

Informe Técnico R+2304

Plásticos en la Industria de la Moto

Autor: Inocencio González
Revisión 03: 240812

ÍNDICE

1	RESUMEN	4
2	INTRODUCCIÓN	4
3	CLASIFICACIÓN DE PLÁSTICOS	5
3.1	TERMOPLÁSTICOS	5
	(ABS) ACRILONITRILO BUTADIENO ESTIRENO	5
	ABS PC (ABS POLICARBONATO ALPHA)	7
	MPPA (POLIFENILENO ÉTER CON ANHÍDRIDO MALÉICO MODIFICADO)	8
	PA (POLIAMIDA)	8
	PC (POLICARBONATO)	12
	PE (POLIETILENO)	12
	PP (POLIPROPILENO)	13
	PPS REFORZADOS	16
	PP ESPECIALES	17
	PP – EPDM (ETILENO PROPILENO DIENO MONÓMERO)	17
	PVC (CLORURO DE POLIVINILO)	18
	TPU (POLIURETANO TERMOPLÁSTICO)	18
3.2	TERMOESTABLES	19
	RESINAS DE POLIÉSTER REFORZADAS CON FIBRA DE VIDRIO	19
	RESINAS EPOXI (EP)	19
	GFRP (PLÁSTICOS REFORZADOS CON FIBRA DE VIDRIO)	19
	ELASTÓMEROS	20
4	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE PLÁSTICOS	20
4.1	VENTAJAS FRENTE A OTROS MATERIALES	21
4.2	DESVENTAJAS DEL USO DE PLÁSTICOS	22
5	RECICLAJE DE PLÁSTICOS	22
6	ESPECIFICACIÓN DE COMPONENTES PLÁSTICOS	22
6.1	DEFINICIÓN DE COMPOSICIÓN Y PROPIEDADES	23
6.2	DEFINICIÓN DE MARCAJES	23
7	ENSAYOS DE COMPONENTES PLÁSTICOS	23
7.1	ENSAYOS DIMENSIONALES	23
7.2	CARACTERIZACIÓN QUÍMICA	23
7.3	VERIFICACIÓN DE PROPIEDADES	23
7.4	ENSAYOS FUNCIONALES	24

8	BIOPLÁSTICOS Y BIOCMPUESTOS REFORZADOS	20
8.1	PLÁSTICOS CON PROPIEDADES ESPECIALES	20
8.2	APLICACIONES ELECTRÓNICAS	21
8.3	PLASTRÓNICA	21
9	RECOMENDACIONES FINALES	24
10	CONCLUSIÓN	25
11	ANEXOS	25
11.1	FUENTES	25
11.2	COSTE COMPARATIVO DE LOS MATERIALES TERMOPLÁSTICOS	25
11.3	ÁNGULOS DE DESMOLDEO DE MATERIALES TERMOPLÁSTICOS	26
11.4	EJEMPLO DE CONTENIDOS DE UNA NORMA TÉCNICA NT0106: MATERIAL TERMOPLÁSTICO ABS	26
11.5	SOBRE EL AUTOR	28

1 Resumen

El uso de plásticos en la industria de la moto ha experimentado gran expansión. Los plásticos se emplean en una amplia gama de aplicaciones, desde piezas estéticas hasta componentes estructurales, ofreciendo beneficios como diseño versátil, menor coste, reducción de peso y facilidad de reciclaje. Por otro lado, los plásticos tienen limitaciones y desventajas específicas para ciertas funcionalidades.

En este informe, exploramos las características y prestaciones de los principales tipos de plásticos utilizados en la industria “motomotriz”, y damos recomendaciones prácticas sobre la selección del mejor material para cada aplicación y el ensayo de las piezas fabricadas para asegurar sus prestaciones.

Para finalizar, aportamos ejemplos concretos de utilización de cada material, así como una tabla comparativa de los costes de compra de los materiales más usados.

Esperamos os sea de utilidad.

2 Introducción

En la industria automotriz, el empleo de una variedad de plásticos ha adquirido un papel cada vez más relevante a lo largo de su evolución histórica. En tiempos recientes, se ha observado un significativo incremento en su utilización, atribuible a la introducción de nuevos tipos de plásticos, aditivos innovadores, pigmentos y compuestos que proporcionan un rendimiento excepcional a un costo razonable.

Los fabricantes de vehículos están en constante búsqueda de innovaciones en diseño y mejoras en eficiencia, abarcando aspectos económicos y medioambientales. Los plásticos ya no se limitan únicamente a aplicaciones estéticas o auxiliares, sino que se han convertido en elementos esenciales en la fabricación de motocicletas. Han pasado de ser la primera elección para componentes como carenados, cúpulas, portaequipajes, rejillas, soportes y accesorios, a ser utilizados en piezas estructurales en ciertos casos debido a su relación cada vez más favorable entre resistencia, peso y coste en comparación con alternativas “tradicionales” como aluminio o acero.

El desarrollo de nuevos tipos de plásticos, impulsado por la industria automotriz, y la introducción de aditivos que reemplazan o se combinan con materiales tradicionales como fibra de vidrio y talco, han ampliado significativamente el campo de aplicaciones de los plásticos en la producción de componentes para motocicletas.

En el presente documento, se analizan con detalle los plásticos más relevantes, sus propiedades, ventajas y consideraciones esenciales para su correcta especificación e integración en cualquier proyecto en general, y específicamente en el desarrollo de motocicletas.

3 Clasificación de Plásticos

La clasificación más comúnmente aceptada de los plásticos se basa en cómo reaccionan estos ante cambios de temperatura, según lo cual existen dos categorías: termoplásticos y termoestables.

3.1 Termoplásticos

La gran mayoría de los plásticos que se emplean en la fabricación de carrocerías de vehículos, ya sean de dos o cuatro ruedas, son termoplásticos. Estos plásticos son duros a bajas temperaturas, pero se vuelven maleables al calentarse, lo que facilita su moldeado y permite su unión o reparación mediante calor (soldadura).

Generalmente, estos materiales poseen una elevada densidad molecular y están compuestos por macromoléculas lineales o ramificadas que no están entrelazadas. Las propiedades mecánicas de los termoplásticos varían en función del proceso de fabricación y su grado de polimerización.

Estos plásticos son ideales para la creación de piezas flexibles diseñadas para absorber impactos y energía en colisiones de menor envergadura. En este informe detallaremos varios ejemplos de piezas diseñadas para ser fabricadas con alguno de los materiales que describiremos.

