, sobre todo cuando el valor añadido es bajo (por ejemplo, en la tejedura de punto) y los fondos para el control de calidad son, en consecuencia, limitados. En la figura 2 se muestra gráficamente el efecto obtenido optimizando el plan de control. La curva A corresponde al costo del control, en tanto que las curvas B y C representan los costos de los productos de mala calidad para un plan óptimo y un plan no óptimo, respectivamente. Las curvas D y E indican los costos reales correspondientes.

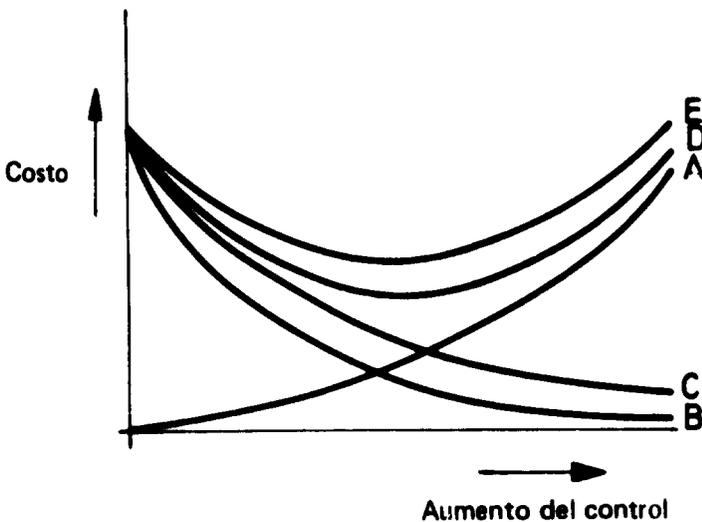


Figura 2. El efecto del nivel de calidad sobre el costo del control de calidad

Otro aspecto del plan que merece ser examinado es el referente a los factores económicos que supone la elección de materias primas, por ejemplo de fibras. Como las fibras más baratas originan mayor desperdicio y un nivel más bajo de calidad, las pérdidas pueden ser mayores que cuando se utilizan fibras más caras. En la figura 3 se indica el efecto que cabe esperar cuando la curva A es el costo del control y las curvas B y C son los costos de los productos de mala calidad resultantes de las fibras más baratas y más caras, respectivamente. Las curvas D y E representan los costos reales respectivos para la fábrica.

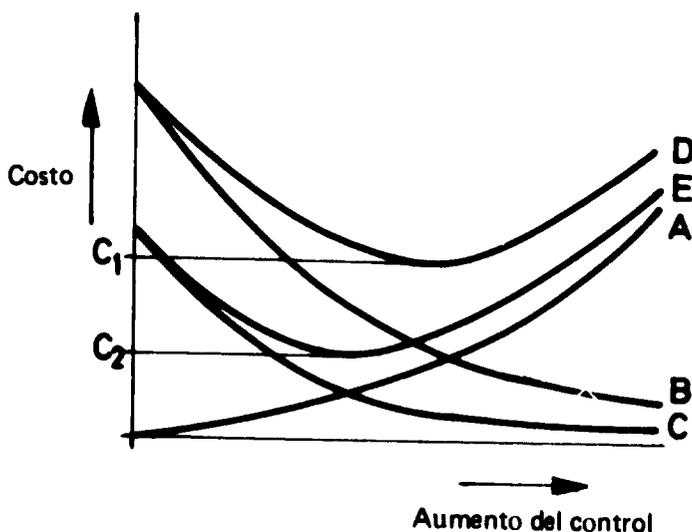


Figura 3. El efecto de la calidad de la materia prima sobre el costo del control de calidad

En relación con las fibras más baratas, el costo del plan óptimo es C_1 , en tanto que para el material más costoso es C_2 ; por consiguiente, el incremento del costo en relación con las fibras más baratas es $C_1 - C_2$. Si esta diferencia es menor que el ahorro que supone la compra de fibras más baratas, resultará más económico utilizar éstas. De ahí que sea necesario optimizar la selección de fibras para minimizar los costos.

Obtención y mantenimiento de condiciones de elaboración óptimas

Si bien suele disponerse de orientaciones para seleccionar las materias primas y las condiciones adecuadas de elaboración para un producto determinado, las condiciones relacionadas con un control riguroso difieren con frecuencia de una fábrica a otra, de modo que la experiencia adquirida en una bien puede no ser aplicable en otra. Por eso, si una fábrica desea lograr las mejores condiciones, es imprescindible que lleve a cabo una experimentación propia. Dichos experimentos pueden realizarse dentro de la producción general y también mediante ensayos aislados en pequeña escala que abarquen sólo una parte de la maquinaria de elaboración.

Los experimentos en la producción general pueden realizarse convenientemente utilizando el procedimiento denominado "de operaciones graduales", técnica especial para perfeccionar un proceso paso a paso hasta alcanzar el nivel óptimo. El método consiste en ir introduciendo en la producción diaria una serie sistemática de pequeñas modificaciones, en niveles en los que intervienen las variables del proceso, de modo tal que el riesgo de que esas modificaciones tengan efectos perjudiciales y ocasionen pérdidas financieras sea sólo muy pequeño. Después de introducir determinadas modificaciones, se examinan los resultados, y luego se introducen nuevas modificaciones. Mediante este desarrollo gradual, el proceso va alcanzando paulatinamente niveles operativos óptimos. Al comienzo, es mejor modificar sólo unas pocas variables, pero a medida que se adquiere experiencia puede resultar posible introducir muchas modificaciones simultáneamente. Un simple ejemplo de este procedimiento es el de una empresa que desee hallar el porcentaje óptimo de una fibra más barata que pueda agregarse a una mezcla sin efectos desventajosos. La empresa sabe que el empleo de un 15% de ese componente no tiene efecto perjudicial; procede entonces a aumentar gradualmente esta proporción a razón del 1% hasta que se aprecian efectos desfavorables en la elaboración. Se fija entonces el nivel que se utilizará en lo sucesivo adoptando el porcentaje más elevado que permita obtener resultados satisfactorios. Para obtener nuevos perfeccionamientos pueden variarse otros parámetros.

Los experimentos de elaboración en pequeña escala cuidadosamente proyectados, en los que se varían una serie de parámetros, no sólo son convenientes sino que están adquiriendo cada vez mayor importancia en nuestros días; pues los cambios repentinos de la moda y otros factores exigen que las fábricas estén preparadas tanto para las modificaciones graduales como para las modificaciones rápidas. Mediante dichos experimentos una fábrica adquiere experiencia en nuevos aspectos de la producción, y de este modo puede proceder a modificarla rápidamente.

Los resultados de todos estos experimentos deben ser registrados cuidadosamente de modo que puedan servir de guía para la producción ulterior. Deben consignarse en forma pormenorizada las características de todos los lotes elaborados y, sobre todo, la forma en que las cualidades obtenidas persisten en la práctica, y si ha sido necesario introducir las modificaciones a causa de dificultades en la elaboración. El cotejo entre los datos recogidos en estos experimentos y en la producción anterior proporciona una base para la adopción ulterior de procedimientos.

El grado en que una fábrica pueda lograr condiciones óptimas varía considerablemente, pues depende de una gran variedad de factores entre los que figuran su tamaño, la medida en que su producción esté normalizada, los tamaños de los lotes, el surtido de productos, los tipos de procesos, etc. Por ejemplo, una fábrica pequeña que produzca una gran cantidad de pequeños lotes de diversos colores tropezará con mayores dificultades que una fábrica grande que produzca lotes muy grandes de un solo color. Cada fábrica debe esforzarse por lograr las condiciones efectivas más propicias para alcanzar el funcionamiento óptimo.

La experiencia adquirida mediante la experimentación y la práctica influye en la elección de las condiciones de elaboración para un lote de productos determinados. Ahora bien, cuando ya se han establecido esas condiciones debe procurarse que se mantengan a través de todo el proceso de elaboración. Cada lote, a lo largo del proceso de su elaboración, debe ir acompañado de documentación adecuada,

correctamente registrada, que contenga referencias específicas a la tarea, las condiciones de elaboración y otros datos de interés. En la tarjeta de producción del lote correspondiente a cada máquina (o mediante el uso de cualquier otro sistema de registro) deben consignarse correctamente los datos de elaboración correspondientes a un determinado proceso. La máquina debe ajustarse con arreglo a estas especificaciones y deben realizarse comprobaciones constantes, visuales o de otra índole, para tener la seguridad de que se cumplen las condiciones.

Los ajustes de la máquina, si se regula ésta adecuadamente al comienzo, no constituyen un problema; con todo, deben realizarse comprobaciones para tener la seguridad de que el proceso se está desarrollando en la forma prevista (por ejemplo, una verificación de la textura del tejido). Los parámetros de algunos procesos (temperatura del baño, nivel del líquido, pH, concentración química, etc.) pueden fluctuar o variar, y se los debe controlar en forma automática o bien someténdolos a verificación a intervalos, según el ritmo con que ocurran los cambios y su importancia relativa en el proceso de elaboración. Por eso debe prestarse especial atención a aquellos parámetros en los que puedan ocurrir grandes modificaciones en poco tiempo o en los que las modificaciones pequeñas puedan tener profundas consecuencias para la elaboración.

Mantenimiento de las máquinas

El estado de la maquinaria tiene una influencia decisiva sobre la producción, la calidad, el desperdicio, y, en consecuencia, sobre los costos de producción. Para reducir al mínimo las operaciones defectuosas y las averías, es imprescindible poner en ejecución un sistema general de mantenimiento preventivo. Ese sistema tiene por finalidad asegurar:

- a) Que la limpieza de las máquinas se haga con regularidad;
- b) Que cada máquina sea lubricada en forma metódica;
- c) Que se preste atención a las piezas que deban ser reemplazadas o arregladas (paño de los rodillos-prensa, manguitos, agujas del purgador de hilos, piezas que necesitan afilado, etc.)
- d) Que la máquina funcione correctamente (verificando el funcionamiento de los diversos mecanismos de paro, de plegado, etc.)
- e) Que los ajustes de la máquina no cambien durante el funcionamiento; y
- f) Que se realicen inspecciones regulares para identificar piezas gastadas o averiadas, vibraciones, superficies de cilindros en malas condiciones, etc.

Es necesario llevar, en relación con cada máquina, hojas de comprobación de trabajos de mantenimiento e inspección, en las que se consigne la periodicidad con que debe realizarse cada una de esas tareas. Debe alentarse a los operarios y supervisores a que descubran toda modificación del funcionamiento que salte a la vista, para reparar con rapidez las fallas que se produzcan entre dos inspecciones. Sobre todo, debe disuadirse a los operarios de realizar retoques en los ajustes sin conocimiento del supervisor. Si se establece un sistema adecuado de mantenimiento y si el personal está atento, los problemas de la maquinaria pueden tener un alcance mínimo.

Procedimientos operativos

Como el operario está en contacto directo con el material durante la elaboración, su actividad puede tener un efecto importante sobre la productividad, la calidad y el desperdicio. El primer parámetro que debe considerarse al respecto es la adopción de los mejores procedimientos que se conozcan tanto para dotar a la fábrica de personal como para estipular los deberes y funciones que corresponden a un operario en un proceso determinado. Debe fijarse el número de operarios (por ejemplo, cantidad de máquinas por operario; la forma de constituir y relevar los equipos que atienden a las máquinas de hilar) y decidirse si un operario ha de realizar o no, en forma sucesiva, diversas tareas (por ejemplo, si en la operación de hilado un mismo operario debe realizar la mudada, el anudado y el fileteado). Establecidas las tareas, deberán especificarse detalladamente las obligaciones correspondientes a cada una y los procedimientos para realizarlas.

Es preciso explicar estos procedimientos al operario y decirle por qué deben realizarse en la forma proyectada. En esta información, que debe guardar relación con la capacidad del operario para comprender el problema, debe incluirse una explicación sobre la importancia del proceso en la marcha general de la producción, las consecuencias de fabricar productos de mala calidad, el exceso de desperdicios, etc. Es necesario capacitar a los operarios para que la producción no redunde en detrimento de la calidad. Debe adoptarse un enfoque equilibrado en el que se preste adecuada atención a la producción, la calidad y el desperdicio.

El supervisor debe vigilar constantemente el trabajo para verificar si los procedimientos establecidos se aplican en forma correcta. No deberá perder de vista la posibilidad de que se produzcan deficiencias y, cuando se comprueben, habrá de averiguar si se deben a:

- a) Negligencias en las operaciones;
- b) Asignación de tareas que exceden de la capacidad del operario; o
- c) Procedimientos escasamente especificados o ambiguos.

Como no es probable que el procedimiento especificado en los comienzos sea el procedimiento óptimo, por lo general será necesario introducir modificaciones a medida que se adquiera experiencia. La fábrica debe estar dispuesta a adoptar un enfoque flexible y experimentar y modificar procedimientos para desarrollar métodos de explotación que den los mejores resultados prácticos. Es preciso comprender los aspectos psicológicos implícitos en estos procedimientos. De ellos hablaremos más adelante.

Control estadístico de calidad

El programa de ensayos

Además de desarrollar métodos de control, es necesario inspeccionar las características y la calidad del material en diversos puestos de control a lo largo del proceso de elaboración. Es preciso realizar un número suficiente de actividades de comprobación de las propiedades objetivas para atender a los requisitos objetivos y subjetivos del producto final. El primer paso al respecto debe consistir en un análisis

completo y sistemático de las propiedades del material durante el proceso de elaboración. En este análisis se debe incluir:

- a) Una lista de todas las propiedades que pueden evaluarse o medirse durante el proceso de elaboración.
- b) Las interrelaciones entre esas propiedades. Si algunas propiedades se relacionan entre sí, es posible controlarlas todas, controlando un parámetro fundamental.
- c) La importancia relativa de cada propiedad en las etapas de elaboración subsiguientes y en el producto final. Esto supone el conocimiento del tipo de variabilidad previsible, cuando es probable que ocurran grandes fluctuaciones, y de la magnitud de la fluctuación necesaria para producir efectos perjudiciales.
- d) Una evaluación de la cantidad de mediciones necesarias para obtener resultados significativos.
- e) La facilidad y el costo de obtención de un resultado significativo. Esto incluye un conocimiento de los métodos disponibles, el instrumental necesario, el costo del mismo, la cantidad de personas necesarias para realizar las mediciones, etc.
- f) El tiempo requerido para obtener resultados significativos. La rapidez con que pueda obtenerse un resultado debe ser suficiente para que puedan adoptarse medidas correctivas. Si el tiempo es excesivo, los resultados tal vez sean útiles sólo como guía para evitar errores de elaboración en el sucesivo.

El plan de control tiene por finalidad obtener el máximo de información mediante un mínimo de tareas. Los datos anteriores permitirán al controlador de calidad establecer un plan de ensayos que proporcione a los puestos de control las variables que deben medirse en cada uno de ellos, como el número de mediciones necesarias, la frecuencia de la medición y los métodos de muestreo. Desde el momento en que el plan se ponga en práctica será necesario examinar constantemente los resultados para optimizarlo modificando la frecuencia de ensayo de algunas variables, eliminando unas variables y agregando otras, perfeccionando las técnicas de muestreo, etc.

La función de la estadística

Aunque a veces es aconsejable realizar una inspección completa (por ejemplo, de productos acabados, telas y prendas de vestir), es más común basar las decisiones en una muestra tomada del material. Una decisión fundada en una inspección completa ofrece siempre un alto margen de certidumbre, pero si sólo se somete a ensayo una parte de la producción de un proceso, la decisión tiene menos probabilidades de ser correcta. Esto implica que siempre hay una cierta proporción de decisiones erróneas. Por eso es necesario idear procedimientos que reduzcan al mínimo la posibilidad de adoptar decisiones desacertadas. Un procedimiento de esa índole debe basarse en métodos estadísticos.

Los métodos estadísticos son necesarios para proporcionar:

- a) Técnicas adecuadas de muestreo. Debe elegirse una muestra que sea realmente representativa de la producción total. Los métodos de muestreo

deben elegirse de modo tal que no se produzcan sesgos en las operaciones ni en los procedimientos, y que las propiedades que hayan de medirse en la muestra no sean afectadas por daños causados por el muestreo (debidos tal vez a negligencia o al procedimiento empleado).

