

5043 y

LA TRANSFORMACION DE POLIURETANOS

ANALIZADO

Por: Norbert Schloer

SKZ: Centro Sur - Alemán del Plástico (Wuerzburg)

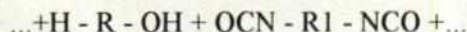
Traducido por: Ilse Koenig

Instructora: CCA - ASTIN

1.1 DUROPLASTICOS Y ELASTOMEROS CON BASE EN POLIURETANO (PUR)

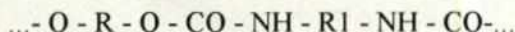
1.1.1 Generalidades

Los poliuretanos se obtienen por reacciones poliaditivas de isocianatos, con polioles. Como ejemplo nos puede servir la reacción aditiva de un diol con un diisocianato, formando poliuretano lineal.



diol isocianato

grupo uretano



PUR lineal

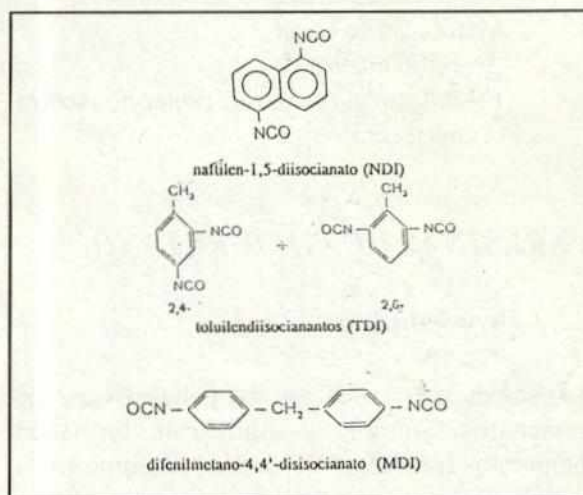
Los productos de partida para la elaboración de PUR son muy diversos y conducen a gran número de aplicaciones, especialmente los espumados de poliuretano, a saber:

- Espumados blandos
- Espumados duros
- Espumados estructurales
- Elastómeros (reticulados y termoplásticos)
- Resinas de colada
- Barnices y adhesivos

- Poliuretanos lineales

1.1.2 Los isocianatos

Los isocianatos han cobrado gran importancia en la química del PUR. Son sustancias bajo peso molecular, que se obtienen en forma pura.



Gráfica 1: Los isocianatos más usados en la obtención de poliuretanos

1.1.3 Los polialcoholes (polioles)

Polialcoholes son sustancias reaccionantes con los isocianatos y poseen por lo menos dos grupos de hidróxilos (grupos OH), designados como sitios reactivos.

Su estructura química y el tamaño de sus moléculas determinan en gran parte las propiedades de los poliuretanos obtenidos.

La demanda de tales materiales económicos para la aplicación técnica la satisfacen los poliésteres y poliéteres. El peso molecular de los compuestos polihidroxilos está comprendido entre 400 y 6.000.

1.1.4 Los aditivos

Si bien es posible, en principio, elaborar poliuretanos sólo con polialcoholes e isocianatos, muchas veces se requiere de aditivos para obtener un producto final de determinadas propiedades.

Cuentan entre ellas:

- Acelerantes
- Retardantes reactivos
- Reticulantes y/o agentes de alargamiento de cadena
- Agentes tensoactivos
- Estabilizantes de la espuma
- Espumantes, en ocasiones colorantes
- Materiales de carga
- Anti-inflamantes
- Estabilizantes (medios de protección contra el envejecimiento)

1.2 RESINAS DE POLIURETANO

1.2.1 Propiedades

Después de mezclarlos con los polialcoholes, los isocianatos líquidos se solidifican, formando compuestos de moldeo PUR de diversas propiedades físicas.