Una característica importante (y ventaja) de los termoplásticos es que pueden reciclarse (siempre y cuando no hayan sido pintados).

(ABS) Acrilonitrilo Butadieno Estireno

Es uno de los termoplásticos más comunes. El ABS es ampliamente utilizado en motocicletas y scooters debido a su resistencia y flexibilidad. Combina la rigidez y la resistencia del estireno y el acrilonitrilo con la flexibilidad del caucho butadieno. Además, es un material ligero y versátil que resiste bien el calor.

Es importante destacar que el ABS requiere ser pintado para obtener buenos acabados (brillo final de pieza).

Características:

- Rígido y dimensionalmente estable.
- Superficies de alta calidad y resistencia química.
- Posibilidad de pintura (recomendable).
- Opaco y con acabado mate.

Costes:

El precio del ABS como del resto de materiales que aquí comentaremos, puede variar significativamente según el proveedor, la ubicación geográfica, la calidad y el tamaño

del lote. Además, las oscilaciones de precio en el mercado, como las observadas tras la pandemia de COVID-19, también influyen en los costes.
Al final de este capítulo veremos una tabla comparativa de costes porcentuales de los distintos termoplásticos.

Propiedades:
Descritas en ficha técnica adjunta.



DPTO. DE INGENIERIA

ACRILONITRILO-BUTADIENO-ESTIRENO (ABS)

PROPIEDAD	UNIDAD	NORMA	ABS
Densidad	gr/cm ³	ISO 1183	1,03 – 1,08
Contracción de inyección	%	---	0,6 – 0,7
Índice de fluidez MFI	gr/10min.	ISO 1133	5 - 12
Impacto entalla	kJ/m ²	ISO 180/1A A 23°C/1A	>15
Módulo de flexión	MPa	ISO 178	> 2200
Temp. inflexión bajo carga (HDT) 1,8Mpa	°C	ISO 75	>95
Temperatura máxima en continuo	°C	---	90
Resistencia a la luz y agentes atmosféricos	---	---	(A)
Comportamiento a los agentes químicos	---	---	(B)

Nota:

- (A) Buena con pigmentación negra. Con otras pigmentaciones es necesaria una estabilización particular
- (B) No es resistente a las gasolinas y a los líquidos de freno. Buena resistencia a líquidos refrigerantes (agua+glicol)

www.rothmans.es

[Ficha técnica R+: Propiedades físicas del ABS *]

(*) Si quieres recibir una copia en PDF de nuestras tres fichas de características (ABS, PA y PP), envíanos un email con el título "Fichas_R+" a info@rothmans.es.

Ejemplos de aplicaciones del ABS en la moto:
Carenados de moto/scooter, carcasa de faro, spoilers, rejillas, etc.



[Foto Derbi Atlantis: Frontal, tapas laterales, guardabarros, cubre-manillar]

ABS PC (ABS Policarbonato Alpha)

Su uso es menos común que el ABS estándar.

Características:

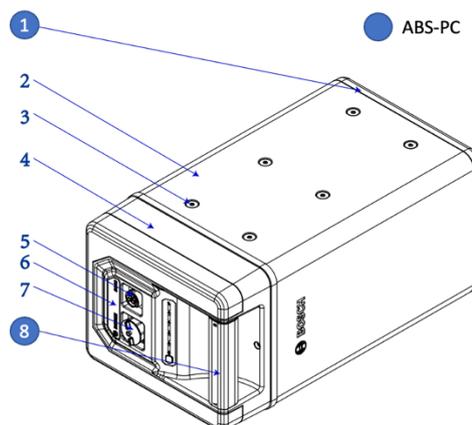
- Ofrece mayor rigidez y resistencia que el ABS convencional.
- Presenta un buen rendimiento en tracción y absorción de impactos.
- No es transparente en su forma estándar.

Coste:

El coste industrial aproximado por kilogramo (kg) de ABS-PC puede variar, como mencionamos anteriormente con el ABS. Sin embargo, en general, el ABS-PC tiende a ser más caro que el ABS o el PC por separado debido a sus propiedades combinadas.

Rango de precios: Ver tabla comparativa en los anexos.

Ejemplos de aplicación: Rejillas, alerones, cúpulas, protectores de escape, carcasas de batería, etc.



[Imagen: Tapas superior e inferior de batería moto eléctrica BOSCH]

MPPA (polifenileno éter con anhídrido maléico modificado)

El polifenileno éter con anhídrido maléico modificado es un termoplástico que contiene grupos éter y anhídrido maléico en su estructura. Este polímero es conocido por su alta resistencia química y resistencia térmica. Es adecuado para aplicaciones en entornos corrosivos. Algunos fabricantes de accesorios lo emplean para cúpulas y parabrisas.



[Foto: Parabrisas Puig V-Tech para Yamaha T-Max 560 2022/2023]

PA (Poliamida)

La poliamida (PA) es un plástico resistente a impactos, muy resistente al desgaste y a diversos agentes químicos.

En contrapartida, la PA es "higroscópica", por lo que absorbe humedad del entorno lo que puede afectar sus propiedades físicas y mecánicas a lo largo del tiempo, y muy especialmente durante su fabricación e inmediato almacenaje.

Recomendamos siempre "homologar" a tu inyector, asegurándote si está familiarizado con este material antes de asignarle la fabricación de una pieza en PA para evitar problemas.

Las PA más utilizadas en motomoción son PA6, PA6.6 y PA12. Todas ellas se pueden aditivar con fibra de vidrio al 5% hasta el 35% para incrementar aun más su resistencia.

Propiedades:

Según ficha técnica adjunta.



