

---

## **Tema 1**

# **LOS MATERIALES, PROPIEDADES Y APLICACIONES**

---

## 1. LA CIENCIA E INGENIERÍA DE LOS MATERIALES

1.1. Concepto

1.2. Definición de material

1.3. El ciclo de los materiales

## 2. TIPOS DE MATERIALES: CLASIFICACIÓN

2.1. Materiales metálicos

2.2. Materiales cerámicos

2.3. Materiales poliméricos

2.4. Materiales compuestos

## 3. RELACIÓN ESTRUCTURA-PROPIEDADES-PROCESADO

## 4. SELECCIÓN DE MATERIALES PARA APLICACIONES EN LA INDUSTRIA

4.1. Fundamentos de la selección de materiales

4.2. Ejemplos prácticos de selección y diseño con materiales

# 1. LA CIENCIA E INGENIERÍA DE LOS MATERIALES

---

## 1.1. Concepto

" *La Ciencia e Ingeniería de los Materiales está referida a la generación y aplicación del conocimiento relacionado con la composición, estructura y procesado de los materiales y de sus propiedades y aplicaciones*" (**Comité sobre el Estado de la Ciencia e Ingeniería de los Materiales -COSMAT- de la Academia Nacional de las Ciencias de Estados Unidos, 1974**)