Las propiedades y características de estos compuestos son:

- Aptitud para la transformación en frío (hasta 0°C)
- Bajo auto-calentamiento en el proceso de endurecimiento
- Fórmula de resina igual para partes moldeadas grandes y pequeñas
- Endurecimiento rápido mediante catalizadores
- Poca contracción

- Poca presión de contracción sobre partes postizas
- Buena adherencia con todos los materiales
- Poca absorción de agua y permeabilidad al vapor de agua
- Manejo inócuo (sin riesgo)
- Bajo costo de material

1.2.2 Ejemplos de aplicación

Las resinas de poliuretano pueden usarse para:

- Moldear guarniciones de cables
- Pegar y hermetizar cajas de pilas
- Moldear transformadores, variadores, partes de bobinas, etc.
- Aglomerar arenas de moldeo
- Compactar el carbón (en la minería)
- Sellar pisos (resistencia al desgaste)

1.3 LOS ESPUMADOS DE POLIURETANO (PUR)

1.3.1 Generalidades

Al igual que las resinas, los espumados de poliuretano son elaborados a partir de polialcoholes e isocianatos. Para el espumado existen dos procesos distintos:

- a. La adición de un fermento que por acción química o física produce gas.

Un fermento químico en estado de partida es un sólido o un líquido, que bajo efecto del calor de reacción se desintegra en componentes gaseosos.

Un fermento físico, bajo efecto del calor de reacción, sufre un cambio de fase de líquido a gaseoso, esponjando así el poliuretano.

- b. La reacción del isocianato con el agua agregada, que, como producto de desdoblamiento, forma gas de CO₂, el cual genera el esponjado.

1.3.2 Clases de espumado PUR y sus aplicaciones

1.3.2.1 Espumados estructurales o integrales

Los espumados estructurales presentan variaciones de densidad a lo largo de la sección transversal y sólo pueden elaborarse en moldes. La mayor densidad se registra en la superficie de las partes moldeadas (cutícula exterior compacta), que se reduce hacia el interior (núcleo celular).

Aplicaciones de los espumados estructurales duros:

- Partes moldeadas grandes para sillas y muebles de jardín
- Cajas para radios y televisores
- Perfiles de ventanas con refuerzo metálico
- Útiles de oficina
- Artículos para deporte
- Imitación de maderas

El acabado y barnizado de las superficies, necesarios en la mayoría de las aplicaciones, puede ahorrarse, inyectando al molde previamente barnices que fijan el PUR.

Aplicaciones de los espumados estructurales semi-flexibles:

- Industria del calzado (suelas)
- Colchón de partes de embutición profunda (industria automotriz)
- Apoyacabezas
- Rodilleras
- Timones
- Parachoques

1.3.2.2 Espumados normales

Los espumados normales presentan densidades distribuidas de manera uniforme sobre la sección transversal y se pueden elaborar con y sin moldes.

Se clasifican en:

a. Espumados duros

Los espumados duros son utilizados como aislantes térmicos; y a densidades más elevadas también como partes constructivas de soporte.

Aplicaciones:

- Partes constructivas de soporte
- Capas internas de elementos sandwich
- Placas de embutición profunda para la fabricación de muebles y de vehículos
- Placas anti-acústicas en la industria de la construcción
- Placas en la tecnología del frío
- Capas aislantes para techos planos

b. Espumados blandos

Los espumados blandos se caracterizan por su flexibilidad y elasticidad y encuentran su mayor campo de aplicación en la industria de muebles (sillas y camas); por ejemplo:

- Cojines
- Asientos de automóviles
- Colchones
- Tapicería
- Revestimiento antiacústico para pisos
- Esponjas
- Artículos de uso doméstico