POLIAMIDAS (PA)

PROPIEDAD	UNIDAD	NORMA	PA 6	PA 6 + 15% F.V	PA 6.6 + 30% F.V
Densidad	gr/cm3	ISO 1183	1,12 – 1,14	1,2 – 1,25	1,3 – 1,4
Contracción de inyección	%	---	0,8 – 1,5	0,4 – 0,7	0,3 – 0,6
Absorción de agua	%	---	2,5 – 3,5	1,8 – 2,2	1,5 – 2,2
Impacto entalla	kJ/m2	ISO 180/1A	5 – 12	8 – 12	9 – 12
Módulo de flexión a 23°C	MPa	ISO 178	2000 - 3000	4000 - 6000	6000 - 8000
Resistencia a la flexión a 23°C	MPa	ISO 178	90	180	250
Temperatura máxima en continuo	°C	---	105	120	140
Resistencia a la luz y agentes atmosféricos	---	---	(A)	(A)	(A)
Comportamiento a los agentes químicos	---	---	(B)	(B)	(B)

Nota:

- (A) Resistente solo si está estabilizado a los U.V.
- (B) Buena resistencia a los aceites, al gasoil, gasolina.

www.rothmans.es

[Ficha Técnica R+: Propiedades físicas de la PA *]

(*) Si quieres recibir una copia en PDF de las tres fichas de características (ABS, PA y PP), envíanos un email con el título "Fichas_R+" a info@rothmans.es.

Tipos de PA:

PA 4.6 (Poliamida 4.6)

Buena resistencia al calor y desgaste.

Ejemplos: Carcasa filtro aceite, patín tensor cadena.

PA 4.6 + GF (Poliamida 4.6 con fibra de vidrio)

Reforzada con fibra de vidrio para mayor resistencia y rigidez.

Ejemplos: Rodillos, patín tensor cadena.

PA 6 (Poliamida 6)

Buena combinación de resistencia mecánica, rigidez y tenacidad. Se usa en piezas moldeadas por inyección, fibras textiles, entre otros.

Ejemplo: Abrazaderas, tapas, tapacubos de llanta delantera NUUK, pulsadores de mandos, aletas de ventiladores, etc.

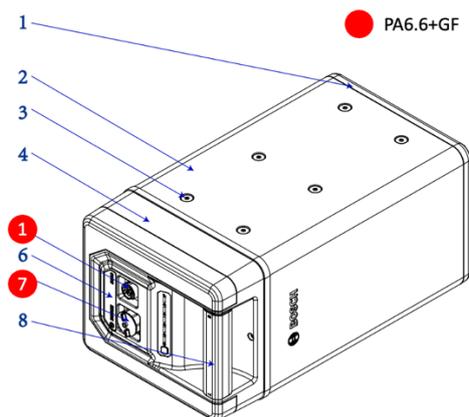


[Foto: Brida de fijación de faro Bultaco Brinco]

PA 6+GF (Poliamida 6.6 reforzada con fibra de vidrio)

Reforzada con fibra de vidrio para mayor resistencia y rigidez.

Ejemplo: Tapas, ventiladores, conectores, bridas.



[Imagen: Conectores de carga y descarga de batería de moto eléctrica]

PA 6.6 (Poliamida 6.6)

Similar al PA6, pero con mayor resistencia al calor y al desgaste.

Ejemplos: Carcasas de faros, ventiladores, resortes, abrazaderas, tapas, soportes de contactos, palancas, interruptores, conectores,...



[Foto: Carcasa de inversor de potencia Guilera para ciclomotor]

PA 6.6+GF (Poliamida 6.6 reforzada con fibra de vidrio):

Reforzada con fibra de vidrio para mayor resistencia.

Ejemplos: Tapas, ventiladores, conectores, portacables, portaequipajes, palancas
Protectores de corriente, Topes de suspensión, protectores de bajos.



[Foto: Protector inferior de batería Bultaco Brinco]

PA 11 (Poliamida 11)

Resistente a la corrosión, común en tuberías, tubos de carburantes y revestimientos de cables.

PA 12 (Poliamida 12)

Resistente al impacto y bajas temperaturas.

Ejemplos de uso: Carcasas de elementos electrónicos, carcasas de cuadros de mando en motos off road...

PA 12+GF (Poliamida 12 reforzada con fibra de vidrio)

Reforzada con fibra de vidrio típicamente en proporciones que van desde el 5% al 30%.

Debido al carácter higroscópico de todas las PA, estas piezas suelen ir pintadas exteriormente.

Ejemplos de utilización: Portabultos, agarraderos, rejillas, tapacubos, revestimiento de interiores, etc.

PC (Policarbonato)

El PC es un material que presentan una gran rigidez y dureza, además de ser muy resistentes a los impactos.

Presenta una buena resistencia a la intemperie y es más fácil de reparar que otros tipos de plásticos.

Características:

- Capaz de soportar temperaturas de hasta 120°C.
- Es un material caro y absorbe humedad (ligeramente higroscópico) por lo que no es recomendado para piezas estructurales o soporte.
- En estado natural, es transparente y resistente a la degradación causada por los rayos ultravioleta.

Ejemplos de utilización: Cúpulas de manillar, spoilers decorativos.



[Foto: Cúpula Aprilia Sportcity/Derbi Rambla]

PE (Polietileno)

El PE presenta una gran elasticidad frente al impacto y facilidad para recuperar la forma original.

Resiste bien gran variedad de agentes químicos.

Pueden comenzar a deformarse a partir de 87°C.

Los dos tipos más comunes de polietileno son el polietileno de alta densidad (PEAD o HDPE) y el polietileno de baja densidad (PEBD o LDPE).

Se usa en tubos, baterías, revestimientos de pasos de rueda, etc.

PP (Polipropileno)

El PP es uno de los materiales plásticos más utilizados en automoción para diferentes piezas y componentes.

Supera claramente las prestaciones del Polietileno en tracción, la absorción de impactos y resistencia al calor (hasta 130°C).

Ofrece además una gran elasticidad y rigidez, y un buen comportamiento frente a agentes químicos.

Por lo anterior, el PP es el material más versátil. Además admite gran cantidad de aditivos para cambiar (mejorar) sus propiedades estructurales y estéticas.

Existen dos tipos principales de PP: homopolímero y copolímero.

El PP "Homo" tiene una mayor rigidez y resistencia al impacto en comparación con el copolímero y una mejor fluidez durante el proceso de inyección, lo que facilita la fabricación de piezas con detalles intrincados.

Es más económico en comparación con el copolímero, debido a su proceso de fabricación más sencillo y mayor disponibilidad.

El PP copolímero, por otro lado, es más flexible y tiene una mejor resistencia al impacto en comparación con el homopolímero, lo que lo hace más adecuado para aplicaciones donde la tenacidad y la flexibilidad son más importantes que la rigidez.

El PP "Copo" trabaja mejor a bajas temperaturas y requiere temperaturas de inyección más altas y tiempos de enfriamiento más largos.

