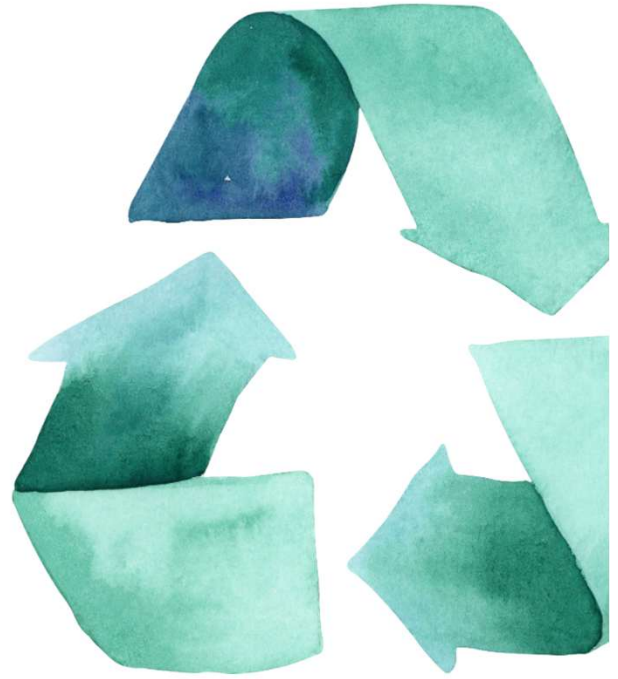


Desde la recolección,
separación, reprocesado y
reutilización hasta el análisis
de nuevas tecnologías,
bioplásticos y productos
alternos.



RECICLADO DE PLÁSTICOS



Sara L Reynoso

CONTENIDO

PRÓLOGO	8
1. RETOS Y OPORTUNIDADES	9
1.1 Introducción	10
1.2. Manejo de los Residuos Plásticos en el Mundo	11
1.3. La Industria del Reciclado de Plásticos	12
2. LOS PLÁSTICOS Y SU DEGRADACIÓN	14
2.1. ¿Qué es un Polímero?	15
2.2. ¿Qué son los Plásticos?	16
2.3. Degradación	19
2.4. Oligómeros, peso molecular y fluidez	19
2.5. Degradación en el Medio Ambiente	21
3. SEPARACIÓN Y CLASIFICACIÓN	22
3.1. Fuentes de Desperdicio Plástico	23
3.2. Clasificación	24
3.3. El Reciclaje de Plásticos	27
3.4. Separación	28
3.5. Métodos de Separación	28
3.5.1. Otros Métodos de Separación	31
3.6. Espectroscopía por Infrarrojo Cercano	33
4. MÉTODOS DE RECLADO	35
4.1. Métodos de Reciclado	36
4.2. Reciclaje Primario	36
4.3. Reciclaje Secundario	38
4.4. Reciclaje Terciario	41
4.4.1. Hidrogenación	42
4.4.2. Gasificación Térmica	43
4.4.3. Hidrólisis	44
4.4.4. Glicólisis y Metanólisis	45
4.4.5. Pirólisis	46
4.5. Uso de productos del Desperdicio Plástico	47
4.6. Uso de los Plásticos como Combustible	48
4.7. Reciclaje Cuaternario	49
4.8. Reciclaje de Orden Cero	49

5. ADITIVOS UTILIZADOS EN EL RECICLAJE	50
5.1. Desafíos en el Reciclaje	51
5.2. Equipos para alimentación y mezclado	52
5.3. Aditivos	53
5.3.1. Extensores de Cadena	55
5.3.2. Agentes Estabilizantes	56
5.3.3. Agentes Compatibilizantes	59
5.3.4. Modificadores de Impacto	60
5.3.5. Agentes Nucleantes – Clarificantes	61
5.3.6. Antioxidantes	62
5.3.7. Agentes de Color	62
5.3.8. Otros Aditivos	64
5.4. Cargas	66
5.5. La Cantidad Adecuada	69
 6. RECICLAJE DE PET	 70
6.1. Seguro, Reciclable y Sustentable	71
6.2. Polímero de la Condensación	73
6.3. La Química del PET	74
6.4. La botella de PET y su Recolección	75
6.5. Los Otros Componentes	76
6.6. Métodos utilizados en el reciclaje de PET	78
6.6.1. Reciclado Mecánico de PET	80
 7. RECICLAJE DE POLIOLEFINAS	 83
7.1. Las Poliolefinas	84
7.2. El Polietileno	85
7.3. Polietileno de Alta Densidad (HDPE)	86
7.3.1. Fuentes de Material para Reciclar	87
7.4. Polietileno de Baja Densidad (LDPE o PEBD)	87
7.5. Reciclaje de HDPE y LDPE	88
7.5.1. Reciclaje Químico de Polietileno (LDPE y HDPE)	89
7.5.2. Reciclaje de HDPE Posconsumo para Aplicaciones de Grado Alimenticio	90
7.6. El Polipropileno	91
7.7. Reciclaje del Polipropileno	92
7.7.1. Separación de Polipropileno, HDPE y PET	93
7.7.2. Reciclaje Químico de Polipropileno	93
7.7.3. Reciclaje de PP Posconsumo para Aplicaciones de Grado Alimenticio	94