- b) Un tamaño de la muestra adecuado en relación con la decisión que haya de adoptarse. Para determinar el tamaño mínimo adecuado de la muestra es necesario, en primer término, conocer la cuantía de la variación que cabe esperar entre diversas mediciones del parámetro y la exactitud necesaria del cálculo. Esa exactitud dependerá de la amplitud y cambio del valor que tenga importancia práctica. Si se sabe, por ejemplo, que una modificación de un 5% en el valor de un parámetro tendrá un efecto desfavorable, será importante verificar esta modificación la parte mayor del tiempo; el tamaño de la muestra debe establecerse teniendo en cuenta este hecho. Las decisiones y cuestiones tales como si se debe actuar o no, introducir modificaciones o no o sobre si los materiales son equivalentes o diferentes deben tomarse en tal forma que tengan la mayor probabilidad de ser correctas.
- c) Un fundamento científicamente válido para adoptar decisiones. Siempre es posible que las variaciones medidas correspondan a una fluctuación aleatoria propia de la medición, no a una modificación real. El análisis estadístico proporciona un medio de distinguir los cambios reales de los que corresponden a la variabilidad de las mediciones. Existen pruebas estadísticas que abarcan una gran variedad de situaciones relacionadas con la adopción de decisiones.
- d) Un fundamento para decidir si deben medirse o no determinadas variables. El cálculo del tamaño aproximado de la muestra necesaria para adoptar decisiones significativas junto con la facilidad, el costo y el tiempo necesario para la medición, determinan el valor de las mediciones que puedan hacerse.

Deben establecerse normas y límites de control para los procedimientos de comprobación, basándose para ello en la experiencia y la experimentación y en el análisis estadístico. Se debe procurar que estos requisitos sean flexibles y compatibles con las propiedades de las materias primas y con los procesos utilizados.

Métodos estadísticos

Es necesario efectuar mediciones para determinar el valor de una característica (masa por unidad de longitud, resistencia, encogimiento, porcentaje de impurezas, etc.). Una serie de mediciones da por resultado una distribución de valores en que los dos parámetros de interés son el centro de dicha distribución (es decir, el cálculo del valor de la característica) y su dispersión (relacionada con la exactitud del cálculo). Estos parámetros pueden calcularse mediante la media aritmética y la desviación típica respectivamente; aunque, para simplificar los cálculos, se usan a menudo en su lugar la mediana y la amplitud del intervalo.

La forma más importante de distribución es la distribución normal o de Gauss que se aplica a una gran variedad de situaciones prácticas. La distribución puede

considerarse normal cuando los errores en la medición, que pueden estimarse como accidentales, tienen las siguientes características:

- a) Proceden de un número de fuentes diferentes de variación;
- b) Los efectos de estas fuentes son independientes entre sí; y
- c) Los efectos individuales son pequeños en comparación con el efecto general.

Una característica común a algunas distribuciones, entre las que figuran la Binomial y la de Poisson, es que aproximadamente el 95% de todas las mediciones caen dentro de dos desviaciones típicas de la media, mientras que el total de las mediciones caen dentro de tres desviaciones típicas.

En realidad, hacer una serie de mediciones es tomar, de la distribución de todas las mediciones posibles, una muestra de valores elegida al azar. Cuando se obtienen varios conjuntos de mediciones y se calcula un parámetro (por ejemplo, la media aritmética) para cada conjunto, se ve que los resultados varían. La dispersión de estos valores disminuye a medida que el número de mediciones aumenta, y la desviación típica del cálculo es inversamente proporcional a la raíz cuadrada de dicho número. La precisión del cálculo puede expresarse como un intervalo de confianza, por ejemplo, $\theta \pm$ una constante X desviación típica de θ , en donde θ es la estimación. Un valor razonable de la constante en relación con la mayoría de las distribuciones es 2 y para este valor el intervalo tendrá aproximadamente una probabilidad entre 20 de no incluir el verdadero valor que se busca. Cuando se estima un parámetro con una precisión dada, por ejemplo ± 0.0001 , y se conoce la variabilidad que existe entre las mediciones, es posible calcular el número de mediciones que se necesita para lograr esta precisión. Cuando se haya verificado que la distribución es normal (el promedio de una cantidad de mediciones se distribuye aproximadamente conforme a la distribución normal), pueden obtenerse intervalos de confianza exactos en relación con la media o la diferencia entre dos medias (utilizando la distribución t), la desviación típica o la varianza (utilizando la distribución χ^2 cuadrado) y la relación entre dos varianzas (utilizando la distribución F).

La finalidad de la comprobación de la hipótesis es, por ejemplo, que se pueda tomar decisiones sobre:

- a) Si la media que se ha calculado es o no diferente de un valor dado;
- b) Si la desviación típica medida es o no diferente de un valor especificado;
- c) Si las medias calculadas son las mismas o diferentes; y
- d) Si las varianzas de dos muestras son las mismas o diferentes.

En el caso del inciso a) *supra*, por ejemplo, el método fundamental utilizado consiste en establecer una hipótesis de partida (la media de la muestra es igual a algún valor determinado) y verificar si es correcta partiendo de otra hipótesis (por ejemplo, el valor medio ha aumentado hasta alcanzar un nuevo valor). Si se supone que la hipótesis de partida es correcta, se conocerá la distribución de la media de la muestra, y podrá establecerse un límite superior de modo tal que no sea corriente encontrar un valor superior a este límite. El valor calculado se compara con este límite y si es mayor, se acepta la otra hipótesis. Si la hipótesis de partida es la correcta, entonces es conveniente tomar esta decisión la mayor parte de las veces y se fija el límite de modo que sea pequeña la probabilidad de rechazar esa hipótesis (error de primer grado). Ahora bien, la prueba resulta inútil a menos que permita descubrir en la

mayoría de los casos la otra posibilidad en caso de que ésta sea correcta. Por eso la prueba se proyecta en función del tamaño de la muestra necesaria de modo que sea pequeña la probabilidad de rechazar la segunda hipótesis cuando ésta sea cierta (error de segundo grado).

Hay muchas pruebas corrientes, y entre las que suponen una normalidad razonable figuran las siguientes:

- a) Ensayar el valor de una sola media o de las diferencias entre dos medias (pruebas t);
- b) Ensayar el valor de la variancia o de la desviación típica (prueba χ^2 cuadrado);
- c) Ensayar la relación entre dos varianzas de la muestra (prueba F), y
- d) Comparar el efecto de niveles diferentes de uno o varios factores sobre una característica determinada (análisis de la varianza).

Dentro del epígrafe general de métodos "no paramétricos" existe una gran variedad de ensayos, ya que se pueden aplicar cualquiera que sea el tipo de distribución. Los métodos de correlación son también útiles para descubrir relaciones mutuas entre las diferentes variables.

Los gráficos de Shewart pueden utilizarse en el control de la regulación para proporcionar una comprobación constante del valor de una característica. Esos gráficos muestran el valor que deberá asumir el parámetro, junto con los límites de control y de señal de aviso de cambio del valor. Esos límites de aviso se fijan de modo tal que el valor medido quede contenido dentro de ellos la mayor parte de las veces, y que un valor que salga de esos límites constituya una advertencia de un posible cambio del valor de la característica. Los límites de control se fijan de modo tal que la probabilidad de obtener un valor fuera de los mismos, cuando no se haya producido ningún cambio, sea insignificante. El trazado de los gráficos debe efectuarse de tal manera que se minimicen los errores de segundo grado, lo cual implica utilizar el tamaño correcto de muestra. Si no se procede así, se aceptará como buena una proporción importante de material de calidad inferior. Los gráficos pueden también basarse en la mediana y la amplitud del intervalo. Este tipo de gráficos supone poco cálculo, pero son menos eficientes. Los gráficos de sumas acumulativas son útiles para indicar las tendencias. Son más sensibles, más fáciles de obtener y exigen muestras más pequeñas que los gráficos de control.

Control del desperdicio

El problema del desperdicio es complejo, pues se produce una amplia gama de desperdicios como resultado de una gran cantidad de parámetros relacionados o no entre sí, entre los que figuran las variables propias de las materias primas, las variables y condiciones de elaboración, los procedimientos de explotación y las variables operativas. Como a menudo los desperdicios están directamente relacionados con la calidad, el mantener el nivel de calidad hará disminuir automáticamente la cantidad de desperdicios. Con todo, a veces la buena calidad sólo se logra a costa de un mayor desperdicio (por ejemplo, desperdicios de peinado), y es necesario fijar la relación entre la cantidad de desperdicios y la calidad. En otros casos, el desperdicio y la calidad son independientes entre sí, y aquél se puede tratar por separado (por

ejemplo, comenzando con desperdicios y reduciéndolos a lo largo del proceso de elaboración). El costo del desperdicio puede llegar a ser elevado en las etapas avanzadas de la elaboración, pero esto podría compensarse en parte mediante su redistribución en las etapas anteriores. Al tratar el problema del desperdicio, es importante tener esto en cuenta y, en consecuencia, considerar el problema a lo largo de todo el proceso de elaboración más que en relación con elementos tomados por separado.

El primer paso en un plan de control del desperdicio es minimizar las pérdidas en que se incurra debido a la producción de desperdicios. Esto supone la optimización de la recogida y venta (o nueva utilización) del desperdicio. Deberá establecerse un sistema de clasificación, basado en la semejanza de las propiedades, el valor y el empleo final. Para hallar la solución óptima, deben compararse los costos de la recogida, selección y venta del desperdicio con las ganancias que podrían obtenerse de valores de venta más elevados.

Deben establecerse normas en materia de desperdicios, pero es importante que se ajusten a la realidad. Deben ser flexibles y se las debe revisar periódicamente (mejorándolas, de ser necesario). Para averiguar los progresos realizados, deberá estimarse periódicamente la cuantía del desperdicio y llevarse un registro de los resultados. El mantenimiento adecuado de las máquinas, el empleo de procedimientos de explotación correctos y la capacitación adecuada de los operarios contribuyen a minimizar el desperdicio.

ORGANIZACION DEL CONTROL DE CALIDAD

Departamento de control de calidad

Actualmente se tiende a separar el control de calidad del departamento de producción, creando para aquél un departamento distinto directamente dependiente de la dirección. Con ello se consigue la independencia necesaria para llevar a cabo un análisis y una evaluación objetivos, y la dirección de la fábrica puede tomar las medidas correctivas apropiadas. Sin embargo, la organización debe garantizar una estrecha cooperación entre los departamentos de control de calidad y de producción.

El departamento de control de calidad, encargado de comprobar y de evaluar la producción corriente y de preparar la producción futura, debe establecer y coordinar todo el sistema de control. Sus funciones serán las siguientes:

- a)* Determinar las responsabilidades en materia de control. Sus responsabilidades referentes a la comprobación, mediciones de control, recogida y peso de desperdicios, etc., deberán quedar definidas con claridad en toda la fábrica, y por ejemplo habrá que establecer una división de responsabilidades entre el laboratorio de ensayos y el personal encargado de la producción.
- b)* Establecer y mantener el laboratorio de ensayos. Este laboratorio efectuará las pruebas que no puedan realizarse en el lugar de trabajo, debiendo disponer del equipo y del personal calificado necesarios. Puede que haya necesidad de otros equipos especializados para la investigación de problemas técnicos, cuando surjan dificultades relacionadas con la producción.
- c)* Capacitar al personal de la fábrica.
- d)* Establecer un sistema de documentación adecuado. Deben prepararse formularios para el registro de las mediciones, cálculos, resúmenes de los cambios de medición en función del tiempo, gráficos de control, etc., debiendo figurar en sus respectivos lugares dentro de la fábrica. Habrá que procurar que los documentos, una vez llenados, se distribuyan con toda prontitud.
- e)* Asegurar la adopción rápida de medidas correctivas. Es necesario definir con precisión la comprobación de las mediciones en función de las normas, determinar si se mantiene el control y los procedimientos que deben

aplicarse cuando el control resulte inadecuado (v.g., qué clase de medidas deben tomarse, a quién hay que avisar, etc.). Todo ello debe coordinarse de tal modo que se reduzca al mínimo el tiempo que transcurre entre el descubrimiento del funcionamiento defectuoso y la aplicación de las medidas correctivas.

- f) Evaluar la eficacia del sistema. La eficacia del sistema debe revisarse periódicamente, introduciendo las modificaciones que sean necesarias.

Personal del departamento de control de calidad

El problema principal que se plantea al dotar de personal a dicho departamento es el de hallar a la persona convenientemente calificada para dirigirlo. Dicha persona debe poseer una formación básica y la capacitación necesarias para analizar los problemas y tratarlos convenientemente. Esa persona debe estar en condiciones de establecer buenas relaciones humanas y de promover la cooperación, poseer sentido del humor y usar el lenguaje del taller. Hay dos maneras de desempeñar estas funciones:

- a) Emplear a una persona de la empresa, que conozca al personal y los procesos de fabricación, pero que no sepa nada de los modernos métodos de control de calidad. Habrá que enseñar a dicha persona tales métodos, lo que implica la asistencia a cursos de especialización y/o el empleo temporal de consultores; o
- b) Emplear a una persona ajena a la empresa, experta en los métodos de control de calidad. Esta persona deberá familiarizarse con el personal de la empresa y conocer los procesos de fabricación.

Depende mucho de la persona escogida, pero, por lo general, el personal de la empresa aprende los métodos de control de calidad más rápidamente que una persona ajena a la misma, ya que ésta ha de estudiar los procesos y ganarse la confianza del personal de la fábrica.

Una descripción de funciones típicas del ingeniero de control de calidad dice lo siguiente:

Capacitación en establecimientos docentes. Es indispensable poseer un diploma de ingeniería textil o tecnología textil. Se consideran convenientes los cursos de gestión industrial, economía, métodos y procedimientos de organización, contabilidad de costos y relaciones humanas. Resultará muy interesante la capacitación especializada en estadística, control de calidad y análisis de datos.

Experiencia. De tres a cinco años en la industria textil, de preferencia en la esfera de la investigación de problemas técnicos, métodos de trabajo, técnicas de fabricación o control de calidad.

Datos personales. Acreditada integridad y habilidad para establecer relaciones con todo tipo de personas. Tener la costumbre de llegar a conclusiones basándose en los hechos y no en las opiniones.

Obligaciones. Organizar y dirigir el departamento con la máxima eficiencia manteniendo buenas relaciones laborales con los departamentos de producción.

El ingeniero encargado del control supervisa al personal, cuyo número y calificaciones dependen hasta cierto punto de la magnitud y del tipo de la fábrica. En una fábrica importante, organizada en sentido vertical, puede que haya necesidad de un ingeniero de control en cada departamento (por ejemplo, hilatura, tejeduría y acabado) que, en definitiva, tenga que depender del jefe del departamento. El laboratorio de ensayos podrá ser dirigido por un físico, un químico o un ingeniero, según el tipo de la fábrica y de las pruebas requeridas (en el sector del teñido y del acabado, puede que sea más adecuado contar con los servicios de un químico).

El laboratorio de ensayos

Un elevado número de pruebas de fibras, mechas y tejidos se ve afectado por la humedad, siendo necesario controlar el grado de humedad en el laboratorio de ensayos. Los servicios y el equipo del laboratorio dependen del sistema de control considerado económicamente apropiado para una determinada fábrica, tal como se ha estudiado en las secciones anteriores. Cuando una fábrica no pueda disponer del equipo necesario para las pruebas y la resolución de problemas prácticos de tipo corriente podrá requerir la asistencia de organismos ajenos a la empresa. Tales organismos (universidades, establecimientos encargados de efectuar pruebas, etc.) tienen importancia porque ofrecen un equipo especializado y realizan ensayos fuera del departamento de control de calidad.

Capacitación del personal de la fábrica

Deberán enseñarse al personal de la fábrica de todas las categorías los principios del control de calidad, basando la explicación en la función desempeñada por el empleado dentro de la fábrica. El personal de dirección de alto nivel deberá tener la convicción de que resultan útiles un sistema de control eficiente y los métodos generales de control, y para conseguir esto habrá necesidad de demostrar a ese personal las ventajas que pueden reportar desde el punto de vista económico. Cabe señalar que a muy pocos altos dirigentes les interesa la ciencia propiamente dicha.

Al enseñar a los contra maestres el significado del control de calidad es importante que se insista más sobre los principios que sobre la teoría matemática en que se basan aquéllos. Hay que subrayar la necesidad de utilizar medios nuevos para la solución de viejos problemas. Deben conocerse las posibilidades del proceso, la naturaleza de la variación (controlada o no), los promedios, las dispersiones, el gráfico y el muestreo de control. Conviene indicar cómo se han resuelto algunos problemas prácticos. La solución de los verdaderos problemas por los contra maestres constituye una importante ayuda en todo programa de capacitación; es importante que la capacitación no haga caso omiso de este aspecto práctico.