El PP en general, se emplea mucho en motos off-road (enduro, trial, cross) cuyos plásticos no suelen pintarse (reducción de coste, mejor reciclaje).

Para ello los moldes donde se inyectan estas piezas tienen que tener acabados superficiales muy finos para conseguir un alto brillo de pieza.

El PP se aditiva con colorantes y "agentes de brillo" para conseguir casi cualquier color, con acabados similares a los de las piezas pintadas.

Mi consejo aquí es que te dejes aconsejar por tu inyector de cabecera, y si no lo tienes aun, búscate uno con acceso a los principales proveedores de aditivos como Clariant, PolyOne, Milliken&Company, LyondellBasel.



[Imagen: prontuario de aditivos colorantes de Poliversal]

Hay que tener en cuenta que el PP es un plástico “blando” - se puede rallar muy fácilmente- a la hora de definir no sólo la funcionalidad de la pieza, sino su embalaje, transporte para evitar rechazos.

El PP se puede pintar, pero requiere preparación previa para una buena adherencia. Sin embargo, es preferible optar por otro material si planeas pintar las piezas.

Si decides usar PP y prefieres no pintar, ten presente que los colores oscuros muestran sus defectos con más “alegría”. Las piezas negras, azules oscuro o rojas en PP pueden mostrar signos visual de envejecimiento antes que las piezas claras.

Para evitar o reducir los arañazos, protege las áreas susceptibles con adhesivos técnicos. Si planeas aplicar calcomanías, comunica al proveedor el material para adaptar el tipo de adhesivo, ya que el PP tiene una adherencia limitada. Empresas como Autoadhesivos Z&R ofrecen asesoramiento en este aspecto.

Propiedades:

POLIPROPILENOS (PP)

PROPIEDAD	UNIDAD	NORMA	PP COPOLIM.	PP + 15% F.V	PP + 30% F.V
Densidad	gr/cm3	ISO 1183	0,89 - 0,92	0,93 - 1,06	1,08 - 1,12
Contracción de inyección	%	---	1,5 - 2,0	0,9 - 1,2	0,4 - 0,8
Índice de fluidez MF1	gr/10min.	ISO 1183	10 - 20	5 - 15	1 - 4
Impacto entalla	kJ/m2	ISO 180/1A A 23°C/1A	4 - 12	7 - 17	10 - 20
Módulo de flexión	MPa	ISO 178	1000 - 2000	1800 - 3600	> 5000
Temp. inflexión bajo carga (HDT) 1,8MPa	°C	ISO 75	75 - 115	100 - 150	> 100
Temperatura máxima en continuo	°C	---	90	115	120
Resistencia a la luz y agentes atmosféricos	---	---	(A)	(A)	(A)
Comportamiento a los agentes químicos	---	---	(B)	(B)	(B)

Nota:

- (A) Resistente solo si está estabilizado a los U.V.
- (B) Buena resistencia al líquido de frenos, líquidos refrigerantes (glicol/agua), disoluciones acuosas con ácidos y alcalinos.
Resiste a la gasolina sin plomo en ataques poco prolongados

[Ficha Técnica R+: Propiedades físicas del PP *]

(*) Si quieres recibir una copia en PDF de las tres fichas de características (ABS, PA y PP), envíanos un email con el título "Fichas_R+" a info@rothmans.es.

Ejemplos de piezas de PP: Guardabarros, tapas laterales, Tapas posteriores, protectores de horquilla, placas porta-números, porta-faros, protectores de manos, y un largo etc.



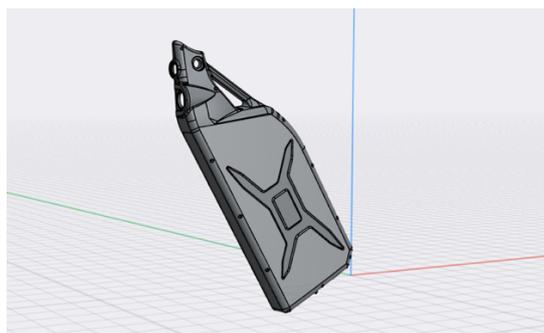
Tapa lateral izquierda Rieju MRT

PPs reforzados

PP+GF (Polipropileno reforzado con fibra de vidrio)

El uso de fibra de vidrio de refuerzo en plásticos puede variar según la aplicación específica y los requisitos de rendimiento. Ambos tipos de polipropileno (PP), tanto el homopolímero como el copolímero, pueden utilizarse con fibra de vidrio de refuerzo, y la elección entre ellos depende de las características deseadas del producto final.

Sin embargo, en general, el PP homopolímero es más comúnmente utilizado que el PP "homo" con fibras de vidrio para aplicaciones que requieren una mayor rigidez y resistencia mecánica.



[Imagen: Render de carcasa de batería Brinco (PP + 15% GF)]

PP+Talco (Polipropileno reforzado con talco)

La adición de talco al PP :

- Aumenta su rigidez, resistencia al impacto y resistencia al calor.
- Reduce la contracción durante el enfriamiento
- Le da un acabado mate en comparación con la misma pieza inyectada sin carga.

- Este material es ligeramente más económico que el PP reforzado con fibra. Las proporciones de talco en el PP pueden variar según los requisitos de la aplicación, pero suelen oscilar entre el 10% y el 40% en casos extremos.

Ejemplos de empleo:

- Carcasa volante Rothmans MRSpro
- Tapa superior de batería GOVECS FLEX
- Guardabarros trasero GOVECS FLEX



[Imagen: Tapa superior batería GOVECS FLEX 1.0]

PP especiales

La industria de materiales nos ofrece una amplia gama de formulaciones especiales de PP, que incluyen aditivos diseñados para aplicaciones altamente exigentes. Si buscas un material con propiedades específicas, es probable que ya esté disponible.

Por ejemplo, en un reciente ensayo comparativo, descubrimos que uno de estos materiales superaba en resistencia al impacto al PP estándar en 7,5 veces!, y después de 500 horas de envejecimiento (UV + humectación), esa resistencia se incrementaba hasta 9 veces!. Las prestaciones de alguno de estos materiales son impresionantes.

Te recomendamos familiarizarte con las fichas técnicas de fabricantes como TotalEnergies, Borealis, LyondellBasell, Dow, o alternatively puedes buscar orientación de expertos en el campo. [Indirecta “de manual” 😊]

PP – EPDM (Etileno Propileno Dieno Monómero)

Plástico elástico y resistente, con buena recuperación de estructura tras impacto. Se utiliza en diversas aplicaciones en la industria de las motocicletas debido a sus propiedades de resistencia a la intemperie, durabilidad y flexibilidad.