8. RECICLAJE DE PVC	96
8.1. El Cloruro de Polivinilo (PVC)	97
8.2. otros Materiales en el PVC	98
8.3. Reciclaje del PVC	99
8.4. Reciclaje Químico del PVC	100
8.4.1. Deshidrocloración	101
9. RECICLAJE DE POLIESTIRENO	102
9.1. Poliestireno (PS)	103
9.2. Poliestireno Expandible (EPS)	103
9.3. Reciclaje de Poliestireno	104
9.3.1. Reciclaje Químico de Poliestireno	105
9.3.2. Reciclaje Cuaternario de Poliestireno Expandido	105
9.4. Reutilización de EPS Reciclado	106
10. HULE Y POLÍMEROS TERMOFIJOS	107
10.1. Polímeros Termofijos	108
10.2. De Termoplástico a Termofijo	109
10.3. Hule Sintético	110
10.3.1. Hule de Estireno Butadieno (SBR)	111
10.4. Vulcanización	112
10.5. Reciclaje de Hule	112
10.6. Desvulcanización	113
10.6.1. Métodos de Desvulcanización	114
10.7. Aplicaciones con Hule Molido	118
11. EL CÓDIGO 7	119
11.1. Los Otros Termoplásticos	120
11.2. Compuestos y Mezclas de Polímeros	123
11.3. ¿Qué se está haciendo?	123
12. BIODEGRADABILIDAD, BIOPLÁSTICOS Y POLÍMEROS BIODEGRADABLES	125
12.1. Biodegradabilidad	126
12.2. Definiendo los Bioplásticos	126
12.2.1. Polímero Biodegradable	129
12.2.2. Biopolímero	129
12.2.3. Polímero Bio-Basado	131
12.2.4. Polímero Oxodegradable	132
12.3. Compostabilidad	133

12.4. Materia Prima de Fuentes Renovables	133
12.5. Bio-Contenido	135
12.6. ¿Son La Solución?	135
13. DISEÑADO PARA SER RECLADO	137
13.1. Diseño en un solo Material	139
13.1.1. Un caso Muy Real	140
13.2 Diseñar para Separar Fácilmente	141
13.3. Disminuir la cantidad	142
13.4. Productos más duraderos	143
13.5. Uso de Color en la Industria del Empaque	144
14. ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA, ECONOMÍA CIRCULAR Y SUSTENTABILIDAD	145
14.1. Ciclo de Vida de un Frasco de HDPE	148
14.2. Economía Circular	150
14.3. Manufactura Sustentable	153
14.3.1. Procesos de Manufactura Sustentable	154
14.3.2. Desarrollo de Procesos Verdes	154
13. UN “PEQUEÑO” GRAN PROBLEMA	156
15.1. Los Microplásticos	157
15.2. Microplásticos Primarios	157
15.3. Microplásticos Secundarios	158
15.4. Otras Fuentes de Microplásticos	158
15.5. Microplásticos en el Medio Marino	159
COMENTARIO FINAL	160
REFERENCIAS Y GRÁFICOS	161
ÍNDICES DE FIGURAS, GRÁFICAS Y TABLAS	165
ACERCA DE LA AUTORA	168

ACERCA DE LA AUTORA



Sara L. Reynoso es Ingeniero Químico egresada de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Comenzó su carrera profesional en 1991 en la compañía DuPont y posteriormente en Dow en donde ha tenido la oportunidad de trabajar por más de 34 años en varios campos de la industria del plástico, entre éstas ha trabajado en la industria de los polímeros de ingeniería con poliamidas, acetales y poliésteres termoplásticos cristalinos.

En la industria de los polímeros fluorados trabajó con el PTFE (Teflon®) como polímero y sus copolímeros y finalmente en la industria de los copolímeros de etileno en donde actualmente continúa trabajando. Todo con un fuerte enfoque en los procesos de moldeo por inyección, soplado y extrusión así como a la modificación de polímeros.

Autora y colaboradora científica del concepto de Todo en Polímeros® (www.todoenpolimeros.com), para ofrecer información y capacitación sobre química y la industria de los plásticos.

Sara L. Reynoso ha colaborado con la Enciclopedia del Plástico Siglo XXI en la revisión de varios capítulos sobre copolímeros de etileno y es autora de 5 patentes internacionales en aplicación y modificación con plástico.

© Sara Luisa Reynoso
2ª Edición, Abril 2025