La mejor manera de realizar la capacitación de los operarios es que se encarguen de ella los contra maestres en el puesto de trabajo. Dicha capacitación debe guardar relación con la capacidad de los trabajadores para comprender el problema, debiendo incluir una explicación del puesto que ocupan dentro del proceso global, la manera de reconocer la mala calidad de los productos y las repercusiones de la misma en los procesos subsiguientes.

Aspectos psicológicos

Muchos son los factores que intervienen en la consecución de los resultados perseguidos en materia de control de calidad, siendo muchas veces el elemento humano el más importante de todos ellos. Resulta desacertado subestimar la importancia del elemento humano en la industria automatizada, ya que el hombre desempeña todavía un papel primordial en la adopción de decisiones. El control de calidad depende de las decisiones del personal de todos los niveles, desde el más alto al más bajo.

Puesto que cada función entraña la posibilidad de cometer errores imputables al personal, es importante comprender de qué manera los métodos de trabajo de una persona contribuyen a la comisión de errores y hasta qué punto cabe cambiar esos métodos para reducir los errores al mínimo. La eficacia del empleado depende, en gran medida, de su medio físico, de la explicación que se la dé acerca de su función, y del grado en que llegue a identificarse con los objetivos de la organización. Es erróneo suponer que se pueden mejorar los métodos de trabajo en pro de la calidad mediante una mayor motivación, ya que la propia motivación puede seguir una dirección equivocada (por ejemplo, aumento de la producción a costa de la calidad).

Los programas encaminados a mejorar las actitudes y las motivaciones en el más breve lapso de tiempo y con un máximo de recursos son normalmente limitados y de carácter transitorio, y los que implican una mejor selección y capacitación de los empleados son frecuentemente poco satisfactorios. Puede lograrse una mejora más estable desarrollando y evaluando nuevos equipos, materiales, técnicas, instrumentos auxiliares, y aplicándolos al realizar el trabajo.

Con frecuencia el empleado experimenta cierta confusión en cuanto a lo que constituye la calidad aceptable y la inaceptable; cuando la calidad es dudosa esta confusión resulta patente. Es indispensable que se establezcan con claridad normas que definan los límites de aceptabilidad y que tales normas se den a conocer al operario.

Con objeto de seleccionar a un empleado, deberán realizarse pruebas a fin de calificar su capacidad y habilidad para realizar la tarea y se celebrará con él una entrevista que permita averiguar si es capaz de iniciativas, si es tenaz y posee ambiciones. Al capacitar al empleado habrá que procurar que se sienta parte de la empresa y llegue a comprender cuál es su puesto dentro del proceso total. Es importante hacer hincapié en los métodos adecuados para conseguir la calidad, en vez de insistir en los métodos encaminados a aumentar la rapidez y cantidad. Deberá tomarse nota de los progresos realizados por el empleado, examinándolos periódicamente con él. La capacitación y la supervisión apropiadas se traducen en una disminución del movimiento del personal, reducen el absentismo, mejoran la moral, y permiten aumentar la producción y mejorar la calidad.

Antes de culpar al operario cuando la calidad no alcance el nivel normal, el contraamaestre deberá averiguar si aquél disponía de los instrumentos apropiados, si las instrucciones que se le dieron eran correctas, si había sido capacitado convenientemente, si el producto estaba en buen estado cuando llegó al puesto de trabajo del operario, etc. Deberá utilizarse un enfoque sistemático para resolver problemas, por ejemplo: enunciar el problema, señalar su causa, determinar la solución, tomar las medidas necesarias y seguir la marcha de las actividades para averiguar si se ha introducido la modificación correspondiente.

El controlador de la calidad debe conocer la capacidad, percepción sensorial, agilidad y motivación del empleado; darse cuenta de si el nivel de calidad es realista,

de si se dispone del equipo adecuado, y comprender las consecuencias de una calidad que no cumple las normas establecidas. El organizador del control de calidad debe procurar que el empleado posea las calificaciones necesarias para obtener una calidad aceptable, que se disponga de instrumentos auxiliares, que se comuniquen las normas y se facilite la información apropiada, que se seleccione convenientemente al personal de control, y que se tenga una plena conciencia de la calidad.

Incumbe a la dirección crear un ambiente en el que se reconozca el aprecio de la calidad, cuando los operarios estén en estrecho contacto con el proceso y con las normas de calidad. En cada etapa del proceso, el contraamaestre es el intermediario encargado de la producción de calidad y de introducir los cambios necesarios. Su función consiste en procurar que, por obra de los operarios, se puedan alcanzar los fines y objetivos de la empresa.

El hecho de que los gremios ya no desempeñen la función que desempeñaban entraña una disminución de la importancia que se concede a la experiencia. Cuando los conocimientos técnicos se enseñan debidamente, la experiencia interviene menos en la fijación de la calidad. El trabajador deberá sentir el deseo de aprender, estar dispuesto a mejorar sus calificaciones, y la dirección deberá informarle sobre los progresos que realice.

Es importante examinar la tarea y asignar las responsabilidades con discernimiento. Tal vez sea posible resolver un problema referente a la calidad introduciendo cambios en la descripción de tareas, sobre todo cuando la tarea sea de comprobación más que causativa. La supervisión eficaz origina automáticamente altos niveles motivacionales en los subordinados. Deberá procurarse que el empleado tenga sentido de la responsabilidad, sentido de lo logrado y que vea incentivos en mejorar su rendimiento.

Capítulo III

EL CONTROL DE CALIDAD EN LA HILATURA

Control de las materias primas de las fibras

Al elegir las materias primas se necesita conocer las propiedades mínimas que han de reunir las fibras y que resultan indispensables para obtener un determinado producto final. Deberán elegirse las fibras de modo que satisfagan esos requisitos porque se producirán pérdidas si *a)* se utilizan fibras de calidad inferior o *b)* las fibras son de calidad excesivamente buena (por lo tanto demasiado caras) para la aplicación prevista. Los precios que se paguen por las materias primas deberán estar basados en el contenido de fibra limpia; de ahí que sea necesario conocer con precisión el contenido de humedad y la cantidad de impurezas o de aditivos que contengan las fibras.

Para la elaboración y el empleo final tienen importancia diversos parámetros relativos a las fibras. Habrán de comprarse las fibras que posean las propiedades requeridas y la elaboración deberá efectuarse de modo que ésta se adapte adecuadamente a esos parámetros. Las fibras finas puedan hilarse para obtener números finos, que den hilados más uniformes y fuertes para el mismo número y que presenten menos dificultades de elaboración que las fibras de inferior calidad. Esas fibras dan al hilado mayor flexibilidad y suavidad, ofrecen menos resistencia al desgaste, mayor aislamiento térmico, y se prestan más a la formación de botones. El diámetro de la fibra también tiene importancia en lo que respecta al teñido. La longitud de la fibra constituye un factor determinante para la elección y ajuste de la maquinaria y reviste especial importancia para producir hilados uniformes y fuertes con menos cabos rotos en la hilatura de fibras cortadas de pequeña longitud como el algodón. La longitud de la fibra también guarda relación con la compacticidad y la suavidad del hilado, y hace que éste sea peludo. Reviste importancia la variabilidad de la longitud y, por lo general, existe un grado óptimo de variabilidad para la mejor elaboración. La relación entre la longitud y el diámetro tiene importancia en mezclas en las que las propiedades de migración pueden influir sobre las del hilado.

El comportamiento mecánico de las fibras influye sobre la elaboración y las propiedades mecánicas del producto final, ya que la resistencia y la variabilidad de ésta son muy importantes para determinar la cantidad de roturas de las fibras. El rizado de las fibras es causa de que aumente el volumen y la suavidad de los hilados y las telas, y puede tener su repercusión sobre el proceso de hilatura. En el algodón, las fibras inmaduras hacen que el hilado no posea buenas propiedades y que los hilados y

telas sean de inferior calidad. El color es importante ya que la descoloración no produce efectos favorables durante el teñido. Deberán eliminarse las materias extrañas y las dificultades con que se tropiece al eliminarlas aumenta en razón directa de la cantidad de esas materias que existan en la fibra. La complejidad y el daño de la fibra también reducen el valor de la misma en lo que respecta a su hilatura.

Se puede clasificar a las fibras de acuerdo con sus propiedades más importantes, desde el punto de vista de su elaboración y del empleo final. El algodón se valora según la longitud, el color, la calidad (contenido de impurezas), la preparación y el carácter. Las lanas se clasifican según la raza, el tipo, el número y la calidad, y se evalúa su rendimiento. Esta evaluación subjetiva presenta ciertos inconvenientes, pues existen variaciones de un país a otro, un margen de variabilidad de una clase a otra, y un cambio de evaluación según el tiempo, de ahí que sea necesario emplear métodos de medición objetivos.

La longitud de la fibra puede determinarse bien sea midiendo cada fibra o empleando técnicas de clasificación, pero estos sistemas son muy lentos y, con fines de control, los métodos de la guedeja (por ejemplo el fibrógrafo, WIRA y el almeter) resultan preferibles. La finura se puede determinar por gravimetría, con el microscopio, utilizando los métodos de la corriente de aire, por procedimientos vibroscópicos, empleando el recuento del tamaño de partículas, y mediante otras distintas técnicas. Los métodos seguidos para determinar la finura en laboratorios experimentales son los más apropiados con fines de control. La maduración de la fibra de algodón puede estimarse con el microscopio, pero, con fines de control, el mejor método es el de la corriente de aire (arealometer). Suelen efectuarse ensayos de resistencia en atados y el color se puede medir utilizando un colorímetro. El contenido de desechos del algodón se determina utilizando el analizador Shirley. El contenido de lana se deduce lavando, secando y eliminando la materia vegetal (disolviendo la lana en sosa cáustica o utilizando el analizador de Shirley modificado).

A fin de determinar una propiedad dada se necesita emplear técnicas de muestreo correctas. Se obtiene una muestra representativa tomando un cierto número de muestras aleatorias del volumen de material. Cuando sólo se toman muestras de algunas balas de un lote, deberán elegirse al azar; un método conveniente consiste en emplear tablas de números aleatorios. En el muestreo de balas es importante tomar muestras de todo el volumen, teniendo cuidado de evitar sesgos individuales y de procedimiento. Cuando las submuestras combinadas den una muestra representativa demasiado grande, ésta se podrá reducir empleando la técnica de zonas.

El plan de muestreo deberá idearse para asegurar una precisión suficiente de la estimación. El número óptimo de muestras tomadas de una bala y el de balas ensayadas depende de la variabilidad dentro de cada bala y entre las distintas balas, así como del costo que suponga el muestreo. En el muestreo por zonas, se puede reducir el error estimado ensayando más fibras de un número mayor de zonas.

El control de calidad sirve para seleccionar las fibras, verificar las propiedades de éstas, seleccionar la secuencia de elaboración apropiada y la mezcla de fibras. Para determinar qué clases de fibras deberán comprarse es necesario efectuar experimentos de acuerdo con lo dicho en el capítulo 1.

Existen varios parámetros diferentes que influyen sobre el plan de ensayos. Está justificado un plan general cuando las materias primas son caras y los productos finales correspondientes son de mejor calidad; en cambio, cuando el valor agregado es

pequeño, el plan deberá tener menor amplitud. Los datos disponibles sobre las fibras y la confiabilidad de los mismos determina también la magnitud del plan. Los parámetros ensayados dependen del tipo de fibra (por ejemplo, lana o algodón). El que exista un método de ensayo poco costoso y rápido tiene su importancia al elegir el plan. El costo relativo de un plan depende del volumen del ensayo y, por consiguiente, del tamaño de la fábrica. El que exista un laboratorio central de ensayos es útil, sobre todo en los países en desarrollo.

En lo que respecta al futuro es probable que se trate de presentar al comprador un producto "garantizado", y que se disponga de mediciones de ensayo objetivas. Existen líneas automáticas de ensayo en lo que respecta al algodón, y se proyectan otras análogas para la lana. El objeto de esos ensayos es identificar las características de cada bala (o grupo de balas) y que se marquen las mismas en la correspondiente bala antes de la venta. El usuario de fibras obtendrá considerables ventajas de ese servicio ya que será mucho menor la necesidad de efectuar ensayos ulteriores y los datos disponibles permitirán una compra más precisa y un empleo óptimo de las materias primas seleccionadas.

El control en la hilatura del algodón

El objeto de la hilatura es producir un hilado del número y calidad especificados al precio más bajo. La calidad debe ser suficiente para garantizar que el hilado se comporta bien en los procesos subsiguientes y que el producto final es aceptable. Esta calidad depende de la uniformidad, resistencia a la tracción, alargamiento, carencia de imperfecciones, etc. del hilado, y la importancia relativa de estos factores es función de los procesos ulteriores y del producto final.

El número y la uniformidad de éste constituyen características básicas de la hilatura ya que el hilado se clasifica según la numeración y las dos características afectan a la resistencia y a su variabilidad, a las propiedades de las fibras en los procesos ulteriores y al aspecto de la tela. Una de las funciones primordiales de la hilatura es el control del número y de su variabilidad. La medición de estos factores se basa en el peso medio y en la variabilidad del peso por unidad de longitud. La llamada curva B (L) que permite describir la irregularidad del hilado en general se obtiene representando gráficamente el coeficiente de variación del peso para diferentes longitudes de hilado en función de la longitud. En la práctica, la variabilidad para pequeñas longitudes se encuentra con el regularímetro de capacitancia mientras que la variabilidad para grandes longitudes (longitudes de 100 metros) se determina pesando el hilado. Los dos valores de la variabilidad representan los extremos de la curva B (L) y, si éstos son pequeños, tienden a hacer que toda la curva tenga valores de variabilidad menores. El control general consiste en mantener el número medio en la forma especificada, consiguiendo así que la variación del número (para longitudes cortas y largas) sea satisfactoria y se reduzcan al mínimo las pequeñas máculas, las máculas grandes y los botones.

Con objeto de controlar o eliminar las causas del aumento de variación dentro de las bobinas y entre las mismas, es necesario, en primer lugar, examinar los procesos. Los procesos anteriores al cardado y que incluyan a éste, tienen poca influencia sobre la variación del número dentro de las bobinas. La única causa de mayor importancia de este tipo de variación es el estirado defectuoso en el manual debido a causas tales como el patinaje del cilindro y un estiraje excesivo de la trama o de la fileta. La

regulación incorrecta de la velocidad de la bobina en la mechera puede originar un estiramiento irregular y una tendencia a que la cuantía del estiraje tenga un efecto importante sobre la variación dentro de la bobina. En las continuas de anillos, el estirado entre la fileta y el cilindro posterior, el movimiento irregular en los cilindros superiores de peso propio y las variaciones de tensión al quitar la bobina en el huso influyen sobre la irregularidad.

Cabe mejorar la uniformidad entre bobinas mediante un control regular de los pesos de la sala de batanes, consiguiendo que el volumen de desperdicio y los estirajes en el cardado y el peinado permanezcan constantes, manteniendo la uniformidad del estirado y de la mecha, evitando tendencias en la madeja de productos intermedios sobre la bobina, utilizando debidamente en el fileteado las bobinas traseras y delanteras, y manteniendo el estirado constante en la continua de anillos.

Después de prestar atención a los puntos anteriormente dichos y de reducir la variación dentro de las bobinas y entre las mismas, es necesario mantener niveles mínimos en los enrollamientos habituales. En este sentido, lo importante es considerar dónde hay que efectuar el ensayo, con qué frecuencia y cuántos son los ensayos que se han de realizar. El control preciso de la humedad es indispensable para que se puedan obtener resultados significativos.

La uniformidad del hilado se mide como porcentaje del Uster o del coeficiente de variación y los valores medios se comparan con las normas (a partir de estudios realizados en distintas fábricas o teniendo en cuenta las propiedades ya estudiadas) para ver si es necesario adoptar medidas. Las normas proporcionadas por Uster se basan en estudios internacionales y es posible que esas normas no sean aplicables en países en desarrollo en los cuales los valores suelen ser más elevados debido a diferencias en las materias primas y a que la maquinaria es menos compleja.

La irregularidad del hilado es aleatoria, periódica o cuasi-periódica. La variación aleatoria se produce siempre, y existe una irregularidad mínima posible según sea la finura de la fibra y el número del hilado. Pueden presentarse fluctuaciones periódicas siempre que la velocidad del cilindro varíe o que se produzcan distintas posiciones en el pinzado. Estas se pueden deber a la excentricidad del cilindro, a la vibración o patinaje de éste. Cabe que un hilado tenga un porcentaje de Uster aceptable, pero que haya que rechazarlo debido a la variación periódica la cual produce tela de mala calidad. La longitud de onda que proporciona información sobre la causa y, por lo tanto, sobre el remedio del fallo determina el tipo de defecto de la tela mientras que la amplitud se refiere a la importancia del mismo. La variación periódica puede descubrirse por recubrimiento en un encerado (sólo para un reducido número de amplitudes de onda) o utilizando el espectrógrafo para el regularímetro Uster. La variación cuasi-periódica (de la amplitud y de la longitud de onda) suele deberse a un control defectuoso de las fibras en el estirado en la continua de anillos. Se pueden minimizar esas ondas de estirado mediante un mejor control de las fibras.