Ejemplos de aplicación: Protectores de cadena, protector de amortiguador, soportes, etc.

PVC (Cloruro de polivinilo)

Este material es conocido por su durabilidad y la flexibilidad puede ajustarse en diferentes grados según las necesidades específicas de la aplicación.

Es resistente a la humedad y agentes químicos, pero no a altas temperaturas. Destaca por su bajo coste.

Ejemplos de uso: Fundas de protección de cableados, cubiertas de cables y alambres, etc.

TPU (Poliuretano Termoplástico)

El TPU (poliuretano termoplástico) es un polímero altamente versátil que combina las ventajas de los elastómeros termoestables con la facilidad de procesamiento de los termoplásticos.

El TPU es un material versátil que combina flexibilidad y resistencia. Adecuado para aplicaciones que necesitan absorber impactos y resistir productos químicos.

Sin embargo, es importante tener en cuenta su sensibilidad a la humedad y su coste relativamente mayor en comparación con algunos termoplásticos más comunes (ver tabla comparativa de precios en los anexos de este informe).

Ejemplos de aplicación: Empuñaduras de manillar, “grips” de volante de carreras MRSpro, donde su elasticidad proporciona un agarre cómodo y su resistencia al desgaste garantiza una larga duración.



[Foto: Volante de competición MRSpro de Rothmans, con empuñaduras desmontables y “lavables”]

3.2 Termoestables

A diferencia de los termoplásticos, mantienen su estructura original cuando se exponen a calor, presión o ciertos productos químicos, debido a las cadenas de moléculas unidas que forman una red rígida. No se deforman con el calor, sino que pueden descomponerse o carbonizarse si se calientan en exceso, sin cambiar su forma.

Estos materiales no son soldables, pero se pueden reparar con adhesivos o resinas. Tienen una resistencia mecánica y rigidez excepcionales, por lo que se usan en piezas que no experimentan flexión y que resisten altas temperaturas, como pueden ser cubre cárteres o soportes de radiadores.

Los termoestables más comunes en "motomoción" son las resinas de poliéster no saturadas, como las resinas epoxi (EP) y los poliuretanos (PU), que a menudo se refuerzan con cargas minerales o sintéticas para mejorar sus propiedades mecánicas. Los materiales termoestables tienen "memoria" y conservan su forma incluso cuando se calientan.

Resinas de poliéster reforzadas con fibra de vidrio

Pueden ser GU-P (Glass-Mat Thermoplastic Composite), BM (Bulk Molding Compound), SMC (Sheet Molding Compound), y MMC (Metal Matrix Composite), que a veces incluye matrices metálicas y refuerzos cerámicos o de fibra.

Se caracterizan por su ligereza y rigidez, ofreciendo un sólido rendimiento mecánico. Se usan en aplicaciones especiales y de bajo volumen.

Resinas epoxi (EP)

Ofrecen diversas prestaciones en rigidez y elasticidad, y permiten refuerzos con cargas y fibras (de vidrio, carbono, Kevlar...). Tienen buena adherencia en otros plásticos, excepto los olefínicos como PE y PP. Son resistentes a la corrosión y agentes químicos.

Se aplican en la modificación de piezas de carrocería y fabricación de prototipos entre otras aplicaciones. Son más frecuentes en la fabricación de prototipos que en piezas fabricadas para largas series.

GFRP (plásticos reforzados con fibra de vidrio)

Son compuestos que combina resina (puede ser poliéster, epoxi u otra) con fibra de vidrio para lograr una estructura reforzada. A diferencia del PP reforzado con GF, el GFRP puede estar compuesto por diferentes tipos de resinas y varias configuraciones de fibra de vidrio, como tejido, malla o láminas de fibra.

Presentan alta dureza y resistencia, pero no son soldables.

Se encuentran en aplicaciones como carenados prototipo o en piezas para series cortas.

Elastómeros

Los elastómeros destacan por su notable flexibilidad y elasticidad. Se deforman bajo presión externa y recuperan su forma original cuando cesa la presión. Sin embargo, una vez que se dañan, su reparación es complicada, ya que no pueden soldarse debido a su sensibilidad al calor excesivo.

La mayoría de los elastómeros se componen de variantes del caucho, como el poliuretano termoplástico (PU o PUR cuando se refuerza), EPDM o el SBR.

PU poliuretano termoplástico

PU se utiliza cuando se requiere durabilidad, resistencia química y resistencia al desgaste. Ejemplos típicos son ruedas de patines, sellos de alta presión, revestimientos de superficies, y componentes de amortiguación

Se utiliza principalmente en piezas como patines de cadena, protectores de carter, juntas, etc.

EPDM (Etileno-Propileno-Dieno)

Es un elastómero termoestable que destaca por su excelente resistencia a la intemperie, al ozono y a los rayos UV. Es conocido por su durabilidad y flexibilidad a bajas temperaturas.

Se utiliza principalmente en piezas como fundas de cableado, retenes de horquillas...

SBR Estireno-Butadieno

Elastómero sintético que combina propiedades de resistencia y durabilidad a un coste razonable. Es conocido por su buena resistencia al desgaste y al envejecimiento.

Se utiliza principalmente en piezas como empuñaduras, revestimientos de estribos...

4 Bioplásticos y Biocompuestos Reforzados

La creciente preocupación por la sostenibilidad ha impulsado el desarrollo de bioplásticos, que son polímeros derivados de fuentes renovables en lugar de petróleo. Entre estos materiales, destacan los **biopolímeros** y los **biocompuestos reforzados**, como el PLA (ácido poliláctico), que se produce a partir de almidón. Estos materiales no solo reducen la dependencia de recursos fósiles, sino que también ofrecen características comparables a los plásticos tradicionales, haciéndolos ideales para aplicaciones en sectores como el embalaje y la automoción.

4.1 Plásticos con Propiedades Especiales

Otro aspecto relevante son los plásticos con **propiedades especiales**, como los **retardantes al fuego** y aquellos con recubrimientos **resistentes al rayado**. Estos materiales se están integrando cada vez más en interiores de automóviles y motocicletas, particularmente en zonas propensas al desgaste, donde ofrecen una durabilidad superior.