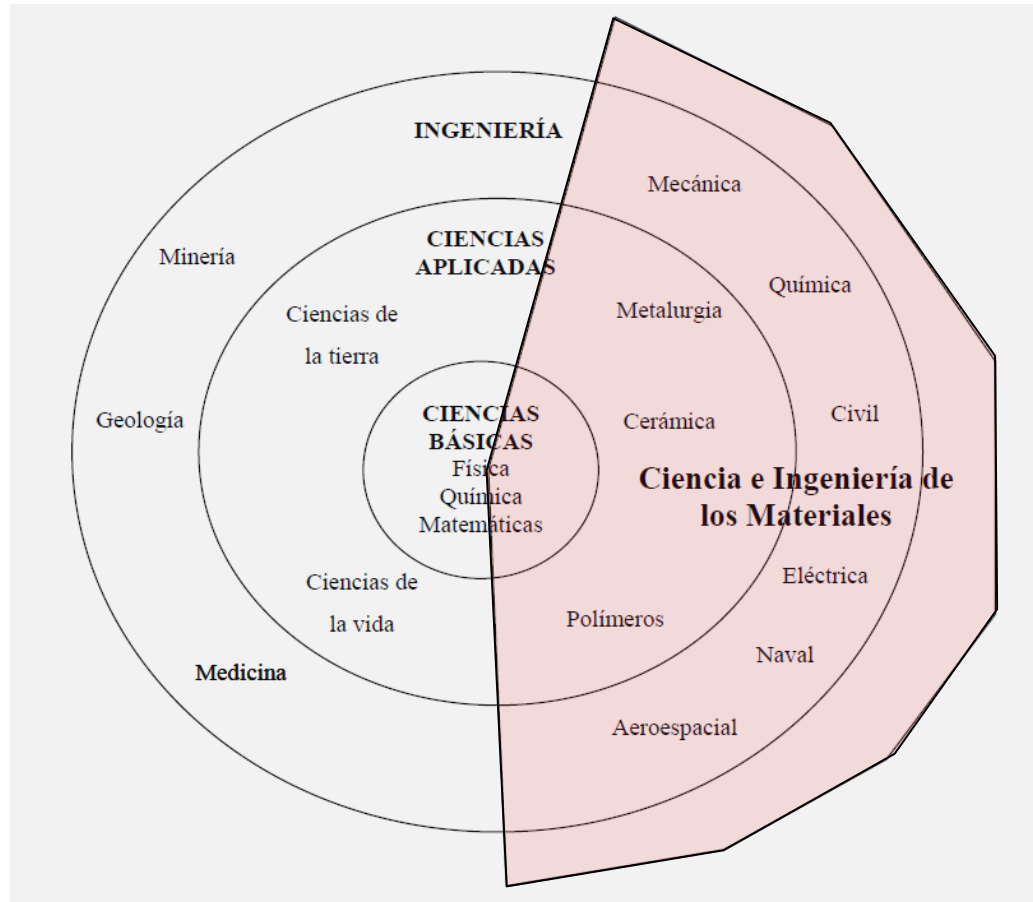


*Espectro del conocimiento de la Ciencia de Materiales*

# 1. LA CIENCIA E INGENIERÍA DE LOS MATERIALES

## 1.1. Concepto

Interrelación entre la Ciencia de los Materiales y otras Ciencias básicas y aplicadas



# 1. LA CIENCIA E INGENIERÍA DE LOS MATERIALES

---

## 1.2. Definición de material

*“Sustancias que poseen las propiedades para hacerles útiles en máquinas, estructuras, componentes y productos” (COSMAT-1974)*

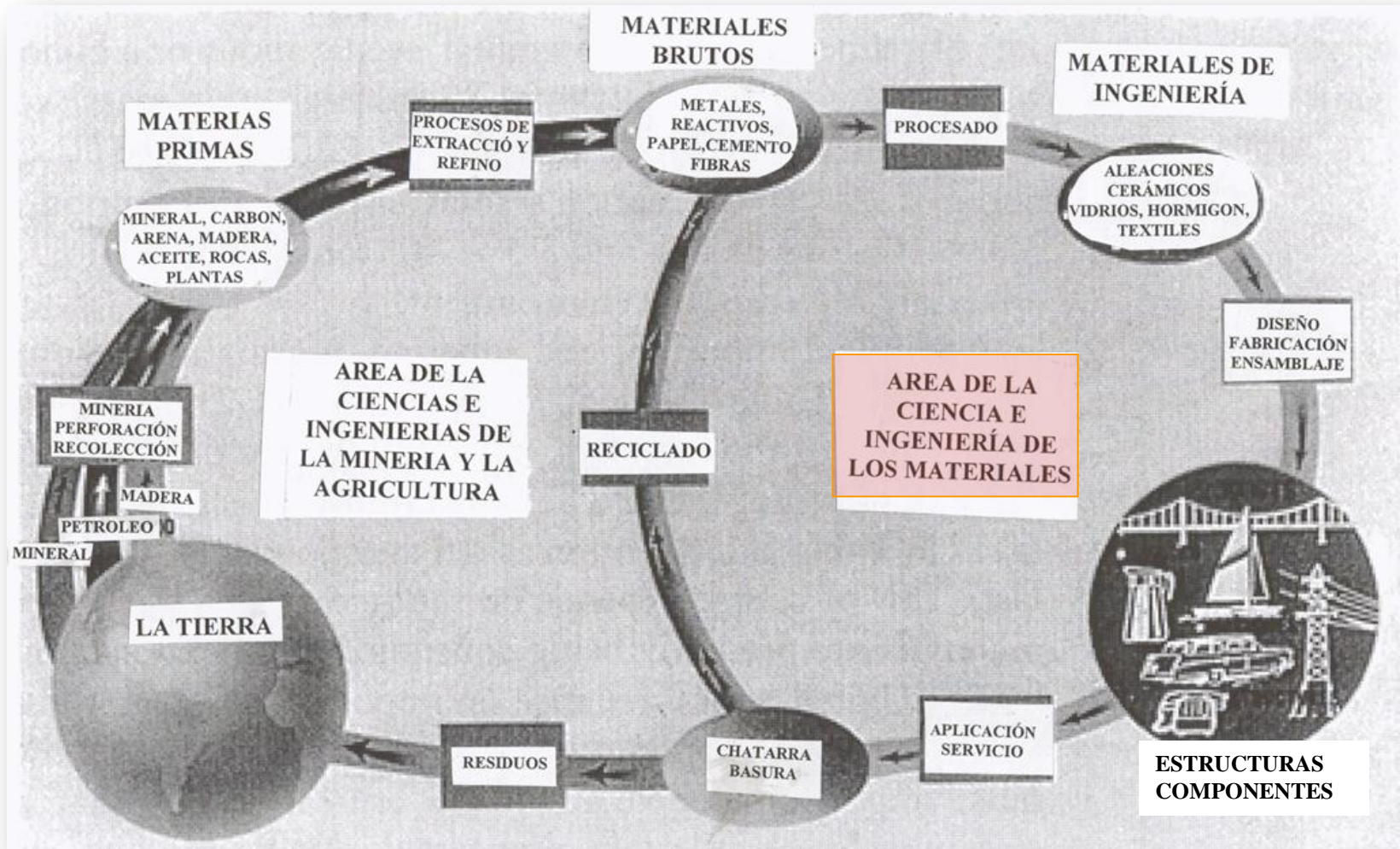
*“La materia empleada por el hombre para crear estructuras, vehículos, máquinas, componentes, obras de arte y otros objetos” (Enciclopedia de Ingeniería y Ciencia de Materiales)*

