Figura 80.10 • Un elevador por vacío coloca las bolsas en el transportador de carga de un malaxador Banbury, evitando el dolor de espalda causado por la manipulación manual.

Ray C. Woodcock

tenosinovitis, el síndrome del túnel carpiano, la sinovitis, la pérdida de audición por ruido y otros trastornos causados por movimientos, vibraciones o presiones repetitivos. El proceso de fabricación de neumáticos conlleva, intrínsecamente, que gran parte de los trabajadores de producción tengan que efectuar excesivas y múltiples manipulaciones de material y productos. En algunos países ya se han introducido y se siguen introduciendo numerosas mejoras para solucionar este problema. Muchas de ellas han sido iniciativa de los trabajadores o de comités conjuntos empresa-trabajadores. En algunos casos se han introducido controles de ingeniería para la manipulación de materiales y productos (véase la Figura 80.10).

Debido en parte a la reestructuración de las plantillas, en muchas plantas de fabricación de neumáticos la edad media de los trabajadores va en aumento. También hay cada vez más plantas de fabricación de este tipo que operan de forma continua. En muchas instalaciones se realizan turnos de 12 horas y/o turnos rotativos. Se está estudiando la posible relación entre turnos de trabajo ampliados, edad y trastornos acumulativos.

● OTROS PRODUCTOS INDUSTRIALES

Ray C. Woodcock

El caucho tiene numerosas aplicaciones y en su producción intervienen procesos similares a los descritos para la fabricación de neumáticos. Sin embargo, en la fabricación de los productos industriales del caucho distintos de los neumáticos se utiliza una mayor variedad de polímeros y productos químicos que les confiere las propiedades necesarias (véase la Tabla 80.1). Los compuestos se diseñan cuidadosamente para reducir riesgos como la dermatitis y las nitrosaminas tanto durante la fabricación como en los productos que se utilizan en contacto directo con el cuerpo (material quirúrgico, respiradores, tetinas de biberones, etc.). A menudo se utilizan equipos de procesamiento de menor escala que en la fabricación de neumáticos y con un mayor recurso al mezclado de compuestos. Las cubiertas de tejado y las membranas para vertederos controlados se fabrican en las calandrias de mayor tamaño del mundo. Algunas empresas están especializadas en el mezclado de compuestos de caucho siguiendo las especificaciones de otras empresas, que después lo procesan para fabricar diferentes productos.

Los *productos reforzados* , como correas de transmisión, pastillas para frenos o calzado, se fabrican a partir de caucho tratado en calandrias o tejidos o cuerdas recubiertos en un tambor giratorio o en un molde estático. Normalmente, para darle la forma final, se somete a vulcanización en un molde a presión utilizando en algunos casos presión de vapor y una cámara de aire como para los neumáticos. En los productos industriales distintos de los neumáticos, se emplean polímeros sintéticos que no son tan pegajosos como el caucho natural, por lo que se utiliza más disolvente para limpiar y conferir adherencia a las capas compuestas. En algunos casos, no se requiere el proceso de masticación, el paso por las calandrias ni la aplicación de disolventes o adhesivos, sino que se pasa directamente del mezclador a un extrusor de émbolo cruzado para dar forma al producto.

Los *productos no reforzados* se tratan y vulcanizan mediante moldeo a presión o inyección. Después, se tratan por extrusión, se vulcanizan en una estufa de aire caliente y se les da forma en un molde de compresión a partir de un tocho precortado. El caucho para esponja se fabrica añadiendo al compuesto agentes que liberan gases al ser calentados.

Las *mangueras de caucho* se fabrican trenzando, tejiendo o enrollando cuerda o alambre reforzado sobre un tubo extruido ayudado por presión neumática o un mandril sólido, y extruyendo después encima un tubo de recubrimiento. A continuación, se coloca una cubierta de plomo extruido o un revestimiento cruzado de nylon sobre la manguera para el moldeo por compresión, que se elimina después de la vulcanización, o bien la manguera se coloca en la parte descubierta del vulcanizador con vapor a presión. Cada vez se está sustituyendo más el plomo por un revestimiento cruzado de nylon o plástico extruido. La manguera curva para automóviles se corta y se introduce en mandriles moldeadores para su vulcanización; en algunos casos se están utilizando robots para realizar este pesado trabajo manual. También existe un proceso en el que se emplean virutas de fibra como refuerzo y una matriz móvil en el extrusor para moldear la manguera.

Los *adhesivos* mezcla de caucho y disolvente se utilizan como recubrimiento de tejidos en una gran cantidad de productos. Entre los disolventes habituales se encuentran el tolueno, el acetato de etilo y el ciclohexano. En algunos casos, el tejido se sumerge en adhesivo fino y, en otros, se puede formar el caucho en capas de varias micras aplicando adhesivo de mayor espesor bajo el filo de una cuchilla por encima de un cilindro. La vulcanización se realiza en equipos de rotación continua o en estufas de aire caliente protegidas contra la explosión. En la actualidad se están desarrollando procesos de látex para sustituir a los adhesivos en el recubrimiento de tejidos.

Los adhesivos de caucho también se utilizan como pegamentos. Disolventes habituales para estos productos son el hexano, el heptano, la nafta y el 1,1,1-tricloroetano, aunque el hexano está siendo progresivamente sustituido por su toxicidad.

El *látex* es una suspensión muy alcalina de caucho natural o sintético en agua. Con él pueden moldearse guantes y globos o también puede esponjarse el compuesto de látex para fabricar tejidos de fondo para alfombras, extruirse en solución coagulante de ácido acético y lavarse para fabricar hilos o bien extender sobre los tejidos. El producto se seca y se vulcaniza en