4.2 Aplicaciones Electrónicas

En el ámbito de la electrónica, la innovación no se detiene. Los plásticos con **propiedades termocrómicas**, que cambian de color con la temperatura, están comenzando a utilizarse en diversas aplicaciones, aportando tanto estética como funcionalidad. Asimismo, en las baterías de vehículos eléctricos (VEs), el uso de **electrolitos de polímero sólido de alta densidad** (como PEO, PAN, PMMA, polimetacrilato, entre otros) está logrando no solo una mayor eficiencia y seguridad, sino también una reducción de peso, contribuyendo a la sostenibilidad de los VEs.

4.3 Plastrónica

Finalmente, no podemos dejar de mencionar la **plastrónica**, una tecnología que integra circuitos electrónicos directamente en piezas de plástico. Esta innovación permite la creación de componentes ligeros y multifuncionales, algo especialmente valioso en el desarrollo de vehículos eléctricos, donde la reducción de peso y la integración de funciones son objetivos principales del ingeniero.

5 Ventajas y desventajas del uso de plásticos

Las prestaciones que ofrecen los plásticos en nuestra industria los ponen en clara ventaja frente a otros materiales como el acero o el aluminio, gracias a su menor peso y coste, mejor adaptación a normativas medioambientales o la posibilidad de ser reciclados.

5.1 Ventajas frente a otros materiales

Los plásticos ofrecen ventajas significativas en nuestra industria en comparación con otros materiales, como el acero o el aluminio:

- **Menor coste:** Tanto en el cálculo de costos de la motocicleta como en los tiempos de fabricación y montaje.
- **Menor peso:** Fundamental en una motocicleta, especialmente en las motocicletas eléctricas que ya tienen una desventaja evidente debido al peso de sus baterías en comparación con el de un depósito lleno de gasolina en las motocicletas convencionales.
- **Reducción del consumo y/o aumento de autonomía:** Esto conduce a una disminución de las emisiones, un aspecto crucial para cumplir con las regulaciones ambientales vigentes. Además, en muchos casos, los plásticos son reciclables, lo que prolonga su vida útil.
- **Impacto medioambiental:** Un menor consumo conlleva, a su vez, una reducción de las emisiones, un aspecto fundamental hoy en día para cumplir con las normativas vigentes. Además, en muchos casos se trata de un material que permite ser reciclado, alargando su vida de uso.
- **Líneas de diseño más complejas:** Permiten el diseño de piezas de geometrías complejas, reduciendo el número de piezas necesarias.

- **Buenas prestaciones de aislamiento térmico, eléctrico y acústico:** Facilitan la comodidad en marcha y una mejor absorción de los impactos a baja velocidad gracias a su mayor flexibilidad.
- **No se oxidan.**

5.2 Desventajas del uso de plásticos

A pesar de las numerosas ventajas que ofrecen, las piezas de plástico presentan algunos inconvenientes que deben tenerse en cuenta antes de seleccionar un tipo de plástico en particular:

- **Menor resistencia a la intemperie:** La exposición prolongada a las condiciones climáticas puede provocar la degradación del material, resultando en una pérdida de brillo y resistencia del plástico expuesto. Esto es especialmente notable cuando las piezas se inyectan en colores fluorescentes, rojos, naranjas, amarillos y algunos azules.
- **Mayor sensibilidad frente a agentes químicos:** Algunos plásticos tienen una resistencia química más baja frente a ciertos productos, como disolventes, que pueden dañar el sustrato del plástico.
- **Menor adherencia e incompatibilidad con algunas pinturas y adhesivos:** Debido a las propiedades particulares de algunos plásticos (como se mencionó anteriormente en el caso del PP), es aconsejable utilizar pinturas o adhesivos específicos para garantizar una mejor adherencia.

6 Reciclaje de plásticos

Los termoplásticos como el ABS, el PP y el LDPE son fácilmente reciclables.

Las poliamidas PA 4.6, el PA6, el PA6.6, el PA12 y el MPPA, se reciclan en menor medida debido a su composición química y requieren instalaciones especializadas.

Los termoplásticos reforzados con fibra de vidrio u otros aditivos suelen ser más difíciles y caros de reciclar debido a la presencia de aditivos y carga de refuerzo (en proporciones variables).

Los plásticos termoestables no son fácilmente reciclables mediante los métodos tradicionales de fusión y re-moldeo debido a su estructura química que se endurece permanentemente cuando se moldea y no se ablanda nuevamente con el calor. En lugar de reciclarse a través de la fusión y re-moldeo, los plásticos termoestables a menudo se descomponen o incineran en su mayoría al final de su vida útil.

Ningún tipo de plástico pintado es reciclable.

7 Especificación de componentes plásticos

Hasta aquí hemos hablado de teoría combinada con casos prácticos con la intención de ayudarte a seleccionar el mejor material para tu aplicación.

Los siguientes puntos te ayudarán a especificar dicho material en el pliego de condiciones de la pieza, solicitudes de oferta y planos de manera inequívoca.

7.1 Definición de composición y propiedades

Recomendamos incorporar al pliego de condiciones de cada componente una norma técnica donde definas de la forma más explícita posible la composición y propiedades esperadas del material a utilizar en la construcción de tu pieza.

En los anexos de este informe aportamos a título de ejemplo la tabla de contenidos de nuestra norma descriptiva del material ABS (Norma Técnica NT0106 para el material termoplástico ABS).

Define tu propia norma para cada uno de los materiales a emplear, y menciónalas junto al nombre de cada pieza en tus planos.

Ej. Material: ABS según norma técnica XXXXX (NT0106 en nuestro caso).

7.2 Definición de marcajes

No te olvides incorporar a tus moldes para fabricación de piezas plásticas los marcajes para facilitar la trazabilidad y la reciclabilidad de tus piezas.

Analiza si tus piezas plásticas deberían incorporar alguno de los marcajes siguientes:

- Nombre y/o código interno de la pieza
- Identificación del material para reciclaje posterior
- Marcaje de Homologación (si procede)
- Logo o marca de fabricante

8 Ensayos de componentes plásticos

En otro post hablaremos en detalle del plan de pruebas de un proyecto de desarrollo de una motocicleta. En este capítulo enumeraremos algunos ensayos específicos para materiales y componentes plásticos que podrían ser de aplicación durante el desarrollo de las piezas plásticas de tu proyecto.