La materia prima puede ser causa de muchas irregularidades de las fibras; en consecuencia, al elegir el algodón deberá tenerse en cuenta el empleo final y el valor que se atribuya al producto final. El algodón de inferior calidad podrá utilizarse cuando la mano de obra sea barata (por ejemplo, en los países en desarrollo) ya que cabe tolerar entonces un gran número de roturas de hilo. El grado de complejidad de la maquinaria es de la máxima importancia en la continua de anillos y, hasta cierto punto, en la mechera. La importancia de la continua de hilar es marginal cuando se considera la irregularidad del hilado. Entre los parámetros de la elaboración que afectan a las irregularidades del hilado figuran la humedad del ambiente, los ritmos de

producción y los ajustes en el cardado, el volumen de desperdicio y las tasas de producción en el peinado, y los estirados en las mecheras y continuas de anillos. El estado de la maquinaria es también otro factor determinante de importancia.

Con un detector de imperfecciones Uster cabe descubrir imperfecciones como las que originan un hilado de mala calidad, la mala presentación de la tela y dificultades de elaboración (por ejemplo, en la tejedura de punto). Los parámetros de la fibra, tales como la uniformidad de la longitud (las fibras más cortas, las máculas mayores y menores), la presencia de fibras inmaduras (botones), el contenido de desechos (en función de los botones), y diversos parámetros relativos a la elaboración determinan el número de imperfecciones.

Como las malas propiedades (en función de la irregularidad del hilado y de las imperfecciones del mismo) suelen deberse a los parámetros de la elaboración y al estado de las máquinas, es indispensable efectuar comprobaciones de los parámetros de elaboración e inspeccionar y efectuar operaciones de mantenimiento regularmente. Estas comprobaciones evitarán a menudo que se produzca un defecto y ello mucho antes que si hubiera de descubrirse mediante mediciones.

El control en la hilatura del estambre

Generalidades

Las innovaciones en la hilatura del estambre han permitido introducir secuencias de elaboración más breves y, a consecuencia de ello, se necesitan técnicos de más altas calificaciones para las actividades de control y evaluación de las propiedades de la materia prima hasta obtener el producto final. Se ha podido aumentar la productividad ya que las máquinas funcionan a más velocidad, pero se necesita mayor vigilancia para evitar operaciones defectuosas. Deberán efectuarse ensayos sistemáticos, con objeto de establecer normas y límites de tolerancia para temperaturas y grados de humedad controlados. Al fijar estas normas deberá tenerse en cuenta que, en la práctica, sólo se puede alcanzar una regularidad limitada y, por ello, las normas no deberán ser demasiado rígidas y habrán de resultar compatibles con la maquinaria, los procesos y las materias primas de las fibras.

El control de calidad del estambre suele tener lugar en las etapas de formación de mechas peinadas, paso por la mechera y obtención del hilado. Las evaluaciones, que en el pasado constituían la esfera de competencia del clasificador especializado, se basan ahora en mediciones más objetivas y precisas. Es corriente comparar las mechas peinadas según el diámetro (micras), la longitud (mm) y el coeficiente de variación de la longitud; especificándose a veces la variación a corto y largo plazo, la resistencia media y la variabilidad de los hilados. Actualmente, los fabricantes de maquinaria suelen especificar límites para los parámetros correspondientes a las fibras en lo que respecta al funcionamiento de las máquinas.

El control en la etapa de formación de mechas peinadas implica efectuar comprobaciones sobre la finura de la fibra, la longitud de ésta, la constitución de botones y el contenido de materia vegetal, y la regularidad del peso por unidad de longitud. El color y el rizado se pueden examinar a ojo. La finura de la fibra (el factor decisivo en las posibilidades de fabricación y en el valor del producto acabado) puede medirse con el microscopio (microscopio de proyecciones) o por el método de la corriente de aire. Este último procedimiento se prefiere para ensayos corrientes ya que proporciona resultados con rapidez. La longitud de la fibra es importante puesto

que influye sobre el empleo final, los costos de transformación y el carácter del hilado y de la tela. En un principio, se utilizaba el clasificador de peine para obtener la "barbe" y la "altura" pero se han ideado instrumentos electrónicos automáticos que permiten obtener las mismas características muy rápidamente.

La cantidad de botones y de materia vegetal puede determinarse por recuento en relación con pesos de fibras conocidos, tomándose como norma en las fábricas un botón por gramo de fibra. Sin embargo, es posible introducir mejoras basando la norma en la longitud de la fibra que se examina. En lo que respecta a los peinados, la variación principal del peso por unidad de longitud se calcula determinando la diferencia entre los ovillos interiores y exteriores, resulta mayor en los ovillos grandes y puede minimizarse utilizando ovillos de menor tamaño.

La irregularidad de la mecha y del hilado ha de medirse utilizando regularímetros electrónicos de capacitancia con objeto de tener la seguridad de que los diversos procesos se efectúan en forma correcta. La tendencia moderna a utilizar doblados reducidos entraña mayor probabilidad de accidentes y, en consecuencia, habrán de efectuarse inspecciones más frecuentes (diariamente) de las mechas y el hilado. El índice de irregularidad, la relación entre el coeficiente de variación efectivo de la irregularidad y el límite del coeficiente de variación de la misma es un método útil para evaluar mechas e hilados. La experiencia indica que este índice debe ser menor que 2 para las mechas, con objeto de que en la hilatura sea razonable el número de roturas de hilo, pero un decrecimiento muy inferior a 2 no da resultados prácticos. Los regularímetros de capacitancia permiten determinar la falta de uniformidad a corto plazo, y se mide la variabilidad para longitudes de 100 metros. Aquí el coeficiente de variación (CV) del peso entre longitudes de 100 metros no debe ser mayor que el 2 o el 3% (un coeficiente de variación comprendido entre el 4 y el 5% ocasionaría varillas en los tejidos o en los artículos de punto). Pueden utilizarse gráficos de control en este recuento (para longitudes de 100 metros).

La resistencia a la tracción del hilado puede analizarse utilizando un dinamómetro automático que dé el promedio de la carga de rotura, el mínimo de ésta, el coeficiente de variación de la carga de rotura, e información sobre la extensibilidad del hilado. La eficacia del proceso de torsión debe medirse regularmente determinando la torsión y su variabilidad. El control de botones e impurezas en el hilo es importante y un recuento de los tipos defectuosos encontrados en la limpieza puede ser de utilidad para evitar otros defectos en el futuro.

Las causas y el control del desperdicio

El desperdicio es un factor importante en la economía de la hilatura y constituye un problema que va adquiriendo cada vez mayor importancia debido a que aumentan los costos de la materia prima y de la mano de obra, a que se necesita invertir grandes capitales en la maquinaria, y a la competencia de otras empresas. Los cambios que constantemente se producen en la fabricación, debido a las exigencias de la moda, han puesto también de relieve el problema del desperdicio. Las pérdidas que ocasiona el desperdicio se refieren a un cierto número de factores, como el costo de la materia prima, el costo de la elaboración, el costo de la manutención, la ineficiencia, la pequeña cuantía de los beneficios, y el costo de reelaboración o el valor de la venta del material de desperdicio. Como las pérdidas son mayores en las etapas avanzadas de la producción se gana mucho reduciendo al mínimo la cantidad de desperdicio en ulteriores procesos.

El estudio de los factores que contribuyen al desperdicio es complejo ya que se produce una gran variedad de desperdicios que poseen propiedades diferentes y que se deben a muchos factores que guardan o no relación entre sí. Se complica el problema debido a que la cantidad de desperdicios puede aumentar a la vez que mejora o no la calidad, o puede ser completamente independiente de ésta.

Las variables propias de la materia prima pueden determinar la cantidad del desperdicio que se produce; en este sentido, el diámetro de la fibra es el factor principal ya que, para el mismo número, resulta menos desperdicio cuando se utilizan fibras más finas. Al aumentar la longitud de la fibra (hasta un cierto punto) disminuye el desperdicio. La variabilidad en la longitud es también importante ya que los bajos grados de variabilidad (mechas peinadas cuadradas) son difíciles de hilar y las grandes variabilidades se traducen en más desperdicio en la mechera (debido a que las fibras son cortas). Las fibras fuertes originan menos roturas de hilo y producen menos desperdicio, mientras que ciertas deficiencias específicas como lo tierno de la materia prima y los daños en las puntas debidos a la acción de los agentes meteorológicos hacen que aumente el desperdicio.

La elaboración preliminar puede originar gran cantidad de roturas de fibras y desperdicio. Entre las causas de esas roturas figuran las siguientes: complejidad de la fibra, daños y contenido de grasa residual en el lavado, formación de ganchos, ajustes incorrectos de la máquina, lubricación y tasa de humedad de las fibras en el cardado, y lubricación y tasa de humedad de la fibra en el peinado. Contribuye a la producción de desperdicios el teñido de las mechas peinadas, el alisado y el empleo de mezclas con fibras artificiales y sintéticas.

La humedad relativa del ambiente y la tasa de humedad de la fibra deberán mantenerse en los valores óptimos (según sea el sistema que se emplee) con objeto de minimizar el desperdicio; un grado de humedad insuficiente origina problemas estáticos mientras que el exceso de humedad tiende a hacer que las fibras se peguen a los cilindros de estiraje. El aceite y los productos antiestáticos hacen que disminuya la necesidad de controlar exactamente el grado de humedad, y las cantidades óptimas dependen del sistema que se emplee y de si se efectúan mezclas con productos sintéticos. Cuando se produzcan grandes fluctuaciones en el estado del tiempo, el control automático de la temperatura y de la humedad permitirá que se hagan importantes ahorros en el costo de los productos antiestáticos.

Durante la elaboración, el estiraje y el doblado contribuyen también al desperdicio; los más altos estirajes exigen que se controle mejor la fibra para evitar la producción excesiva de desperdicio. La fijación del ecartamiento y la torsión de la mecha son causa de roturas de fibra y de desperdicio. El problema del desperdicio en la mechera está adquiriendo proporciones cada vez más importantes debido a que el desperdicio se acumula mucho más rápidamente cuando se emplea la moderna maquinaria de gran velocidad. En la hilatura, factores tales como la torsión, el estiraje, la irregularidad de la mecha, el ángulo de bobinado y el número de vueltas de los husos influyen sobre la rotura de hilos y, por lo tanto, sobre el desperdicio. La maquinaria moderna produce mucho menos desperdicio que la antigua, con tal de que se mantenga en buen estado.

Puede originar también un exceso de desperdicio la combinación de los siguientes factores: procedimientos operativos ineficientes, capacitación inadecuada, supervisión insuficiente, falta de capacitación del operario y/o negligencia del operario. En la hilatura, la cantidad de desperdicio de hilo y de desperdicio debido a husadas defectuosas se controla mediante la cantidad de operarios en un ciclo de

hilatura y la tasa del número de roturas de hilo. El absentismo y el empleo de estudiantes en puestos que requieren experiencia también contribuyen al desperdicio, especialmente en las pequeñas fábricas.

El tamaño de las pequeñas tandas y el surtido de la producción plantean problemas en el sentido de que se producen más tipos de desperdicios y se necesitan más operaciones de manutención, hay que introducir frecuentes cambios en la elaboración y aumentan los desperdicios en las etapas iniciales y finales. En general, el desperdicio aumenta a medida que decrece el tamaño del lote y aumenta el surtido de productos.

La cuestión del control del desperdicio deberá estudiarse globalmente ya que los ahorros de un sector pueden traducirse en un aumento de pérdidas en otros. A causa de la estructura de los costos tal vez sea mejor incrementar la cantidad de desperdicio en las etapas iniciales del proceso con objeto de que disminuya el desperdicio en las últimas etapas, que son las más costosas. Deberán examinarse los procesos posteriores ya que las economías en la hilatura pueden originar problemas más adelante.

Una medida importante en todo programa de control es la de optimizar las condiciones de elaboración, y el desperdicio debe ser uno de los parámetros considerados en el programa experimental (véase el capítulo 1) que se lleve a cabo en la fábrica. Deberán establecerse asignaciones y períodos de los ciclos de hilatura correctos, compensando el costo de la mano de obra extra con los ahorros obtenidos al reducir los desperdicios. La cantidad de operarios dependerá de la gama de números de hilados que se produzca, ya que los números menos finos producen desperdicio a un ritmo más rápido. Por lo tanto, puede estar justificado que se aumente el número de operarios con objeto de reducir el desperdicio.

Cabe iniciar un programa de control del desperdicio utilizando los servicios de un consultor, pero, si esto no resulta posible, la fábrica podrá establecer su propio programa. La primera medida consiste en explicar la importancia del desperdicio en función del costo, la calidad y la seguridad de la tarea, a todos los supervisores principales, y conseguir su cooperación. Han de examinarse los lugares en que se plantean problemas especiales de desperdicio, las causas de éste y los remedios. Puede ser útil celebrar reuniones de supervisores en las que cada uno de ellos se ocupe de los problemas que se plantean en su respectivo sector.

Deberá establecerse un plan de clasificación de desperdicios, en el cual se tengan en cuenta la semejanza de propiedades, los valores y los empleos finales. En cada caso particular, la cantidad de operaciones de clasificación dependerá de las ganancias que se obtengan al continuar esas actividades. Resulta necesario un plan sistemático para el pesado y el registro de desperdicios. Las normas, importantes con fines de comparación, deberán ser flexibles, no muy difíciles de aplicar y habrán de revisarse regularmente.

Al capacitar a los operarios en los métodos del control del desperdicio, deberá abordarse el problema en forma racional procurando no ejercer presión alguna. Deberá subrayarse que el desperdicio es un subproducto natural de cada proceso, pero que el exceso de desperdicio, aunque pueda parecer pequeño para los operarios, es un factor de costo importante para la fábrica. Es necesario suscitar el interés del operario, que éste se dé cuenta de la importancia del asunto y que ponga su amor propio en la tarea. Los supervisores deberán mantener una inspección rigurosa mediante comprobaciones regulares. El objetivo de ello debe ser mantener la calidad y la producción reduciendo el desperdicio. El utilizar como incentivo el pago de primas tal vez no sea acertado cuando sólo se insiste en uno de esos objetivos.

El control del desperdicio en los países en desarrollo supone una serie de factores que merecen especial consideración:

- a)* Como los costos de la mano de obra suelen ser inferiores, puede estar justificado que se emplee a un personal adicional de control de desperdicios;
- b)* Es probable que los procedimientos de clasificación hayan de ser diferentes ya que las fábricas y los tamaños de las tandas suelen ser menores que en los países desarrollados;
- c)* Las presiones debidas a cambios de la moda es posible que casi no existan;
- d)* Es posible que la maquinaria no sea muy moderna;
- e)* Tal vez no sea adecuado el acondicionamiento del aire;
- f)* Es probable que la optimización de la elaboración resulte mucho más difícil;
- g)* El personal de control del desperdicio tal vez necesite seguir cursos de capacitación en el extranjero; y
- h)* La capacitación del personal será función de diferencias culturales y de otros tipos.

EL CONTROL DE CALIDAD EN LA MANUFACTURA DE TELAS

Control de la tejeduría

Los objetivos del control de calidad en la producción de tejidos son los siguientes: alcanzar una calidad determinada con el mínimo de desperdicio, y mantener una productividad óptima de la mano de obra y de la maquinaria a fin de maximizar los beneficios. Corresponde a la dirección fijar las normas de calidad y de productividad; en cambio, la misión del contraamaestre de tejeduría consiste en mantener o mejorar la calidad de los géneros a fin de que éstos satisfagan esas normas. Las especificaciones de diseño determinan las propiedades de las telas, y es preciso cumplir esas especificaciones ya que es posible controlarlas desde el bobinado hasta la tejeduría. El contraamaestre procurará también obtener telas sin defectos de hilado y exentas de las fallas que se originen en los telares y/o en los procesos preparatorios.

Los métodos de control de cada etapa deben ser considerados dentro del contexto de las operaciones en general; corresponde al proceso de tejeduría la mayor parte del costo, de manera que en los procesos preparatorios conviene hacer hincapié más bien en la calidad (incluida la calidad y productividad de los telares) que en la cantidad. No hay que hacer concesiones en la calidad de la preparación pues ello podría repercutir sobre la productividad del telar. Hay ocasiones en que es preciso llegar a una fórmula de transacción óptima entre calidad y productividad.