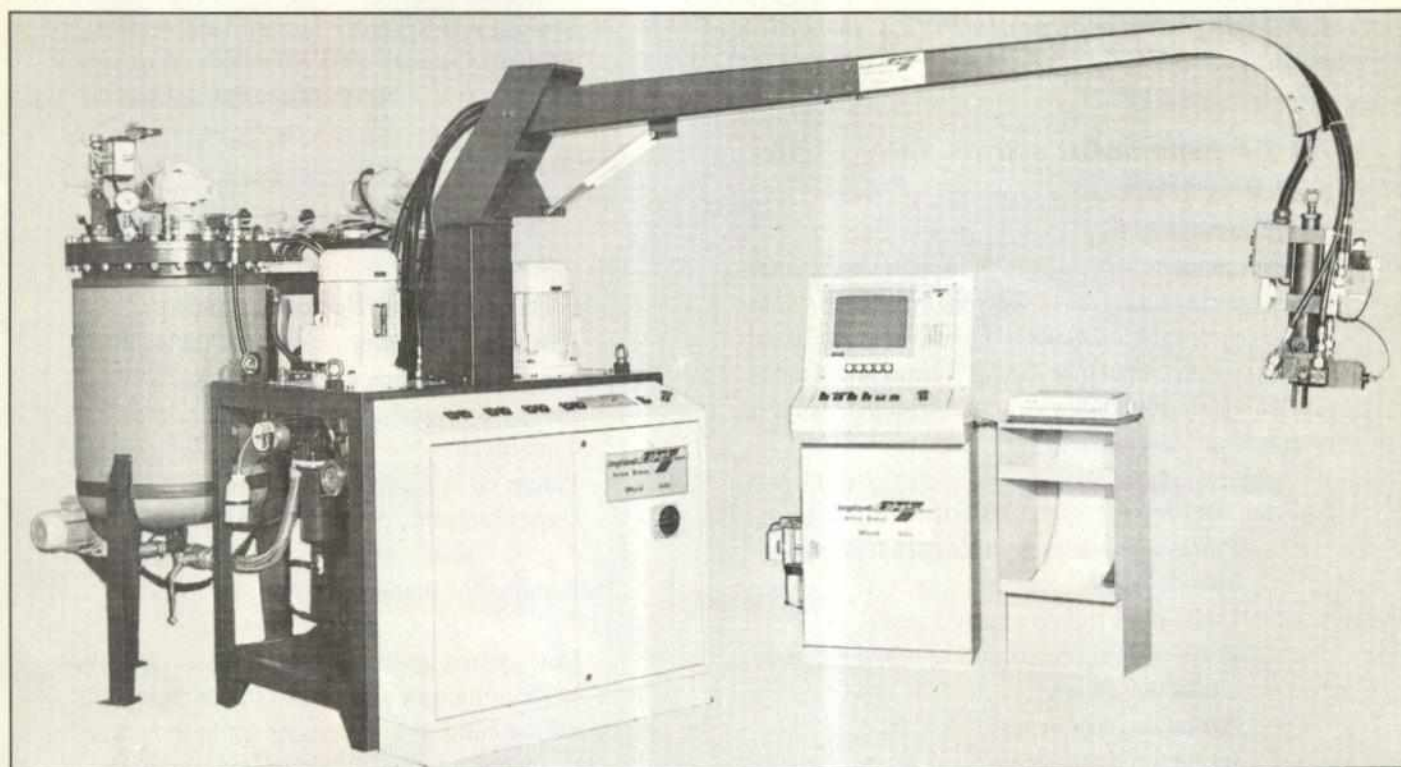
1.4 PROCESOS DE TRANSFORMACION

1.4.1 Proceso de espumado por reacción (Tecnología RIM)

1.4.1.1 Procedimiento RSG

Actualmente, el poliuretano es el único polímero apto para este proceso. Sustancias de partida son los componentes reactivos isocianato y polioli.