Define un procedimiento que defina de forma clara como realizar cada ensayo, y como se presentar los resultados obtenidos.

8.1 Ensayos dimensionales

- Verificación de cotas de control, masa, volumen.
- Verificación de marcajes de piezas plásticas

8.2 Caracterización química

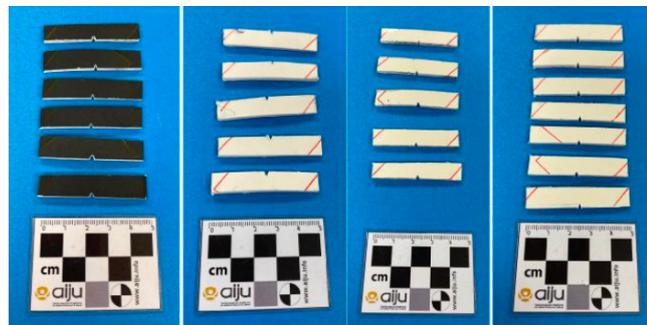
- Análisis químico del material (de acuerdo a especificación o Norma Técnica)
- Determinación de la cantidad de carga de refuerzo en termoplásticos
-

8.3 Verificación de propiedades

Incorpora si procede alguno de los siguientes ensayos sobre piezas plásticas a tu plan de pruebas

- Determinación de la absorción de agua en materiales plásticos

- Determinación de la temperatura de fusión en materiales plásticos
- Prueba de resistencia al impacto mediante caída de bola (ball drop test)
- Detección de tensiones residuales en componentes plásticos
- Determinación de la fragilidad en poliamidas
- Prueba de tracción
- Prueba de tracción en materiales flexibles
- Resistencia al impacto y a ciclos térmicos de piezas pintadas o no pintadas
- Prueba de resistencia del color en componentes plásticos
- Control de Humedad para Poliamidas
- Medición de Brillo
- Medición de Color
- Cámara de Envejecimiento
- Prueba de impacto (medición de resiliencia del material)



[Imagen: Probetas para ensayo comparativo Charpy de 4 materiales plásticos]

8.4 Ensayos funcionales

Sobre componentes plásticos discretos

- Ensayo de Fatiga
- Ensayo de abrasión

Sobre vehículo completo

- Prueba de durabilidad
- Prueba de fatiga acelerada (vibraciones)
- Prueba de caída lateral
- Drop test

9 Recomendaciones finales

Considera utilizar plásticos en la fabricación de componentes de motocicletas, ya que ofrecen ventajas como menor costo y peso, así como la posibilidad de reciclaje.

Elige el tipo de plástico adecuado para cada aplicación en función de sus propiedades específicas.

Asegúrate de realizar pruebas en las piezas fabricadas para garantizar su rendimiento.

Ten en cuenta el costo de los plásticos, que puede variar según el proveedor y la ubicación geográfica.

Evita el uso de plásticos pintados si deseas facilitar el reciclaje.
Consulta fichas técnicas y busca asesoramiento de expertos al seleccionar plásticos específicos para tus proyectos.

10 Conclusión

En la industria de la motocicleta, los plásticos desempeñan un papel fundamental al combinar eficacia, rendimiento y economía. Su capacidad para adaptarse a diseños complejos, reducir el peso y cumplir con las regulaciones ambientales los convierte en materiales de gran valor.

Para sacar el máximo provecho de los plásticos y superar los desafíos, es esencial no sólo comprender a fondo sus características y limitaciones al seleccionarlos. Colaborar desde el inicio con modistas, proveedores de materiales, inyectores e incluso pintores y fabricantes de calcas desde las fase de especificación del proyecto te permitirá anticipar problemas, encontrar soluciones y actuar antes de que los obstáculos se vuelvan costosos o difíciles de resolver. En última instancia, esta colaboración impulsa la innovación, garantiza la calidad y asegura la competitividad en la fabricación de vehículos. Si tienes alguna pregunta, no dudes en contactarnos en info@rothmans.es. ¡Y si te ha resultado interesante este trabajo, regístrate en nuestra newsletter

👉 https://bit.ly/R_News

donde compartimos noticias, ideas y conocimientos prácticos cada semana, además de algunas sorpresas!

11 Anexos

11.1 Fuentes

Elaboración propia

Normas Técnicas Rothmans Engineering

NT-0106 ABS

NT-0107 Poliamidas

NT-0108 Polipropilenos

NT-0109-Popietileno

NT-0110-Policarbonato

NT-0131 Pintura sobre Polipropilenos

<https://www.lyondellbasell.com>

<https://academy.sinnek.com/tipos-plasticos-coche>

<https://www.dow.com>

<https://www.piedmontplastics.com/blog>

<https://www.polisport.com>

11.2 Coste comparativo de los materiales termoplásticos

La siguiente tabla muestra nuestro estudio comparativo de precios de los materiales termoplásticos más comúnmente utilizados en cualquier proyecto de desarrollo de una motocicleta.

Su objetivo es ofrecer a título informativo, una estimación aproximada de las relaciones de precios entre cada uno de los termoplásticos descritos, recalcando que no

pretendemos que sirva como criterio de selección. Es mas, consideramos que el coste del material nunca debe ser el primer criterio de decisión, sino el último después de haber considerado los pros y contras de cada material para cada aplicación en cuestión. En ese caso, la tabla os podría ayudar a decidir (si el “excel” no lo ha hecho antes).