*“Materia física que es manipulada y empleada por el hombre, generalmente sin que se produzca una conversión química mayoritaria durante su función” (Enciclopedia de Ingeniería y Ciencia de Materiales)*

*“Sustancias que una vez fabricadas y procesadas, se utilizan en el diseño y construcción de componentes y estructuras, debiendo cumplir una serie de propiedades físicas, químicas y mecánicas durante su vida en servicio”*

# 1. LA CIENCIA E INGENIERÍA DE LOS MATERIALES

## 1.3. El ciclo de los materiales



## 2. TIPOS DE MATERIALES: CLASIFICACIÓN

<b>METALES Y ALEACIONES</b>	Hierro y aceros Aluminio y sus aleaciones Cobre y sus aleaciones Níquel y sus aleaciones Titanio y sus aleaciones
<b>POLÍMEROS</b>	Polietileno (PE) Poliámidas- nailon – (PA) Poliestireno (PE) Poliuretano (PU) Policloruro de vinilo (PVC) Politereftalato de etilenglicol (PET) Resinas epoxi (EP) Elástomeros, como caucho natural (NR)
<b>CERAMICOS Y VIDRIOS</b>	Alúmina ( $Al_2O_3$ ) Magnesia (MgO) Sílice ( $SiO_2$ ), vidrios y silicatos Carburo de silicio (SiC) Nitruro de silicio ( $Si_3N_4$ ) Cemento y hormigón
<b>MATERIALES COMPUESTOS</b>	Polímeros reforzados con fibra de vidrio (GFRP) Polímeros reforzados con fibra de carbono (CFRP) Cermets
<b>MATERIALES NATURALES</b>	Madera Piel Algodón, lana, seda Hueso

## 2. TIPOS DE MATERIALES: CLASIFICACIÓN

---

Clasificación de los materiales en función de su naturaleza y aplicaciones

Tipos de materiales en función de su naturaleza	Tipos de materiales en función de sus aplicaciones
Metales y aleaciones	Minerales industriales
Cerámicos	Materiales eléctricos
Vidrios	Materiales electrónicos
Otros materiales inorgánicos	Materiales superconductores
Polímeros	Materiales nucleares
Elastómeros	Materiales para otras aplicaciones energéticas
Fibras	Materiales magnéticos
Materiales compuestos	Materiales ópticos
Madera	Materiales biomédicos
Papel	Materiales dentales
Otros materiales de origen biológico	Materiales para la construcción