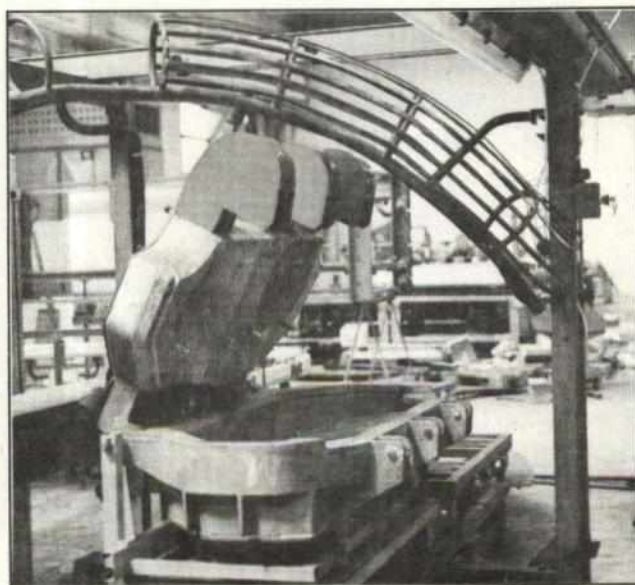
En este caso se trabaja con fermentos físicos, con hidrocarburos halogenados. Después de mezclarlos en forma homogénea en un cabezal mezclador de



Gráfica 2: Equipo de inyección de poliuretano



Gráfica 3: Piezas obtenidas por RIM



Gráfica 4: Molde para transformación RIM

alta presión (gráficas 5 y 6), los componentes son inyectados al molde, donde el calor de reacción hace hervir el fermento, hinchando la mezcla. Debido a la baja temperatura del molde, el fermento se condensa cerca de la pared, formando una película exterior compacta. Las presiones generadas en el sistema pueden alcanzar 150 bar en el cabezal mezclador y 3 bar en el molde. La densidad de las piezas moldeadas es de 0,3 a 1,2 Kg/dm³.

1.4.1.2 Procedimiento DST

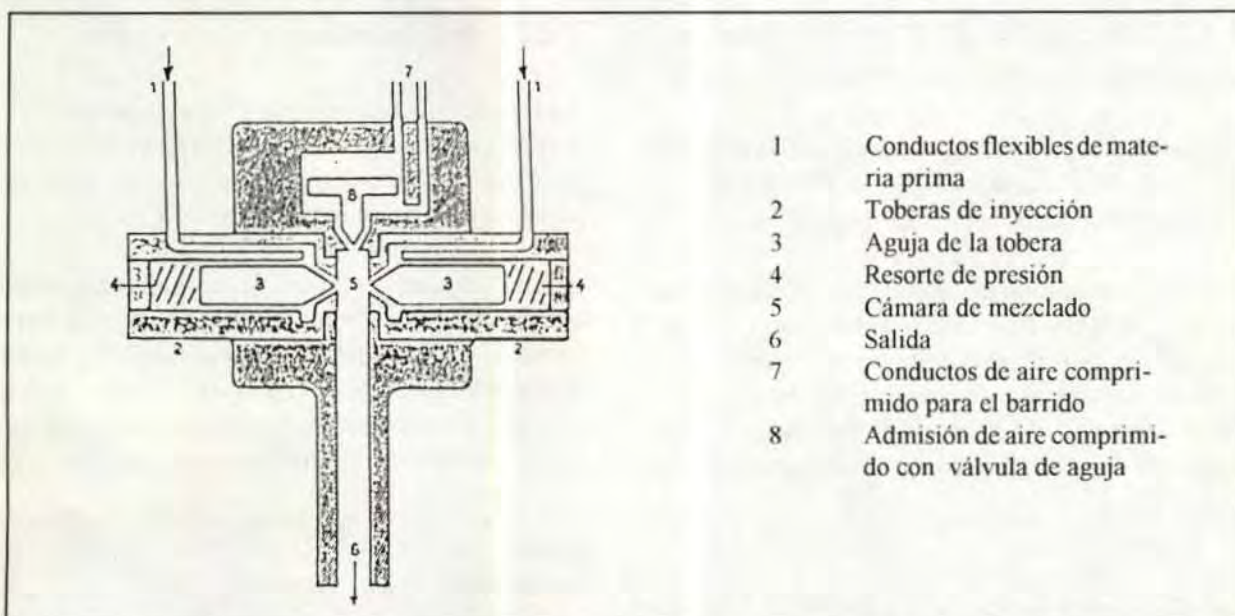
Para completar esta revista, se menciona también el proceso de espumado sin presión (DST). La rotación del molde produce una capa exterior continua y