En cada etapa, la calidad está determinada por los parámetros del proceso, el estado de las máquinas, y las prácticas de trabajo. Como los parámetros de los procesos se basan en la experiencia y en ensayos controlados, efectuados en gran escala, se requerirán únicamente ajustes de poca monta. Cuando esos parámetros se hayan optimizado, la calidad dependerá de la exactitud con la que la fábrica se atenga a esos parámetros. También dependerá del mantenimiento adecuado de la maquinaria y de la calidad de las prácticas de trabajo. La meta del contraamaestre debería ser la de implantar un programa permanente de control y verificación de procesos, el mantenimiento preventivo, la capacitación de operarios, el control estadístico de calidad y el control del desperdicio.

En el bobinado, la meta consiste en eliminar de manera óptima los defectos del hilado (que producen fallas en el género y roturas en procesos posteriores) y la producción de buenos rollos (los rollos de mala calidad producen mayor desperdicio y roturas de hilo). El purgador de hilos elimina las porciones gruesas en el hilado

mientras que la tensión elimina las pequeñas máculas. Estas pueden eliminarse utilizando cilindros limpiadores electrónicos, que se emplean poco en los países en desarrollo. La tensión de devanado y la regulación del purgador son necesarias para el proceso de identificación y necesitan comprobarse con regularidad. El purgador debe ser inspeccionado por distintos motivos, a saber: cambio de posición de la plaquita (quizá por manejo indebido), desgaste, alteraciones de la calibración (tipo de plaquita basculante), movimiento no controlado de la plaquita, etc. Es muy conveniente tener un juego de plaquitas de repuesto y alternarlas regularmente. Como la colocación y alineamiento de las bobinas puede aumentar las tensiones, ocasionando roturas, conviene examinar regularmente las bobinas. Sólo una capacitación adecuada permitirá a los operarios manejar debidamente el purgador y hacer los anudamientos en debida forma.

Una serie de defectos pueden producirse en el rollo por varias razones, a saber: dispositivo de paro defectuoso cuando se rompa el hilo, ajuste inadecuado del huso de bobinado con respecto al tambor de bobinado, falta de alineación del porta-tensor de hilo con el tambor, mal estado de la máquina de anudar y prácticas de trabajo incorrectas.

Al plegar la urdinbre se procura obtener plegados de la densidad correcta, que se devanen bien durante el encolado y que produzcan el número mínimo de roturas. No conviene que se produzcan roturas de hilo durante el urdido porque éstas reducen la productividad y pueden causar roturas posteriores y faltas en la tela. Los paros pueden originar la abrasión del hilo; la ejecución negligente de remiendos o la falta de destreza del operario para localizar el cabo del hilo pueden causar otros daños aún. Es preciso revisar regularmente la tensión del hilado y la alineación del rollo y comprobar si el rodillo de guía presenta excentricidad. Como la calidad del rollo se ve afectada por el estado de las bridas del plegador, por tensiones desiguales y por el detector de roturas, es preciso efectuar el control correspondiente.

Mediante el encolado se procura cubrir el hilado con una capa protectora homogénea que aumentará la solidez del hilo y su resistencia a la abrasión sin que por ello disminuya considerablemente la extensibilidad del hilado. El mejoramiento de la solidez del hilado depende de la fórmula que se emplee para la cola, de la calidad de sus ingredientes, y de la cantidad absorbida por el hilado. La fórmula se encuentra por tanteos y se mantiene la calidad de los ingredientes mediante verificaciones de control. Es necesario efectuar un control exacto de la máxima cantidad de estiraje en todas las zonas de la encoladora a fin de minimizar la reducción del alargamiento en el hilo encolado. Con este fin, deberían efectuarse verificaciones regulares del alargamiento efectivo del hilado. Es preciso determinar la absorción óptima del encolado y verificar los valores efectivos pesando en el plegador y procediendo al desencolado en el laboratorio. Será preciso controlar el grado de inmersión, el nivel, y la temperatura de la pasta de encolado y examinar regularmente el desgaste de los cojinetes de rodillos para exprimir. Es preciso evitar el sobresecado, y en el proceso de devanado, se deberá alcanzar la densidad correcta del rollo (sin cortar los extremos).

En el proceso de tejeduría, las fallas de la tela se deben a defectos del proceso preparatorio, a la regulación incorrecta de los telares, a prácticas de trabajo inadecuadas y a roturas de los hilos (debido a la mala preparación y/o a un mantenimiento poco satisfactorio de los telares). Regularmente, es preciso contar con datos sobre el tipo e incidencia de las fallas de manera que se pueda dar la debida importancia a la preparación y a la tejeduría y adoptar medidas correctivas. Las fallas

del tejido se deben a la regulación defectuosa del dispositivo que impide la formación de grietas, al ajuste y regulación de la calada, a tijeras de batería y tijeras de templazo defectuosas, a movimientos del tactor y a una regulación de batería incorrectos, a dispositivos inadecuados de enrollamiento y devanado de la urdimbre, a disposición incorrecta de la caja, a falta de limpieza y regulación incorrecta del detector de roturas (el elemento más importante en sí). Varios factores relacionados con los telares producen aún más roturas del hilo y fallas de la tela, a saber: fallas de la calada, tensión de la urdimbre, ancho en el peine, hojales de malla y el estado de la lanzadera. Los supervisores deben inspeccionar todos los días los géneros de cada telar y señalar las fallas encontradas al operario o al encargado del mantenimiento del telar.

Para cumplir con las especificaciones del diseño, es preciso mantener un control de la numeración, la corrección del ligamento, la densidad de las puntas y la trama, el ancho de género y la longitud de la pieza. La tejeduría de diseños difíciles se facilita con la ayuda de una pieza de género que sirva para efectuar verificaciones. La experiencia anterior con respecto a los ajustes permitirá establecer dimensiones correctas, pero éstas deberán ser objeto regularmente de inspección.

Tejedura de punto

El control de calidad consiste en regular la medida en que el producto final se ajusta a su especificación; sin embargo, en la tejeduría de punto, la especificación correspondiente es a menudo subjetiva y difícil de definir. Por lo tanto, mediante el control se procurará comprobar un número suficiente de propiedades objetivas que permitan cumplir tanto las especificaciones objetivas como las subjetivas prescritas para el género. Las propiedades objetivas de las telas pueden denominarse: geométricas (por ejemplo, forma y variabilidad de la malla media, diseño en color, retención de las propiedades después de tratamientos húmedos); mecánicas (por ejemplo, carga-deformación, transparencia y doblado); y retentivas (resistencia a la abrasión, resistencia al efecto "pilling", solidez del color). Los elementos mecánicos son importantes para las propiedades subjetivas, tales como las de caída y tacto, mientras que la histéresis de las propiedades mecánicas durante el uso afecta la estabilidad de forma de la tela.

El plan más simple de control sería el de probar todas las propiedades de la tela; sin embargo, este método sería poco económico, debido al desperdicio y a la cantidad de pruebas requeridas. Un plan más completo comprende ensayos de aceptación del hilado, verificaciones de las variables del proceso, y revisión final de los géneros. De esta manera, se examinan suficientes propiedades para lograr un control adecuado.

La labor desarrollada en relación con la geometría de las telas ha demostrado que el control de la longitud de malla es esencial para el control de las dimensiones de la tela, y que los géneros registran una tendencia al relajamiento en función de dicha longitud. Al tratarse de hilado voluminoso o de géneros afieltrados, la longitud de la malla sigue siendo el factor más importante, salvo que, en este caso, la longitud de la malla sea menor que la que tenía durante el proceso de tejeduría. La longitud de las telas afieltradas depende de la fieltrabilidad del género, mientras que tratándose de telas de hilo voluminoso la longitud de la malla invertida depende del rizado del hilado.

Como en una tela, el hilado con tendencia a retorcerse puede producir una cantidad excesiva de espirales, debe considerarse el empleo de la torsión relajada, equilibrada u otros tipos de torsión S o Z. La formación de espirales en géneros de punto acanalados puede llegar a ser inaceptable cuando los guáñilos se encuentren demasiado juntos.

El aspecto de cada malla depende de la distancia entre las agujas y las diferencias de numeración y torsión de una malla a otra. El efecto se reduce a medida que se produce la relajación de la tela, excepto en casos en que el hilado se deforma por plastificación durante la tejedura de punto.

Cuando la alimentación del hilado es positiva, la longitud de la malla depende de la velocidad de alimentación (que, a su vez, es función de la velocidad del hilado y de la tensión de entrega) y de la velocidad con que se forman las mallas. Los hilados elastoméricos, en especial, requieren control preciso de la tensión y de la velocidad del hilado para que el ritmo de la entrega del hilado sea constante. Es necesario aplicar la tensión adecuada a los hilados voluminosos para quitarles todo el rizo. La alimentación positiva se emplea para la tejedura de punto por urdimbre y en tejedura sencilla de punto por trama, pero se considera demasiado complicada para tejedura de punto con tricotosa circular Jacquard y para tejedura plana de punto. A los operarios que se ocupan de la tejedura de punto por trama no les agrada la alimentación positiva por las dificultades de ensartar después de una rotura, y, a menos que se encuentren estrechamente vigilados, éstos procurarán evitar la alimentación.

La longitud de la malla depende de varios factores, a saber: tensiones, velocidades de alimentación, forma y posiciones de la leva, y la fricción hilo-aguja. Además de controlar la velocidad de alimentación y las tensiones de entrada, es necesario controlar la posición de la leva. Deberá vigilarse la tensión máxima ya que los valores demasiado altos pueden causar desprendimientos del tejido y rotura de mallas.

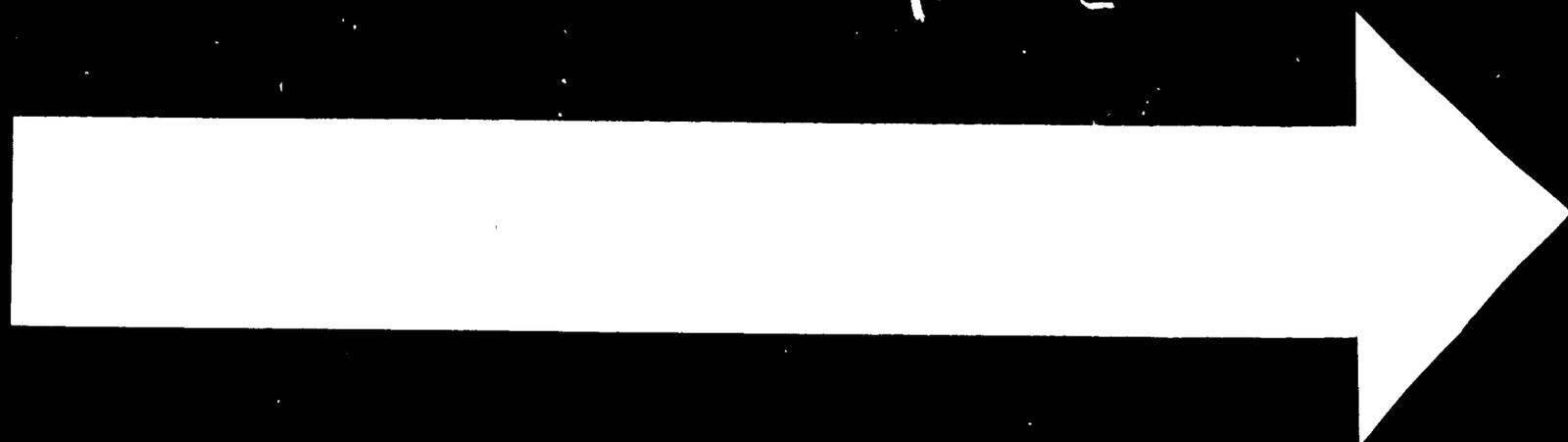
El doblado y tundido del hilado, y la longitud de la malla parecen ser los factores principales que influyen sobre las propiedades mecánicas del género. Las propiedades de retención a largo plazo, tales como la resistencia a la abrasión y la falta de "pilling" abarcan tantos factores que la única prueba razonable es el examen de la tela acabada, este procedimiento se aplica igualmente a la estabilidad dimensional.

Los factores que se ensayarán son los siguientes: variables del hilado; variables del proceso y variables de la tela, factores que se examinarán a continuación.

Variables del hilado

El número del hilado (juntamente con la longitud de la malla) afecta al factor recubrimiento, pero, lo que es más importante aún, afecta también a los aspectos económicos del sistema porque el hilado se compra por peso y el género se vende por superficie. Por consiguiente, un aumento del 5% en el número significará un aumento correspondiente del costo de la materia prima, sin que se registre un aumento equivalente en las ganancias. Se requiere verificaciones del número como base para las reclamaciones. También conviene medir la irregularidad del hilado y controlar las motas, nudos y pequeñas máculas.

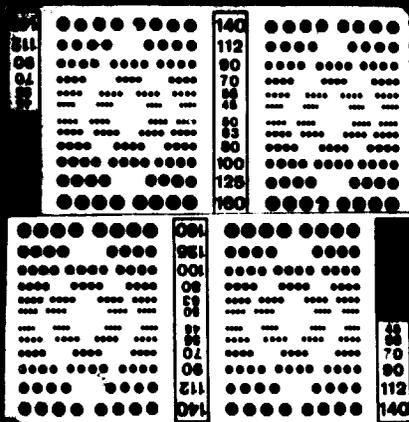
La rigidez del rizado del hilado voluminoso debe ser uniforme, porque, de otra manera, aparecen listas en la tela. Es preciso controlar la resistencia del hilado y la variabilidad de esa resistencia para evitar el desprendimiento del tejido y la rotura de



3 - 12 - 74

2/2

74 ST 0072



mallas; sin embargo, esto suele tener importancia únicamente cuando se trata de hilados de poca resistencia, como la lana. La extensibilidad del hilado tiene importancia para los hilados elastoméricos, mientras que la extensibilidad dinámica es importante en la fabricación de medias.

La tendencia a la torsión puede examinarse fácilmente mediante un rápido control visual. Se requiere únicamente un control ocasional de la torsión y de la variabilidad de la misma. Como la fricción del hilado contribuye a su rotura y es factor determinante de la longitud de la malla (cuando la alimentación es negativa), conviene controlar hasta cierto punto la fricción dinámica. El módulo de doblado del hilado depende del diámetro de las fibras empleadas y, por esta razón, suele ser común controlar diámetros cuando se emplean hilados de lana.

Variables del proceso

Puede examinarse la longitud de la malla utilizando un instrumento para medir la velocidad del hilado y un medidor de longitudes. Hay una variedad de aparatos para medir la tensión que registran tensiones relativas, pero es importante emplear el mismo tipo de instrumentos con fines comparativos. La verificación de tensión de entrada y de la longitud de la malla deben efectuarse por lo menos una vez al día. Al mismo tiempo, debe inspeccionarse el género visualmente para verificar si el dispositivo de selección funciona correctamente. Conviene señalar que la práctica usual de emplear medidas basadas en el número de hileras por pulgada para controlar la longitud de la malla en los géneros de punto no es digna de confianza, induce a errores y causa muchas dificultades en los planes existentes.

Variables de las tela:

Las pruebas de abrasión, "pilling" y de estabilidad dimensional sirven para evitar la venta de mercadería deficiente, y proporcionan datos útiles para establecer prácticas futuras. Son pruebas corrientes las de inspección final de mallas irregulares y mallas corridas, y el control aproximado de las dimensiones. Algunas fábricas se basan completamente en esas pruebas para efectuar el control de calidad, práctica que no resulta nada conveniente.

La cantidad de los ensayos efectuados en la industria de tejeduría de punto depende de su costo; sin embargo, como el valor añadido de muchos productos de punto es relativamente bajo, el plan debe ser sumamente selectivo para mantener los costos a un nivel mínimo. Por razones económicas, las fábricas de productos textiles rara vez efectúan pruebas de aceptación del hilado, pero conviene controlar el número del mismo porque ello influye sobre la rentabilidad. Un plan mínimo de control incluye verificaciones del número control de las variables del proceso, inspección final del género, y pruebas esporádicas para verificar la solidez del color y la estabilidad de forma. Hay muchas posibilidades intermedias entre el plan mínimo y un plan completo; la selección final dependerá del tipo de género, del valor añadido y de la situación de la industria.