**Esquema:** Composición  
Estructura  
Propiedades: Ventajas y Limitaciones  
Aplicaciones



## 2. TIPOS DE MATERIALES: CLASIFICACIÓN

### 2.1. Materiales Metálicos y Aleaciones

#### ➤ COMPOSICIÓN

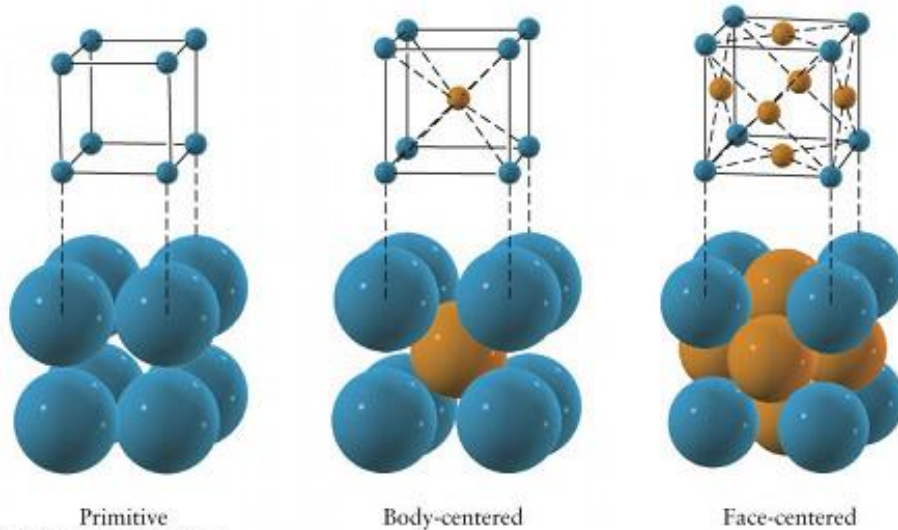
- Metales puros: Fe, Al, Mg, Ti, Zn, Cu, Sn, Pb, Ni...
- Aleaciones:  $M+nM \Rightarrow$  aceros (Fe-C), aceros aleados (Fe-C-X, X= Cr, Mo, Ni, V, Mn...),  $M+M \Rightarrow$  latones (Cu-Zn), bronce (Cu-Sn). Aleaciones ligeras base Al, Ti, Mg, superaleaciones base Ni, superaleaciones base Co...