R+Engineering Precio de / respecto a	Delta VS																
	PP homo	PP copo	LDPE	HDPE	PP+Talco	PP+GF	ABS	PA6	PA6+GF	PA6.6	PA6.6+GF	ABS-PC	PA12	PA12+GF	PA46	MPPA	TPU
PP homo	0%	-3%	-8%	-11%	-13%	-18%	-28%	-39%	-41%	-52%	-56%	-59%	-61%	-70%	-72%	-73%	-76%
PP copo	3%	0%	-6%	-8%	-11%	-15%	-26%	-37%	-39%	-51%	-55%	-58%	-60%	-69%	-71%	-72%	-76%
LDPE	9%	6%	0%	-3%	-5%	-10%	-22%	-33%	-36%	-48%	-52%	-56%	-58%	-67%	-69%	-70%	-74%
HDPE	12%	9%	3%	0%	-3%	-8%	-20%	-31%	-34%	-46%	-51%	-54%	-56%	-66%	-68%	-69%	-74%
PP+Talco	15%	12%	6%	3%	0%	-5%	-17%	-30%	-32%	-45%	-49%	-53%	-55%	-65%	-68%	-68%	-73%
PP+GF	21%	18%	11%	8%	5%	0%	-13%	-26%	-29%	-42%	-47%	-51%	-53%	-64%	-66%	-67%	-71%
ABS	39%	35%	28%	24%	21%	15%	0%	-15%	-18%	-33%	-39%	-43%	-46%	-58%	-61%	-62%	-67%
PA6	64%	59%	50%	46%	42%	35%	17%	0%	-4%	-22%	-28%	-33%	-36%	-51%	-54%	-55%	-61%
PA6+GF	70%	65%	56%	51%	47%	40%	22%	4%	0%	-19%	-25%	-31%	-34%	-49%	-52%	-53%	-60%
PA6.6	109%	103%	92%	86%	82%	73%	50%	28%	23%	0%	-8%	-15%	-19%	-37%	-41%	-43%	-51%
PA6.6+GF	127%	138%	108%	103%	97%	88%	63%	39%	34%	9%	0%	-7%	-12%	-32%	-36%	-38%	-46%
ABS-PC	145%	138%	125%	119%	113%	103%	76%	50%	45%	17%	8%	0%	-5%	-26%	-31%	-33%	-42%
PA12	158%	150%	136%	130%	124%	113%	85%	57%	52%	23%	13%	5%	0%	-23%	-27%	-29%	-39%
PA12+GF	233%	224%	206%	197%	189%	175%	139%	104%	96%	59%	47%	36%	29%	0%	-6%	-8%	-21%
PA46	255%	244%	225%	216%	208%	193%	154%	117%	109%	70%	56%	44%	38%	6%	0%	-3%	-16%
MPPA	264%	253%	233%	224%	216%	200%	161%	122%	114%	74%	60%	48%	41%	9%	3%	0%	-14%
TPU	324%	312%	289%	278%	268%	250%	204%	159%	150%	103%	87%	73%	65%	27%	20%	17%	0%

Ejemplo de interpretación: El ABS es (aproximadamente) un **39%** más caro que el PP homopolímero.

Para nosotros, este estudio es una herramienta muy útil en las fases de especificación del proyecto, a sabiendas de que la decisión final la tomaremos después de realizar el pertinente análisis técnico seguido del estudio pormenorizado de TODOS los costes involucrados en el proyecto, y no sólo el precio del material (en aquel momento) en cuestión.

11.3 Ángulos de desmoldeo de materiales termoplásticos

R+Engineering		Grados de Desmoldeo Recomendados	
Material		Mínimo	Máximo
LDPE	Polietileno de Baja Densidad	1°	3°
HDPE	Polietileno de Alta Densidad	1°	3°
PP homo	Polipropileno Homopolímero	1°	3°
PP copo	Polipropileno Copolímero	1°	3°
PP+Talco	Polipropileno Reforzado con Talco	2°	4°
PP+GF	Polipropileno Reforzado con Fibra de Vidrio	2°	5°
ABS	Acilonitrilo-Butadieno-Estireno	2°	5°
PA 4.6	Poliamida 4.6	2°	5°
PA6	Poliamida 6	2°	5°
PA6.6	Poliamida 6.6	2°	5°
PA12	Poliamida 12	2°	5°
TPU	Poliuretano Termoplástico	2°	5°
MPPA	Polifenileno Éter con Anhídrido Maleico Modificado	2°	5°
PA6.6+GF	Poliamida 6.6 Reforzada con Fibra de Vidrio	2°	5°
PA12+GF	Poliamida 12 Reforzada con Fibra de Vidrio	2°	5°
ABS-PC	Policarbonato con Acilonitrilo-Butadieno-Estireno	2°	5°

Ángulos de desmoldeo recomendables para moldes de piezas plásticas.

11.4 Ejemplo de contenidos de una Norma Técnica NT0106: Material Termoplástico ABS

Tabla de contenidos de nuestra Norma Técnica NT0106 para el material termoplástico ABS

- Generalidades

- Indicaciones en el dibujo
- Clasificaciones / Usos
- Marcaje del material para reciclaje
- Marcaje para identificación
- Características de los materiales
- Características de las piezas moldeadas para pintar
- Características de las piezas moldeadas para uso sin pintar
- Marcaje de logo o nombre comercial
- Homologación de nuevos materiales

11.5 Sobre el autor

Soy Inocencio González, y a pesar de ello, culpable de varios delitos.

Delitos menores, pero delitos: Te cuento: En mi ignorante adolescencia tuve varias motos que funcionaban con mezcla de gasolina y aceite.

Nunca imaginé que las motos de 2 tiempos se convertirían en objeto de persecución ambiental y acabarían prohibidas. Pero era joven y me apasionaba todo lo que tuviera que ver con aquellas increíbles mecánicas. Tanto que me impulsaron a terminar ingeniería, lo que me permitió años después trabajar para varios fabricantes cuyas motos adornaban las paredes de aquella habitación de adolescente.

Ahora limpio mi conciencia ayudando a directores técnicos a acelerar sus proyectos de desarrollo de motos eléctricas. Desde hace 12+1 años (esto último para los que lean entrelíneas).

También comercializo productos bajo mi marca (R+) Rothmans, que registré hace años dentro de la Clase 12 de la Clasificación de Niza (clase que abarca vehículos terrestres y sus componentes), y para la que tengo planes que te sorprenderán. Soy consciente de que en Pall Mall Limited se habrán llevado las manos a la cabeza, pero créeme que no tengo ganas de diseñar cigarrillos eléctricos ni nada que funcione mediante combustión.

En R+ tenemos tres líneas de productos: electrificamos motos y karts de competición, tenemos una línea de volantes para coches de carreras que montamos a mano en un Centro de empleo especial en Asturias (mi tierra) dando trabajo a discapacitados, y acabamos de lanzar una línea de faros LEDs de alta luminosidad y bajo consumo diseñados especialmente para bicicletas eléctricas.

Visita mi web, contactarme por email (info@rothmans.es), o apúntate a mi newsletter donde semanalmente comparto temas de interés relativos a ingeniería de vehículos, tecnología y competición del motor.

Estoy aquí para ayudarte a avanzar en tus proyectos. Sin ruidos, y sin malos humos.