uniforme y un núcleo cecular, casi sin aplicación de presión. (Gráfica 7)

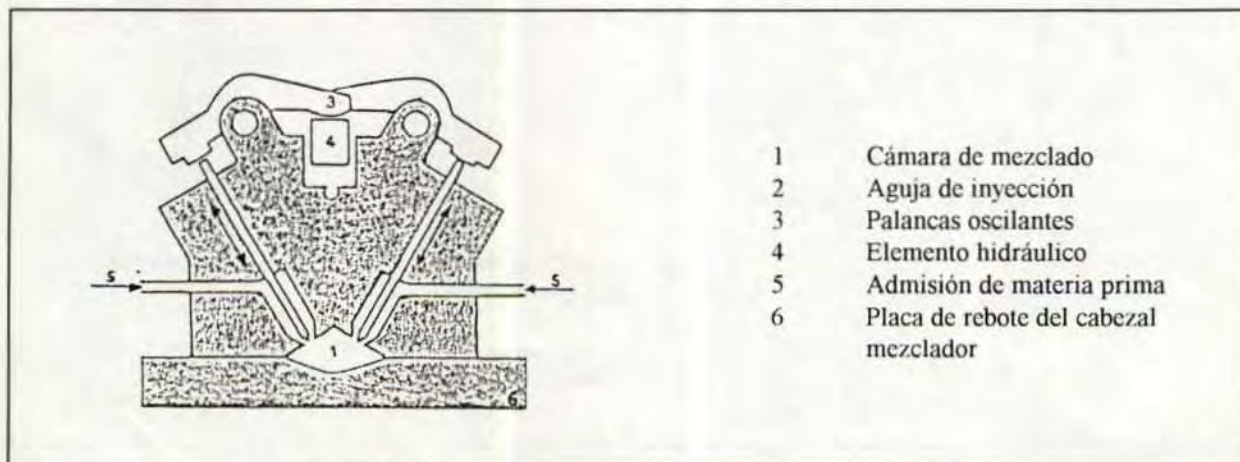
1.4.2 Colado de espumados

1.4.2.1 Mezclas de PUR termoendurecibles (proceso de colado)

El proceso más importante en el endurecimiento de una mezcla de PUR es la eliminación de humedad y aire disuelto del poliéster/poliéter, la cual se realiza en calderas calentadas, provistas de una tapa de cierre hermética y una acometida para la



Gráfica 5: Cabezal mezclador de PUR según Hennecke con mando por presión del material



Gráfica 6: Cabezal mezclador según DEMAG con mando por balancín

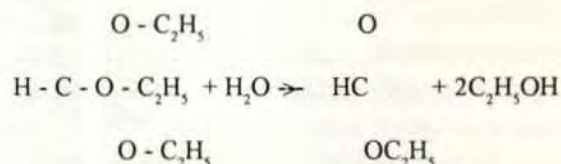
desgasificación. Algunas calderas poseen además un sistema de agitación. Después de una cuidadosa extracción del agua (a 120 - 135 °C, 20 - 70 torr, durante 2-3 horas), puede llevarse a cabo el mezclado con el isocianato, agregando el isocianato directamente al poliéster enfriado a 80 - 100 °C, y desgasificando luego al vacío. El mezclado puede realizarse también en un recipiente de colada separado, que se introduce en una caldera evacuable de acero, de doble pared y con posibilidad de ser calentada a la temperatura de mezclado mediante un líquido calefactor. Para mezclar las sustancias se usa un sistema de agitación con un régimen de revoluciones de 60-120 min⁻¹.