**Tabla Periódica de los Elementos**

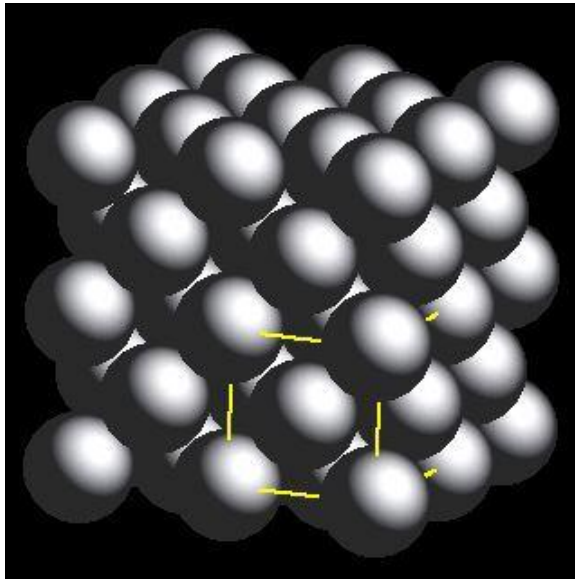
1 <b>H</b> Hydrogen 1.00794																	2 <b>He</b> Helium 4.003
3 <b>Li</b> Lithium 6.941	4 <b>Be</b> Beryllium 9.012182											5 <b>B</b> Boron 10.811	6 <b>C</b> Carbon 12.0107	7 <b>N</b> Nitrogen 14.00674	8 <b>O</b> Oxygen 15.9994	9 <b>F</b> Fluorine 18.9984032	10 <b>Ne</b> Neon 20.1797
11 <b>Na</b> Sodium 22.989770	12 <b>Mg</b> Magnesium 24.3050											13 <b>Al</b> Aluminum 26.981538	14 <b>Si</b> Silicon 28.0855	15 <b>P</b> Phosphorus 30.973761	16 <b>S</b> Sulfur 32.066	17 <b>Cl</b> Chlorine 35.4527	18 <b>Ar</b> Argon 39.948
19 <b>K</b> Potassium 39.0983	20 <b>Ca</b> Calcium 40.078	21 <b>Sc</b> Scandium 44.955910	22 <b>Ti</b> Titanium 47.867	23 <b>V</b> Vanadium 50.9415	24 <b>Cr</b> Chromium 51.9961	25 <b>Mn</b> Manganese 54.938049	26 <b>Fe</b> Iron 55.845	27 <b>Co</b> Cobalt 58.933200	28 <b>Ni</b> Nickel 58.6934	29 <b>Cu</b> Copper 63.546	30 <b>Zn</b> Zinc 65.39	31 <b>Ga</b> Gallium 69.723	32 <b>Ge</b> Germanium 72.61	33 <b>As</b> Arsenic 74.92160	34 <b>Se</b> Selenium 78.96	35 <b>Br</b> Bromine 79.904	36 <b>Kr</b> Krypton 83.80
37 <b>Rb</b> Rubidium 85.4678	38 <b>Sr</b> Strontium 87.62	39 <b>Y</b> Yttrium 88.90585	40 <b>Zr</b> Zirconium 91.224	41 <b>Nb</b> Niobium 92.90638	42 <b>Mo</b> Molybdenum 95.94	43 <b>Tc</b> Technetium (98)	44 <b>Ru</b> Ruthenium 101.07	45 <b>Rh</b> Rhodium 102.90550	46 <b>Pd</b> Palladium 106.42	47 <b>Ag</b> Silver 107.8682	48 <b>Cd</b> Cadmium 112.411	49 <b>In</b> Indium 114.818	50 <b>Sn</b> Tin 118.710	51 <b>Sb</b> Antimony 121.760	52 <b>Te</b> Tellurium 127.60	53 <b>I</b> Iodine 126.90447	54 <b>Xe</b> Xenon 131.29
55 <b>Cs</b> Cesium 132.90545	56 <b>Ba</b> Barium 137.327	57 <b>La</b> Lanthanum 138.9055	72 <b>Hf</b> Hafnium 178.49	73 <b>Ta</b> Tantalum 180.9479	74 <b>W</b> Tungsten 183.84	75 <b>Re</b> Rhenium 186.207	76 <b>Os</b> Osmium 190.23	77 <b>Ir</b> Iridium 192.217	78 <b>Pt</b> Platinum 195.078	79 <b>Au</b> Gold 196.96655	80 <b>Hg</b> Mercury 200.59	81 <b>Tl</b> Thallium 204.3833	82 <b>Pb</b> Lead 207.2	83 <b>Bi</b> Bismuth 208.98038	84 <b>Po</b> Polonium (209)	85 <b>At</b> Astatine (210)	86 <b>Rn</b> Radon (222)
87 <b>Fr</b> Francium (223)	88 <b>Ra</b> Radium (226)	89 <b>Ac</b> Actinium (227)	104 <b>Rf</b> Rutherfordium (261)	105 <b>Db</b> Dubnium (262)	106 <b>Sg</b> Seaborgium (263)	107 <b>Bh</b> Bohrium (262)	108 <b>Hs</b> Hassium (265)	109 <b>Mt</b> Meitnerium (266)	(269)	(272)	(277)						
58 <b>Ce</b> Cerium 140.116	59 <b>Pr</b> Praseodymium 140.90765	60 <b>Nd</b> Neodymium 144.24	61 <b>Pm</b> Promethium (145)	62 <b>Sm</b> Samarium 150.36	63 <b>Eu</b> Europium 151.964	64 <b>Gd</b> Gadolinium 157.25	65 <b>Tb</b> Terbium 158.92534	66 <b>Dy</b> Dysprosium 162.50	67 <b>Ho</b> Holmium 164.93032	68 <b>Er</b> Erbium 167.26	69 <b>Tm</b> Thulium 168.93421	70 <b>Yb</b> Ytterbium 173.04	71 <b>Lu</b> Lutetium 174.967				
90 <b>Th</b> Thorium 232.0381	91 <b>Pa</b> Protactinium 231.03588	92 <b>U</b> Uranium 238.02891	93 <b>Np</b> Neptunium (237)	94 <b>Pu</b> Plutonium (244)	95 <b>Am</b> Americium (243)	96 <b>Cm</b> Curium (247)	97 <b>Bk</b> Berkelium (247)	98 <b>Cf</b> Californium (251)	99 <b>Es</b> Einsteinium (252)	100 <b>Fm</b> Fermium (257)	101 <b>Md</b> Mendelevium (258)	102 <b>No</b> Nobelium (259)	103 <b>Lr</b> Lawrencium (262)				