Capítulo V

EL CONTROL DE CALIDAD EN EL ACABADO

Durante las operaciones de acabado, la tela que procede del telar o de la máquina de tejer ha de ser sometida a una serie de procesos químicos y físicos a fin de darle las propiedades necesarias para un empleo final determinado. Esto debe realizarse de modo tal que la calidad se mantenga sin que suban los costos. El acabado debe dar al paño las propiedades subjetivas propias de la tela (suavidad, consistencia, brillo, aspecto de la cara anterior, solidez del matiz); las propiedades objetivas (armonía y uniformidad del color, peso por unidad de superficie, estructura del tejido, ancho, largo, resistencia a la tracción, solidez del color y estabilidad dimensional); y cualquier propiedad especial exigida por el uso final de la tela (inflamabilidad, impermeabilidad, permeabilidad al aire, etc.). Las especificaciones correspondientes a una tela determinada suelen precisarse con toda clase de detalles, sobre todo cuando las fija un departamento de defensa o un departamento oficial, o cuando el material lleva una marca de fábrica o un nombre comercial registrados. El acabado debe realizarse de modo tal que, además de cumplirse las especificaciones se mantengan dentro de niveles aceptables la cantidad de defectos del tejido acabado (número de hilos indicadores de defectos por cada 1.000 yardas), el porcentaje de productos defectuosos y la producción de telas que no reúnan las condiciones necesarias para su venta normal.

El control de calidad en la etapa de acabado supone una serie de actividades diferentes que pueden clasificarse con arreglo a los siguientes epígrafes:

- a) Control de materias primas;
- b) Selección del proceso de acabado y control de sus parámetros;
- c) Control de las especificaciones de la tela; y
- d) Inspección de telas (antes y después del proceso de acabado, y durante el mismo).

Es conveniente realizar el control de las materias primas, pues éstas representan una proporción importante de los costos. Con frecuencia, la decisión de comprarlas en una fuente determinada se toma en función del precio, más bien que atendiendo a su calidad. Este criterio es desacertado, pues los factores de calidad, tales como la resistencia, influyen en el costo efectivo, que depende de la relación entre la resistencia del material y el precio de venta. Es preciso sopesar estos factores para obtener los costos más económicos. Una fábrica puede comprar grandes cantidades de materiales. De ahí que la carga de ensayo deba elegirse con discernimiento para

tener la seguridad de que el plan es rentable. Un ensayo cuidadoso de las materias primas es especialmente importante cuando su costo es un factor principal en el costo del producto final y cuando sus cualidades desempeñan un papel decisivo en el proceso de elaboración.

Las materias colorantes comerciales suelen ser una mezcla de tintes puros y de aditivos, y la proporción relativa de dichos componentes no está normalizada. Es posible que no pueda confiarse en la calidad de las remesas de colorantes, sobre todo si escasean (posibilidad común a los países en desarrollo). La solidez del colorante puede evaluarse midiendo su penetración, pues existe entre ambas una relación directa. Para comparar la calidad de los colorantes de distinta procedencia se mide la cantidad necesaria de unos y otros para obtener matices semejantes. De este modo se conoce el grado de solidez relativa y el precio real. Este método tiene la desventaja de que no permite detectar diferencias inferiores al 5% y que la diferencia de matiz puede ser un obstáculo para la evaluación de la penetración. Hay otros métodos que permiten efectuar una evaluación más precisa. Es importante saber si el colorante suministrado es puro o es una mezcla de colorantes; esto puede comprobarse con seguridad mediante sencillas técnicas de cromatografía que permiten separar los componentes. Es necesario que los colorantes sean compatibles entre sí, pues en la práctica el teñido se realiza con mezclas de colorantes. La resistencia y pérdida de intensidad relativas de los colorantes puede comprobarse mediante pruebas especiales de teñido.

Los agentes de acabado a base de almidón suelen contener agentes suavizantes o endurecedores. Pocas veces es necesario realizar verificaciones con respecto a los almidones en sí, pero debe comprobarse la viscosidad de una pasta de ensayo. Los agentes suavizantes y endurecedores pueden evaluarse mediante experimentos de acabado. Los productos químicos que se utilicen en el acabado, como las resinas, deben ser sometidos a pruebas de comprobación para determinar la presencia de formaldehído libre (que da origen a la fragilidad de la tela y a su mal olor), el porcentaje de ingrediente activo y, tal vez, para lograr su identificación cualitativa.

Como al realizarse el acabado las fibras suelen estar mezcladas, puede ser necesario determinar los componentes y sus proporciones relativas para asegurar un teñido eficiente. Las concentraciones relativas de las fibras en una mezcla influyen en las propiedades de los colorantes; por eso, para reducir al mínimo la posibilidad de un teñido irregular, es necesario realizar pruebas para conocer el grado de uniformidad de la mezcla.

Entre los productos auxiliares figuran los descolantes, de humectación, dispersantes y de igualación. La acción de los productos descolantes puede apreciarse midiendo la disminución de la viscosidad de una pasta de almidón normalizada. La eficiencia de los productos humectantes puede comprobarse mediante ensayos de inmersión de madejas normalizadas; la de los productos dispersantes, mediante pruebas con un simple papel de filtro; y los productos de igualación pueden examinarse mediante teñidos de ensayo. Otros productos químicos importantes (por ejemplo, hidrosulfito sódico, sosa cáustica, sal común, ceniza de sosa, nitrito sódico, peróxido de hidrógeno, ácidos, y polvo blanqueante) pueden controlarse mediante procedimientos analíticos normalizados.

Las propiedades del agua son importantes, pues la dureza influye en el lavado y en el teñido; la presencia de hierro no es conveniente en el blanqueo, y las impurezas deben reducirse a un mínimo cuando el agua se utiliza en calderas. El conocimiento de la dureza, de la alcalinidad, y de los sólidos disueltos y contenidos en el agua es

esencial, y debe aplicarse al tratamiento apropiado a fin de que el agua sea adecuada al empleo previsto.

La selección del proceso de elaboración apropiado y de sus parámetros depende del tipo de tela, de las propiedades requeridas y, en gran medida, de las fibras utilizadas. El orden de sucesión de las operaciones puede variar considerablemente conforme a los materiales con que se haga la tela, que puede ser de algodón, lana, mezcla de algodón y fibras sintéticas, de lana y fibras sintéticas, o de fibras sintéticas exclusivamente. Tal vez haya que modificar los procesos para adaptarlos a una determinada fibra o mezcla de fibras y efectuar un control cuidadoso para disminuir las deficiencias. El buen mantenimiento de las máquinas, la limpieza y el orden son también aspectos fundamentales del control de calidad en el acabado.

Tratamiento del algodón

Es preciso medir periódicamente la cantidad de cola residual, después del descolado, pues un descolado inadecuado o desigual tiene efectos desfavorables sobre la eficiencia del lavado, el teñido y la aplicación de algunos productos de acabado. Mediante el lavado se eliminan impurezas y la tela se vuelve absorbente. Un alto grado de absorción es indispensable y debe comprobarse mediante una prueba con una gota. También puede ser necesario verificar periódicamente el contenido residual de cera y nitrógeno.

El blanqueo tiene por finalidad lograr una blancura permanente; de ahí que sea necesario realizar pruebas de comparación de la blancura con un blanco determinado, y ensayos de la fluidez. El blanqueo depende del pH, de la concentración y de la temperatura, elementos que deben comprobarse adecuadamente. Después de neutralizar con ácido, debe verificarse el pH de la tela, utilizando papel indicador universal, para tener la seguridad de que no hay sustancias ácidas durante el secado.

En el mercerizado debe controlarse la concentración de álcali, y es preciso examinar la tela acabada en lo que respecta al aumento de absorción y de brillo. La cantidad residual de alcali no debe ser excesiva, pues da lugar a un color amarillento y facilita la oxidación.

En los acabados a base de almidón se debe comprobar la viscosidad y la temperatura de la pasta, y hay que examinar tan bien la acción de presión que ejerce el mangle. Es conveniente realizar evaluaciones subjetivas de la caída y de la rigidez del paño. Debe observarse la blancura de la tela para verificar la eficacia de los agentes abrillantadores ópticos. En lo que respecta a los acabados para obtener efectos de "lave y use" debe evaluarse la estabilidad de la resina, el pH, la capacidad de absorción de la tela acabada y la uniformidad en la fijación de la resina.

En el teñido, es esencial la preparación cuidadosa de la fórmula y hay que realizar ensayos en materia de temperatura y agotamiento de la solución colorante. Las telas que han de teñirse deben ser absorbentes, estar exentas de impurezas y colocadas uniformemente. Los aspectos que deben controlarse en el proceso de estampado son: la fórmula de la pasta, la viscosidad del espesador, la estabilidad del estampado, las presiones y ajustes del rodillo, y el estado del vaporizador.

La tela terminada debe ser examinada desde el punto de vista de la resistencia del colorante o el estampado a la luz y al lavado. Tal vez sea necesario realizar pruebas de la resistencia al frotamiento (cuando se utilizan pigmentos), al sudor, a la limpieza en seco, y al encogimiento residual (artículos preencogidos). También puede ser necesario verificar la eficacia de los acabados que facilitan el cuidado de las telas y les dan un planchado persistente.

Tratamiento de mezclas de algodón y fibras sintéticas

Cuando se combinan fibras sintéticas y de algodón es preciso introducir otros procedimientos en las fases del proceso de tratamiento y en sus parámetros.

Las manchas de tierra y aceite de los tejidos de algodón y poliéster deben quitarse en la etapa del telar, pues después es muy difícil sacarlas. Las colas deben ser apropiadas a la naturaleza hidrófoba del poliéster y a la mayor cantidad de pelos de los hilados mezclados. Como estos tejidos están impregnados con la solución descolante, su secado entraña más riesgos, lo cual ocasiona también dificultades. El daño que el álcali puede causar al poliéster durante el lavado se controla regulando el tiempo, las concentraciones y la temperatura. La regulación del calor necesario para dar estabilidad dimensional al poliéster exige un control exacto de la temperatura para evitar los efectos y modificaciones perjudiciales en la rigidez y caída de la tela. La verificación del lote se efectúa mediante pruebas de encogimiento, pruebas de arrugamiento y de apreciación de cualidades al tacto. La eliminación de las fibras sobresalientes mediante el chamuscado es mejor realizarla antes del teñido. Los agentes abrillantadores ópticos son diferentes para cada fibra y tal vez sea necesario aplicar acabados antiestáticos. Como el teñido es esencialmente diferente para cada fibra, es necesario que los controles sean más exactos.

En la elaboración de mezclas de algodón y viscosa es necesario introducir procedimientos distintos, pues la viscosa es más débil y se estira mucho más cuando se moja. El álcali influye también sobre la viscosa en mayor medida, y su estabilidad dimensional es escasa. El lavado a presión no se considera recomendable, y los tiempos de lavado pueden abreviarse debido a que la mezcla es por naturaleza más limpia. En el mercerizado, se utiliza agua caliente para eliminar el álcali. Las concentraciones deben ser bajas y es preciso tener sumo cuidado al eliminar el álcali residual. El proceso de elaboración debe realizarse a baja tensión, sobre todo cuando la proporción de viscosa es elevada. El teñido en paquete puede resultar difícil debido al pronunciado esponjamiento de las fibras de viscosa.

Las mezclas de algodón y poliamida requieren regulación del calor cuando la proporción de poliamida sobrepasa el 30%. El hidrosulfito sódico es necesario en el lavado para evitar la descoloración de la poliamida. Es necesario efectuar una selección cuidadosa de los colorantes (de cuba), y es conveniente efectuar las necesarias adaptaciones en el laboratorio antes de emprender el teñido en grandes cantidades. Durante el teñido, deben mantenerse las condiciones exactas de temperatura y de pH. La aspereza al tacto después de los tratamientos con resina puede evitarse mediante la realización ulterior de un lavado a fondo.

Con respecto a las mezclas de algodón y fibras acrílicas, las temperaturas y la alcalinidad deben reducirse al mínimo para evitar daños a los productos acrílicos. (Las condiciones se determinan mediante ensayos de laboratorio.) Durante el proceso químico debe evitarse el estiramiento excesivo. También deben controlarse la presión y la temperatura. El control de la temperatura es decisivo en la operación de teñido.

Tratamiento de la lana

Un ajuste insuficiente durante la fijación en húmedo puede producir arrugas o alteraciones del dibujo durante el lavado en pieza o el teñido en piezas. Si la tela se somete a una tensión excesiva y el pH es incorrecto, el género puede perder resistencia. En el lavado en piezas, una carga excesiva en la línea de retención de la

máquina de lavar, o las temperaturas altas, pueden originar marcas, alteraciones del dibujo y un encogimiento excesivo. Como el lavado insuficiente origina dificultades de teñido, es necesario controlar la grasa residual, el jabón y el álcali.

Durante el proceso de batanado, deberá evitarse que haya presiones excesivas en el rodillo y que sea excesiva la cantidad de paño que se abatana. Resulta esencial que la saturación con ácido sea uniforme para minimizar las desigualdades en la carbonización. En el teñido en tina con aspadera, deberá efectuarse la debida selección de colorantes y de los métodos para aplicarlos, ya que la carga excesiva produce un teñido desigual. También es muy importante controlar la temperatura.

El perchado excesivo origina telas poco fuertes. Las arrugas, el contenido de humedad desigual y la presencia de productos químicos residuales pueden ser causa de que el perchado sea desigual. El encrespamiento de los orillos y un perchado demasiado intensivo puede originar defectos. Es importante el estado del alambre de carda. En el tundido, para evitar la formación de agujeros, se comenzará por la parte posterior de la tela, y deberá cuidarse de que las cuchillas estén afiladas y las hojas debidamente orientadas. En el decatizado al vapor es indispensable que la tensión y la envoltura sean parejas. Deberá evitarse que el vapor esté saturado, ya que entonces ocasiona manchas. Pueden producirse defectos en el prensado debidos a un preacondicionamiento no uniforme, a un estiramiento excesivo de la tela, y a que durante la alimentación no se consiga que el género se mantenga plano.

La estabilidad dimensional es importante en los géneros de punto. El estiramiento correcto durante el acabado es indispensable y permite evitar los enganchones durante el uso.

Tratamiento de fibras artificiales y sintéticas

Cuando se tratan filamentos continuos y fibras cortadas, deberán mantenerse debidamente separados para minimizar la contaminación. Los manuales de los fabricantes contienen indicaciones sobre secuencias de tratamiento, recomiendan técnicas específicas, enumeran los puntos que hay que considerar y examinan los defectos que se encuentran durante el acabado.

Es necesario efectuar ensayos para controlar las especificaciones de la tela, y en consecuencia deberá disponerse de los adecuados instrumentos de ensayo. Tal vez sea necesario ensayar las siguientes propiedades: peso por unidad de superficie, resistencia al "pilling", resistencia a la abrasión, eficacia del acabado, resistencia de la tela, dibujo y color.

Las inspecciones se llevan a cabo en las etapas intermedias, cuando el tejido está crudo (por ejemplo, después del teñido en piezas) y después de terminar el acabado. La mayor parte de los hilos indicadores de defectos en una tela acabada se deben a imperfecciones del hilado y del tejido. La sala de remiendos de tejidos crudos constituye un punto de control principal y sirve de orientación para fijar las normas de calidad que, en definitiva, se puedan cumplir. Si bien se remiendan los defectos en las telas de lana más caras, en las de algodón y de productos sintéticos se efectúan pocos remiendos, y la inspección es menos rigurosa. Es necesario efectuar una inspección final para evitar que se vendan mercaderías de calidad inferior. Deberán tabularse los resultados de las inspecciones en función de la producción, del porcentaje de productos defectuosos, del porcentaje de géneros que no reúnen las condiciones para la venta normal, y del número de hilos indicadores de defectos por

cada mil yardas, con objeto de que se puedan aplicar inmediatamente medidas de control si el número de defectos es excesivo. Deberá llevarse un registro de faltas, de muestras de géneros defectuosos, y de los resultados de las investigaciones encaminadas a resolver problemas técnicos que sirvan de ayuda para futuras inspecciones.

Los problemas de control de calidad que se plantean a las empresas de teñido y acabado independientes que trabajan por encargo son diferentes de los que se plantean a las fábricas organizadas en sentido vertical, ya que aquéllas no poseen las telas, aunque elaboren una gran variedad de géneros; tienen más clientes con una mayor gama de empleos finales; poseen una mayor producción pero reciben encargos más pequeños, que a su vez están divididos en grupos; y tropiezan con mayores problemas en la planificación de la producción con objeto de satisfacer los plazos de entrega. La inspección inicial tiende a ser poco frecuente ya que la empresa suele dar por supuesto que la tela reúne las debidas condiciones. Sin embargo, debe comprobarse una cierta proporción (a base de los registros que se posean, de la reputación del proveedor, etc.) y deberán guardarse muestras a todo el ancho, para que sirvan de referencia. (Esto es útil para averiguar si los defectos se deben al acabado o a procesos anteriores.) Suele efectuarse el repaso después del teñido (o del secado, si sólo se lava y acaba) y los géneros pasan directamente a ser sometidos a nuevo tratamiento. El objeto de ello es conseguir que no haya muchos defectos en la inspección final. Como el análisis de faltas es una característica de importancia vital en los trabajos por encargo, deberán trazarse gráficos que permitan determinar las tendencias.