1.4.2.2 Mezclas de PUR endurecibles en frío (proceso de colado)

El procedimiento es el mismo como para las mezclas de PUR termoendurecibles, excepto para el calentamiento de los componentes de la mezcla.

Para la substracción de la humedad se agregan al polioli así llamados "hidro-aglutinantes", que reaccionan con el agua y la transforman químicamente o la absorben físicamente. Así por ejemplo, puede extraerse el agua de sistemas de laca, que contienen disolventes, mediante tricetiléster de ácido

ortofórmico.

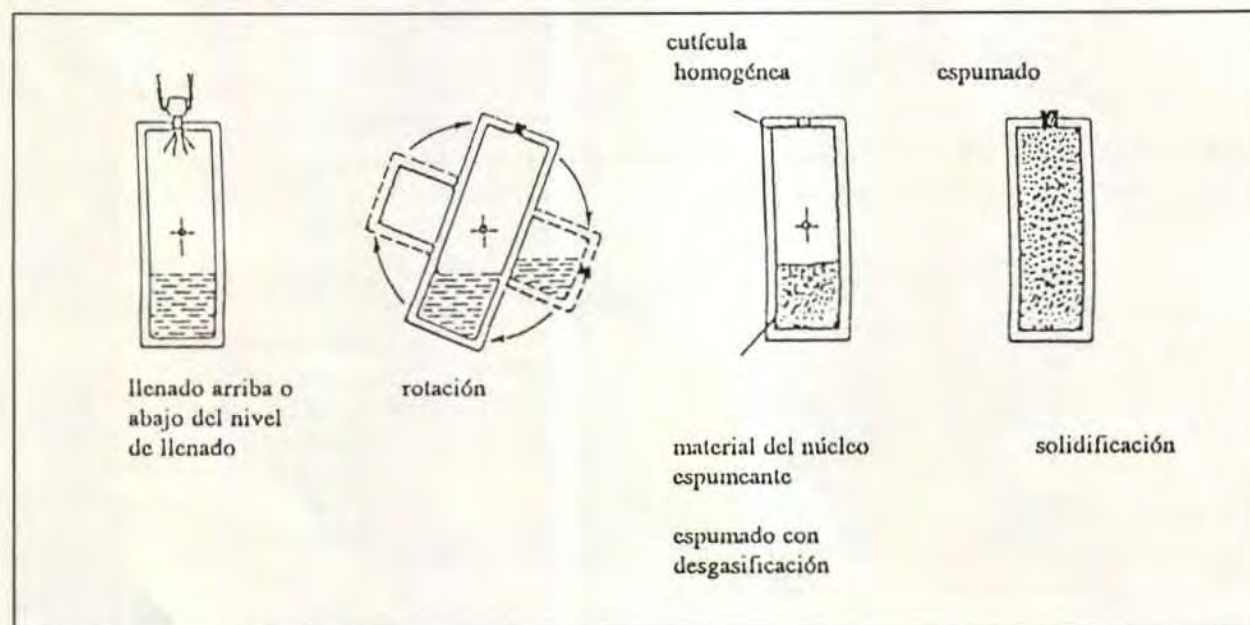


Sistemas libres de disolventes se tratan mejor con desecantes de acción física, como por ejemplo el sodio aluminio silicato con estructura ceolítica, que actúa como "tamiz molecular", permitiendo sólo a las moléculas relativamente pequeñas del agua introducirse en la estructura, y las retiene.

1.4.2.3 Procedimientos combinados

Además del procedimiento de colada, existe también la posibilidad de combinar mezclas de PUR coladas no completamente endurecidas, con un proceso posterior de compresión (a 120-130°C).