Capítulo VI

EL CONTROL DE CALIDAD EN LA INDUSTRIA DE LAS PRENDAS DE VESTIR

El control de calidad en la industria de las prendas de vestir no está muy bien delimitado, por diversas razones. El fabricante de ropas ha de utilizar una gran variedad de telas, cuya calidad depende de las fibras empleadas, de las propiedades de los hilados, de los parámetros de fabricación y de las variables relativas al acabado. Así pues, la producción empieza con una materia prima inherentemente variable. Es difícil seleccionar los parámetros para especificar una prenda determinada, puesto que gran número de propiedades no se pueden medir cuantitativamente. Se puede especificar el tamaño de la prenda entera, o de algunas de sus partes, pero la medida del tamaño depende del método utilizado. Hay parámetros subjetivos, como por ejemplo el "estilo" y el "corte", que afectan vitalmente al valor de la prenda, pero a estos respectos los métodos de examen se limitan a una apreciación visual.

El control de calidad puede dividirse en tres sectores: prueba de aceptación, ensayo de las propiedades e inspección del producto.

Prueba de aceptación

La prueba de aceptación comprende el ensayo de todas las materias primas utilizadas, incluida la tela básica, y de otros productos, por ejemplo: botones, cremalleras, botones de presión, corchetes, elásticos para cinturas, refuerzos, galones, entretelas, forros de bolsillo, forros, guatas e hilos de coser.

Las telas se especifican por el número y torsión de los hilados, la composición de las fibras, los cabos e hilos de trama por pulgada (o pasadas y columnas), el peso por unidad de superficie, la anchura, el espesor (de las telas perchadas o velludas), la conformidad al matiz y la ausencia de faltas estructurales. Puesto que la importancia relativa de cada uno de los extremos anteriores depende de la tela de que se trate y del uso a que se destine, sólo se examinan los factores importantes. Generalmente, sólo es posible ensayar una muestra de la tela, y por lo tanto el sistema de prueba ha de estar tan bien concebido que sea muy pequeña la probabilidad de que una tela defectuosa pase a la producción. Plantea una dificultad el hecho de que el muestreo generalmente se debe hacer en el extremo de la tela, que quizá no sea representativo de su totalidad. El método de control más eficaz es prestar más atención a los tipos de telas en que sea más probable la existencia de defectos. Así, para algunos tipos

será conveniente repasar cada una de las piezas, mientras que para otros sólo será necesario comprobar un porcentaje pequeño de ellas (por ejemplo, para comprobar las entretelas, los forros de bolsillo en lo que respecta al peso y la anchura, puede someterse a prueba una pieza de cada 10).

Respecto a los accesorios se someterán a prueba principalmente los artículos que muestren una mayor variación de lote a lote. Cada componente se deberá considerar por separado, y se establecerá un método de ensayo apropiado para el mismo. Algunos componentes, como por ejemplo los botones, se evalúan fácilmente (dimensiones, peso, color, acabado de superficie), mientras que otros, como las cremalleras, son más difíciles de evaluar. De cada lote de cremalleras se deberán tomar muestras, e inspeccionarlas respecto al tamaño, a los defectos en los materiales o en el trabajo, y respecto a la libertad y facilidad de acción.

Tomar nota y archivar los resultados forma parte importante de las pruebas de aceptación. Estos datos se deben conservar generalmente durante el tiempo que se supone durará la prenda, a fin de poder referirse a ellos si se recibe una reclamación.

Ensayo de las propiedades

El ensayo de las propiedades supone pruebas especiales sobre las propiedades importantes, según el tipo de tela de que se trate. Estas pruebas incluyen las relativas a la impermeabilidad para las prendas impermeables; a la incombustibilidad para las prendas infantiles; a la adhesión de tela a tela para las entretelas que han de adherirse; a la permeabilidad al aire para las telas impenetrables al viento, etc. Una tela impermeable tendrá que seguir teniendo sus propiedades después de humedecerse y secarse repetidas veces, y el acabado deberá soportar la limpieza en seco. A causa de la dificultad que supone crear en laboratorios distintos las mismas condiciones para los ensayos, estas pruebas no están completamente normalizadas y sólo se pueden obtener medidas relativas.

Puesto que la incombustibilidad es un requisito legal para las prendas infantiles de dormir, los ensayos al respecto han de realizarse en todo caso. La impermeabilidad de las telas se puede medir empleando el instrumento de Cambridge, pero se realizan rara vez pruebas al respecto, a menos que las telas estén destinadas a utilizarse en lugares en los que el clima sea riguroso, por ejemplo, en el Ártico. Es conveniente medir la resistencia a la abrasión en telas sometidas a un desgaste intenso (por ejemplo, bolsillos, forros) y el dispositivo de prueba más comúnmente empleado a este efecto es el de Martindale. Estas pruebas no son absolutas, sino relativas, y, puesto que se pueden ensayar al mismo tiempo cuatro telas, es conveniente ensayar muestras de dos tipos de tela que hayan dado resultados satisfactorios y de dos telas cuya resistencia a la abrasión se tenga que comprobar, y comparar los resultados.

Por diversas razones, las dimensiones de muchas telas se alteran al someterlas al vapor y, puesto que durante la preparación se aplican varios tratamientos al vapor, a veces incluso 20, es importante examinar este factor. Cuando se somete al vapor una tela que se había estirado excesivamente para obtener la anchura correcta, puede producirse un encogimiento considerable, con cambios sorprendentes de tamaño. La prueba habitual consiste en someter la tela al vapor, permitiéndole que encoja. (La prueba WIRA es un ejemplo típico.)

La caída y el tacto son propiedades difíciles de cuantificar y, en caso necesario, lo mejor es comparar la tela que se ha de comprobar con otra tela ya conocida.

Existen diversas pruebas respecto a la recuperación después del arrugado y la resistencia al arrugado. En las telas laminadas se requiere una buena adhesión que soporte la limpieza en seco, la flexión, etc., pero, aunque existen pruebas al respecto, aún no existe ninguna normalizada.

El cosido de las prendas también plantea problemas; por ejemplo los daños que causan las agujas a las costuras durante el cosido, las deformaciones, arrugas y falta de solidez en la costura, problemas que se han multiplicado desde que se utilizan telas sintéticas. A causa de las grandes divergencias entre las telas, las que con frecuencia son de composición desconocida, las pruebas sobre el cosido se deberán incluir como parte del sistema de control.

Inspección del producto

Puesto que cada prenda pasa por una gama complicada de procesos (corte, confección, etc.), antes de que se consiga el producto final, se precisa un sistema de inspección del producto para eliminar las faltas debidas a la elaboración. La inspección durante la producción garantiza que no se seguirán confeccionando las prendas que ya se han clasificado como defectuosas, y la inspección final evitará que se vendan dichas prendas. A veces, se lleva a cabo una inspección completa, pero lo usual es examinar sólo una muestra, y concretamente los estilos y tipos en los que es más probable que se presenten defectos. La inspección será más o menos detallada según el tipo de prenda, la calidad y el precio de venta de la misma.

Es necesario verificar el tamaño, puesto que en la práctica quizá no se haya conseguido el tamaño que se pretendía y sea preciso volver a clasificar la prenda. Será preciso descubrir defectos como, por ejemplo, costuras deformadas o estropeadas, dobladillos desiguales, rayas o dibujos mal armonizados, delanteros o espaldas mal sentados, mangas, bolsillos o solapas mal aplicados, puesto que cualquiera de estos defectos justifica desechar la prenda cuando se trata de artículos de alta calidad. El cliente emite el juicio definitivo y, con frecuencia, un medio útil para fomentar el control es proponer el cambio, sin discusiones, de cualquier artículo defectuoso. Aunque este método se presta a abusos, es útil para descubrir faltas que habrían de remediarse.

En conclusión, es preciso decir que la industria de prendas de vestir constituye una esfera bastante difícil para aplicar sistemas de control de calidad. Las principales razones de ello son dos: *a)* la variabilidad de las materias primas de insumo y *b)* la amplitud de la gama del producto y lo pequeño de los lotes de producción. Puesto que los factores económicos determinan la cantidad de tiempo y trabajo que puede dedicarse al control de calidad en una fábrica que produzca un cierto tipo de prendas, la cuestión estriba en repartir estos recursos entre los tres tipos de ensayos. Esto debe hacerse de tal manera que se ejerza un control máximo sobre la calidad del producto final. Normalmente, cuando se establece por primera vez un sistema de control de calidad se da más importancia a las pruebas de aceptación, y la inspección del producto se emplea para verificar la eficacia de dichas pruebas. A menos que constituyan un requisito legal, los ensayos sobre las propiedades se realizan en general posteriormente.

En la industria de las prendas de vestir la reputación relacionada con una marca o nombre de fábrica determinado tiene gran importancia para el comprador. El control de calidad, a pesar de sus dificultades inherentes, contribuye mucho a mantener y aumentar esta reputación.

EL CONTROL DE CALIDAD EN UNA ECONOMIA EN DESARROLLO

Aspectos generales

Durante muchos años, los fabricantes de los países desarrollados han tenido que competir entre sí y, además, con los importadores en sus propios países y con los competidores extranjeros al tratar de exportar. En consecuencia, se viene ofreciendo a los consumidores una gama cada vez más amplia de productos y la calidad de éstos se ha ido convirtiendo en un criterio importante para la selección. El público ha ido aprendiendo a exigir mejor calidad y un proveedor que no le satisfaga no podrá vender sus productos. A causa de este aumento de la competencia, el precio también se convierte en un factor decisivo para la venta. Por lo tanto, el control de calidad en las fábricas ha llegado a ser parte esencial de la campaña para mantener una calidad alta y unos precios bajos.

Sin embargo, la situación en los países en desarrollo es completamente diferente. Las normas de calidad son generalmente bajas. Los consumidores no han tenido ocasión de conocer productos de mejor calidad, no se dan cuenta de la importancia de la calidad y normalmente no disponen de dinero para pagarla incluso cuando se expendan artículos de buena calidad. Al aumentar el desarrollo del país y mejorar el nivel de vida, el público empieza a pedir productos de buena calidad; se reciben productos de importación de los países desarrollados, lo que despierta en los clientes curiosidad e interés, y crece la demanda de bienes de consumo de buena calidad.

La competencia en los mercados de exportación es un factor clave en este interés por mejorar la calidad. Un país con una gama limitada de manufacturas ha de exportar a fin de sobrevivir. A veces existen mercados naturales en las zonas inmediatas que no piden productos de calidad pero, en general, un país se ve forzado a competir con los productos de alta calidad de los países desarrollados. Un punto importante que merece señalarse es que el primer objetivo ha de ser mejorar la calidad general de los artículos destinados al mercado interno antes de mejorar la calidad para el de exportación. La industria ha de acostumbrarse a los métodos de fabricación de productos de calidad a fin de que pueda mantenerse la calidad de las mercancías destinadas a un mercado de exportación en constante evolución.

Las empresas de los países desarrollados están sometidas relativamente a pocos cambios en la demanda referente a la calidad, puesto que la calidad de su producción ya está establecida a un nivel razonable. En cambio, los países en desarrollo tienen generalmente niveles bajos de calidad, pero en el futuro se requerirá un aumento

acelerado de la calidad para que pueda elevarse el nivel económico y social. Esto crea numerosos problemas y a este respecto podría ser útil examinar aquí los factores que pudieran ser o no importantes para ayudar a los países en desarrollo a elevar sus niveles de calidad.

A este respecto es probable que el factor clave sea el tipo de asistencia que las autoridades públicas presten a la industria. A fin de mejorar las normas de fabricación, la industria necesitará tecnólogos e ingenieros altamente calificados. Este personal deberá recibir su formación en el país, en vez de proceder del extranjero. Por lo tanto, el gobierno habrá de procurar establecer nuevas instituciones y aumentar la asistencia a los establecimientos de educación superior existentes a fin de que puedan ampliarse sus programas de formación profesional y de información.

Las diversas empresas necesitarán ayuda para establecer métodos modernos de control de calidad y, en primer lugar, el personal de gestión a nivel de fábrica habrá de familiarizarse con el control de calidad y percatarse de la importancia del mismo, tanto para sí mismo como para el conjunto del país. También será preciso enseñar al personal de gestión cómo organizar sistemas de control adecuados. Será preciso un programa de promoción y capacitación completo para que el personal de las fábricas tenga presente la importancia de la calidad. Es necesario que los fabricantes se den cuenta de que cambian los requisitos respecto a la calidad y se deberá establecer un sistema de información amplio y confiable que proporcione al personal de producción y de gestión información detallada sobre el tipo de productos requeridos y sobre los productos que se fabriquen en la actualidad. Se deberá instar a las empresas a que establezcan sistemas de control y de inspección adecuadamente concebidos a fin de mejorar la calidad en general.

Las políticas gubernamentales pueden tener importancia para alcanzar el objetivo de mejorar la calidad. En la mayoría de los países en desarrollo existe un sistema de protección arancelaria que permite a la industria local competir con las importaciones extranjeras. Sin embargo, para elevar el nivel de calidad se deberá realizar un programa amplio y bien planeado para eliminar progresivamente estas medidas proteccionistas. Esto necesitaría un aumento de la calidad de los productos del país para hacer frente a la creciente competencia de las importaciones. Deben tomarse medidas adecuadas de protección contra el dumping. Tal vez sea conveniente aplicar disposiciones restrictivas; siempre que den por resultado la racionalización de la producción y la comercialización, la mejora de los productos y la garantía de su calidad. Tal vez sea necesario establecer una legislación para reglamentar y normalizar los pesos y medidas. Deben especificarse las normas de exportación y establecerse medios de comprobar y controlar las exportaciones.

También podrían examinarse otros diversos sistemas de ayuda oficial. Los instrumentos de medida son parte esencial de los sistemas de inspección; en este sector se podría prestar ayuda otorgando subsidios para su compra o facilitándolos en alquiler, estableciendo servicios centrales de comprobación, destinados a las empresas que no dispusieran de recursos para instalaciones propias; normalizando el uso y calibración de los instrumentos de medición; proporcionando servicios de calibración y mantenimiento de instrumentos, etc.

Las normas de calidad las fija el consumidor. Los gobiernos (sobre todo sus departamentos de defensa) suelen adquirir gran cantidad de artículos; por eso, al efectuar sus compras, pueden poner condiciones sobre la calidad de los productos. Todas las compras oficiales deben efectuarse conforme a normas, a las que hay que atenerse estrictamente. Las tiendas que venden al pormenor desempeñan un papel

importante en la educación general del consumidor y es preciso alentar a esos establecimientos para que vendan productos de alta calidad a precios razonables; colaboren con los fabricantes en materia de especificaciones y normas de calidad; prescindan de los proveedores que no suministren artículos de calidad adecuada y uniforme; enseñen al público a distinguir los productos interesantes, de alta calidad; y alienten a los compradores a que devuelvan las mercaderías defectuosas.

Centros de control de calidad para la industria textil

Funciones de los centros

El establecimiento de centros de control de calidad contribuirá en gran medida a mejorar las normas de calidad en los países en desarrollo. La índole y alcance de las funciones de un determinado centro dependerán de las necesidades de la industria local; pero entre ellas deben figurar algunas de las siguientes o todas ellas:

- a) *Asistencia y asesoramiento técnico de carácter general.* Cada vez resulta más difícil seguir el ritmo de los rápidos adelantos y cambios tecnológicos que se registran en la industria. Un centro de control de calidad podría desempeñar al respecto un papel importante, manteniéndose al tanto de los últimos progresos y tendencias en el extranjero y proporcionando asesoramiento sobre todas las cuestiones relativas al funcionamiento eficiente de una fábrica de tejidos. El centro podría atender consultas sobre cuestiones tales como la elección correcta de materias primas, los métodos de transformación relacionados con materias primas diferentes, los requisitos óptimos de elaboración, la dotación de personal eficiente, la compra de maquinaria y equipo nuevos, el desarrollo ulterior de la fábrica, las normas en materia de exportación, gestión y fijación de costos, etc.
- b) *Asesoramiento especializado sobre control de calidad y control del desperdicio.* El centro podría colaborar en materia de control de calidad y del desperdicio enviando a la fábrica especialistas que examinaran la situación y se encargaran de supervisar la aplicación de un plan general de mejoras. El centro podría también organizar cursos de capacitación para el personal superior de la fábrica, hacer comprender la importancia de la calidad e indicar los procedimientos para alcanzar metas de calidad.
- c) *Capacitación del personal de la fábrica en materia de control de calidad y control del desperdicio.* Entre las actividades de este servicio podrían figurar cursos especiales de capacitación para supervisores en los que se examinaría, entre otras cosas, la capacitación de los operarios. Podrían proporcionarse servicios de especialistas que prestasen asistencia para la capacitación en el trabajo de supervisores y operarios.
- d) *Estipulación de especificaciones y comprobación de su cumplimiento.* Los artículos de exportación deben ajustarse a normas, y el centro podría ejercer su control para procurar que sólo se exportase mercadería de alta calidad. Podría comprobar también si se cumplían las especificaciones correspondientes a otras mercancías. Una de las actividades de este servicio podría consistir en expedir etiquetas especiales que acreditasen la buena calidad de los artículos que lo mereciesen, lo cual promovería su venta.

e) *Control y comprobación de calidad para la industria.* Es posible que no siempre resulte económico para la fábrica realizar por sí misma las mediciones. Esto ocurre sobre todo con los ensayos de materias primas para las fibras, pues los métodos que pueden aplicar las fábricas consumen mucho tiempo y son costosos (sobre todo cuando el volumen de los ensayos necesarios es pequeño). Para superar esta dificultad, un centro que efectuase mediciones de gran volumen podría operar ventajosamente utilizando el equipo automático más reciente.

Dicho centro podría prestar servicios relacionados con todos los ensayos correspondientes a las fábricas que atendiese. Podría también ofrecer otros servicios, por ejemplo: comprobar la calibración de los instrumentos de medida, enseñar al personal de la fábrica a utilizar el equipo, y realizar ensayos para las fábricas que no dispusiesen de equipo adecuado.

f) *Servicios relacionados con la solución de problemas técnicos de la industria.* Algunas fábricas tropiezan con dificultades de elaboración, pero no están equipadas para investigar las causas de los problemas con que tropiezan. La asistencia de un organismo ajeno a la fábrica que ofreciese equipo y mano de obra especializados reportaría grandes ventajas. Este servicio podría abarcar desde la investigación de una falla bastante precisa (utilizando los laboratorios del centro), hasta la investigación total de un grave problema de elaboración.

g) *Enseñanza e investigación.* Si el centro está adscrito a una universidad o una institución de enseñanza superior análoga, podría otorgar títulos y diplomas correspondientes a cursos de tecnología textil. Mediante la capacitación del personal, el centro podría atender tanto a las necesidades a largo plazo de la industria local como a las que fuesen de un carácter más inmediato. Un centro así organizado podría realizar programas de investigación sobre una gran variedad de problemas de interés para la industria local.

h) *Otras funciones.* El centro podría prestar asistencia de otros tipos muy diversos en relación con las funciones siguientes:

Desarrollo de nuevos productos;

Pruebas de evaluación del desgaste, o de otro tipo, con productos nuevos;

Asesoramiento a las empresas exportadoras sobre las normas de más reciente aplicación en el extranjero;

Arbitraje en casos de controversia en materia de calidad;

Utilización correcta de los artículos difundiendo el empleo de rótulos con instrucciones sobre diversas cuestiones, como por ejemplo, el lavado y planchado de las prendas;

Establecimiento de una biblioteca bien equipada, con servicios de traducción, y

Difusión de noticias sobre adelantos actuales en la industria textil mundial, por medio de una publicación periódica.

Evidentemente, al establecer un centro, no resulta práctico dotarlo inmediatamente de todos los medios de asistencia antes mencionados. Al comienzo, el centro debe concentrar su actividad en esferas relativamente limitadas, y luego puede abarcar gradualmente sectores de mayor amplitud. Por ejemplo, podría

comenzar siendo un centro de ensayos de la industria y ampliar luego sus actividades; o bien, podría comenzar como instituto de enseñanza textil, con servicios de ensayo. Este último enfoque podría ser más conveniente como plan a largo plazo para la industria local.

Dotación de personal y equipo del centro

Sobre estas cuestiones sólo es posible dar aquí una orientación de carácter general, pues esos elementos dependen en gran parte del tamaño del establecimiento, de las funciones que se le asignen, y de su volumen de trabajo. En la figura 4 se esboza la estructura posible de un centro pequeño.

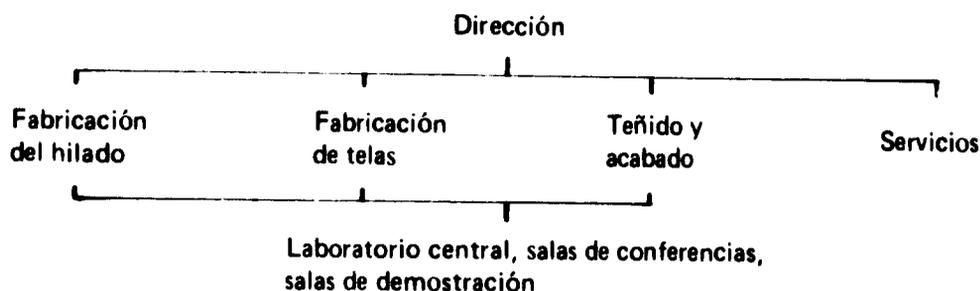


Figura 4. Organigrama de un centro pequeño de control de calidad

El personal de gestión estaría constituido por el director del centro y el personal de su oficina. Cada una de las tres divisiones (fabricación del hilado, fabricación de telas, teñido y acabado) estaría a cargo de un tecnólogo textil, experto en el sector correspondiente. Los tres tecnólogos textiles se encargarían del control general de calidad y de otros problemas que se planteasen en su propia esfera de competencia.

La sección de servicios proporcionaría asistencia a cargo de expertos a las secciones textiles en cuestiones técnicas y estadísticas. Serían necesarios los servicios de un ingeniero textil que proporcionara asesoramiento técnico general sobre disposición de las instalaciones de la fábrica, compra de maquinaria, aire acondicionado, iluminación, mantenimiento de las máquinas, etc.; y un ingeniero de organización que asesorase sobre métodos de producción e investigación. Se necesitaría un estadístico como consultor en control estadístico de la calidad.

El laboratorio central, dotado de un director y de la cantidad apropiada de ayudantes y personal subalterno proporcionaría un servicio de ensayos para las tres secciones. El centro debería disponer también de salas de conferencias y de demostración.

En los centros más grandes, cada sección textil debe tener su propio laboratorio con un director y personal auxiliar suficiente. Esto implicaría la duplicación de determinados equipos para evitar una disminución de la eficiencia.

El centro debería estar dotado de laboratorios para actividades tales como ensayos químicos y físicos, control de la temperatura y la humedad y disponer de microscopio. El equipo general debería incluir productos químicos, pinturas, artículos de cristal, balanzas de torsión de Mettler (100 g y 2.000 g) homós

secadores, microscopios (simple, de platina caliente, de proyecciones, estereomicroscopio, microscopio de interferencia polarizante), aparato fotográfico para microscopios y un medidor Instron adecuado para fibras, hilados y tejidos, con los accesorios apropiados. Este equipo se utilizaría para muchas de las pruebas que se realizan.

A continuación figura una lista del equipo y material necesarios para la elaboración de algodón, fibras de lana, fibras artificiales y sintéticas, y para los ensayos de lana y algodón en bruto.

Ensayo de fibras de algodón. Muestras normalizadas de algodón para la clasificación y la calibración; analizador Shirley del contenido de pelusas o defectos del algodón (y de la lana); separador de peines (Suter-Webb, Shirley o Uster) para medir la longitud de la fibra; fibrógrafo para determinar la longitud de la fibra; arealometer (o micronaire o fibronaire) para medir la finura y maduración de la fibra; Stelometer o aparato de Pressley para medir la resistencia de un paquete muestra; colorímetro para el algodón y la lana.

Ensayo de fibras de lana. Equipo para toma de muestras del núcleo; aparato WIRA para medir la longitud de una sola fibra; Almeter para medir la longitud de la fibra; medidor del diámetro de las fibras WIRA, de corriente de aire (o el nuevo medidor sónico CSIRO) para medir la finura de la fibra; lavador experimental para la determinación del rendimiento; aparato de extracción Soxhlet para determinar el contenido de grasa; aparato rápido de extracción de grasas para determinar el contenido de grasas; medidor rápido SCIRO de la tasa de humedad (con una gama de contenedores de muestras).

Ensayo de fibras artificiales y sintéticas. Vibroscopio para la determinación del denier.

Identificación de la fibra. Espectrómetro de infrarrojo.

Elaboración de la fibra y fabricación de telas. Microhilanderías para algodón, estambre y lana; telar de muestras; tricotosas de muestras.

Ensayos de tipo general. Indicador de la velocidad del hilado; tensómetro para determinar la tensión media del hilado; tensómetro para determinar la tensión máxima del hilado; tensómetro electrónico para determinar la tensión del hilado; tacómetro; estroboscopio; medidor de la excentricidad del rodillo; instrumentos para medir el nivel del sonido, la iluminación, la absorción térmica y la transmisión del calor, y la electricidad estática.

Fabricación y ensayo de hilados. Plantillas para recuento de botones con toma de fotografías de clasificación; regularímetro Uster con medidor, registrador integrador, espectrograma, medidor de imperfecciones, y dispositivo estadístico Uster; bloque enrollador para medir la masa de la mecha por unidad de longitud; devanadoras, balanzas y medidores de contornos para determinar el número del hilado; medidores de la torsión (método de fibras paralelas, torsión, destorcimiento, y filamentos continuos); medidores de la fricción (Shirley autográfico y Shirley

banjo); dinamómetro Uster con cargador automático de bobinas para medir la resistencia del hilado; máquina enrolladora con toma de fotografías normalizadas para la determinación de los defectos del hilado.

Ensayo de telas. Normas sobre el aspecto de las telas; medidor del rizado del hilado, cristales, agujas, rejillas para la estructura de la tela; medidor de resistencia al reventón; medidor balístico Elmendorf para medir la resistencia al quebrado; medidor de la caída tipo consola, medidor de la recuperación después del arrugado; medidor de la longitud de flexión; medidor del grosor de la tela; medidores de la abrasión (Stoll y Schiefer); plantillas para pesos de telas.

Acabado y ensayo de acabados. Equipo de teñido y acabado en el laboratorio; fadeómetro para la determinación de la solidez a la luz de los diversos colorantes; vitrinas para determinar la descoloración a la luz del día; launderometer y máquinas de lavar montadas en una rueda para determinar la resistencia al lavado; máquinas de lavar para uso doméstico; borroneómetros (Crockmeter) para medir la solidez de los colorantes al frotamiento; prensa para medir la resistencia al prensado; tanque de encogimiento para medir el encogimiento de relajación; lavadora de tejidos de cubeta; espectrofotómetro para las medidas de la transmisión y de la reflectancia; colorímetros, instrumento para armonizar el color; baños de agua (temperatura controlada); mezcladores, batidoras, centrifugas; medidor de la inflamabilidad, medidores de la impermeabilidad (pruebas de la columna hidrostática y de la pulverización); medidor de la permeabilidad al aire.

Prendas de vestir. Máquinas de coser (para usos domésticos e industriales) y medidores de la fijeza de las arrugas.

HOW TO OBTAIN UNITED NATIONS PUBLICATIONS

United Nations publications may be obtained from bookstores and distributors throughout the world. Consult your bookstore or write to: United Nations, Sales Section, New York or Geneva.

COMMENT SE PROCURER LES PUBLICATIONS DES NATIONS UNIES

Les publications des Nations Unies sont en vente dans les librairies et les agences dépositaires du monde entier. Informez-vous auprès de votre librairie ou adressez-vous à: Nations Unies, Section des ventes, New York ou Genève.

КАК ПОЛУЧИТЬ ИЗДАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ

Издания Организации Объединенных Наций можно купить в книжных магазинах и агентствах во всех районах мира. Наводите справки об изданиях в вашем книжном магазине или пишете по адресу: Организация Объединенных Наций, Секция по продаже изданий, Нью-Йорк или Женева.

COMO CONSEGUIR PUBLICACIONES DE LAS NACIONES UNIDAS

Las publicaciones de las Naciones Unidas están en venta en librerías y casas distribuidoras en todas partes del mundo. Consulte a su librero o diríjase a: Naciones Unidas, Sección de Ventas, Nueva York o Ginebra.

Printed in Austria

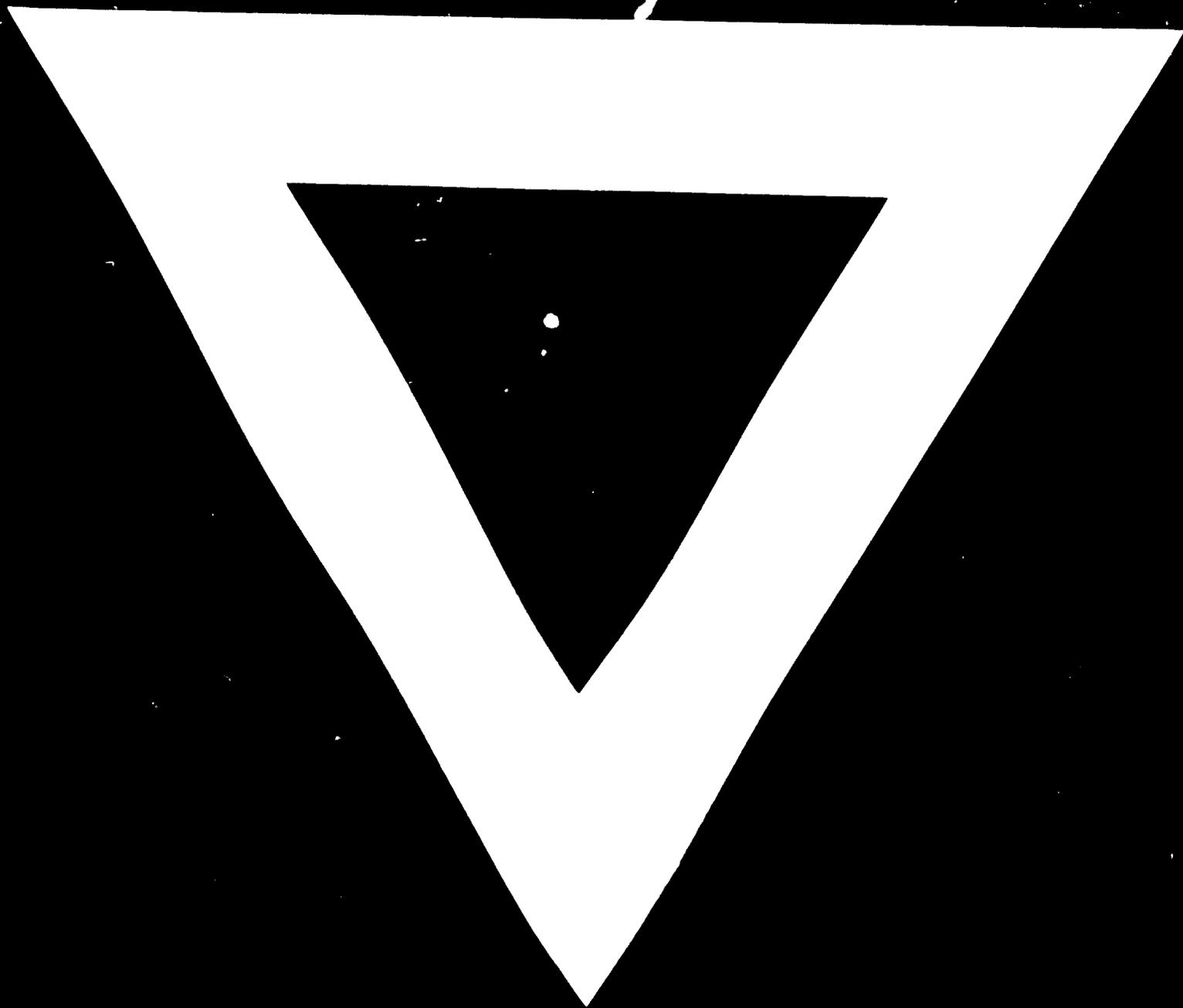
Price: \$U.S. 1.00
(or equivalent in other currencies)

United Nations publication

72-2910-December 1972-900

Sales No.: S.72.II.B.24

ID/91



3 - 12 - 74