Para ello, el compuesto de PUR puede ser reticulado, agregándole agua después de que la reacción entre poliéster e isocianato haya concluido. La masa espumosa obtenida es laminada, formando una cascada homogénea, y luego transformada en determinados artículos mediante un proceso de com-



Gráfica 7: Procedimiento de espumado sin presión (DST)

cadena corta como segmento duro.

Aplicando el repertorio completo de materias primas, pueden sintetizarse según conveniencia:

- Poliéster-uretanos
- Poliéter-uretanos
- Uretanos de poliétercarbonato

Además, se conocen "tipos híbridos".

Con esto también es posible predeterminar las propiedades finales de los productos.

La tabla 1 muestra las diferencias y las virtudes especiales de los uretanos de poliéster y poliéter. Los poliétercarbonatos constituyen una feliz combinación de las subestructuras del éter y del carbonato, reuniendo en muchos campos de aplicación las cualidades de las dos materias primas.

1.4.3.3 Procesos de transformación

Según la síntesis química, los productos de TPU son aptos para las siguientes tecnologías de transformación:

- Moldeo por inyección
- Moldeo por extrusión
- Calandrado
- Sinterización

1.4.3.4 Aplicaciones

Los poliuretanos termoplásticos se ofrecen en el mercado con durezas Shore entre A 75 y D 70. Aún después de 25 años de investigación y desarrollo, no se han aprovechado todas sus posibilidades. Parece mentira, pero en muchos campos de aplicación, los TPU apenas están al principio de su desarrollo. Con gran éxito, la extensa química de los poliuretanos supo incluir en sus conceptos de desarrollo continuamente nuevos aspectos e ideas de productores, transformadores y usuarios.

Áreas actuales de aplicación:

Cables y conductos:

La buena resistencia al desgaste de los poliuretanos termoplásticos, su estabilidad al agua marina y los aceites minerales, su flexibilidad en frío y no en último lugar su aptitud para ser teñidos, se aprovecha de manera óptima en la fabricación de envolturas para cables y ductos, generalmente envolturas exteriores expuestas a altos esfuerzos mecánicos.

Tubos flexibles (mangueras):

El interior de las mangueras extinguidoras a presión (para bomberos) es una de las aplicaciones más importantes de los poliétercarbonatos. La resistencia del material permite espesores de pared mucho menores que los materiales convencionales y requiere visiblemente menos espacio para igual longitud de manguera.

Industria del calzado:

Resistentes al desgaste como pocos materiales resultan tacones puntilla o guayos elaborados de TPU, que además están protegidos contra microbios.

El diseñador industrial aprecia las amplias posibilidades de los poliuretanos termoplásticos para el diseño. Su aptitud para ser coloreados y su alta flexibilidad en frío los hacen interesantes para la fabricación de zapatos de esquí.

Marcas para la identificación de animales:

Marcas auriculares de poliuretanos termoplásticos son resistentes a la intemperie y a los microbios y ofrecen al criador de animales una forma sencilla de identificación.

Construcción de máquinas:

Los elementos de criba de TPU con tejidos bastos y finos sirven para la clasificación de materiales abrasivos a granel, tales como carbón, minerales y grava. Trabajan silenciosos y son de larga vida útil.

Propiedades	TPU de poliéster	TPU de poliéter
Resistencia a la tracción	**	0
Abrasión	**	0
Resistencia al desgarramiento	**	0
Estabilidad a:		
a. Rayos altamente energéticos	*	0
b. Medios hidrolizantes	- -> 0	*
c. Oxidación	*	- -> 0
d. Hongos y microbios	- -> 0	**
e. Envejecimiento a la interperie	*	0
Permeabilidad al vapor de agua	0	*
Resistencia al impacto a temperaturas bajas	0	** -> 0
** = excelente; * = buena; 0 = indiferente; - = mala.		

Tabla 1: Cuadro sinóptico de las propiedades de un poliuretano termoplástico con base en poliéster y poliéter.