www.ParaImprimirGratis.com

## 2. TIPOS DE MATERIALES: CLASIFICACIÓN



© 2007 Thomson Higher Education



Estructura  
cristalina  
del Pb

➤ **ESTRUCTURA:** Cristalina

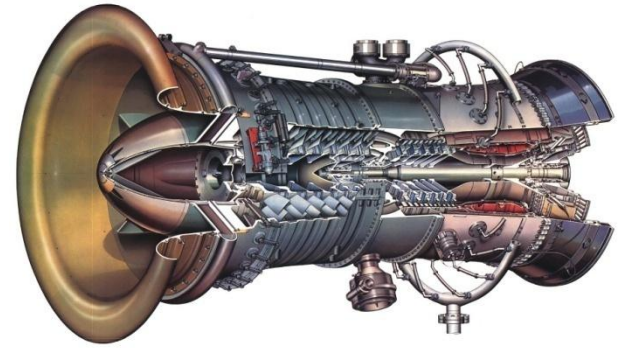
### ➤ **CARACTERÍSTICAS**

- ✓ Elevada conductividad térmica y eléctrica
- ✓ Resistencia mecánica alta, alta rigidez (módulo elástico), ductilidad y conformabilidad
- ✓ Resistencia al impacto
- ✓ Aplicaciones estructurales

## 2. TIPOS DE MATERIALES: CLASIFICACIÓN



Turbina de vapor abierta en centrales termosolares



Turbina para aviación



Puente de D. Luis, Oporto (1881)



Perfiles metálicos

Usos domésticos



# 2. TIPOS DE MATERIALES: CLASIFICACIÓN

## 2.2. Materiales Cerámicos

### ➤ COMPOSICIÓN

- Compuestos complejos que contienen elementos metálicos y no metálicos, unidos por enlaces iónicos y/o covalentes.

### ➤ ESTRUCTURA

- 2 tipos:
  - Cerámicos amorfos: vidrios
  - Cerámicos cristalinos: Cerámicos oxídicos ( $Al_2O_3$ ,  $MgO$ ,  $SiO_2$ ..) y cerámicos no oxídicos ( $Si_3Ni_4$ ,  $SiC$ ,  $WC$ ,  $BN$ ..)

Tabla periódica  $\Rightarrow$  cerámicos combinación entre uno o más elementos metálicos (azul) y uno o más no metálicos (rojo)

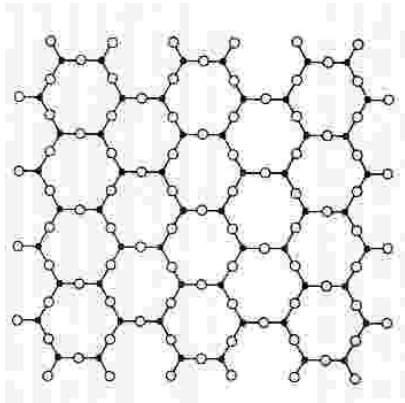
**Tabla Periódica de los Elementos**

1 <b>H</b> Hydrogen 1.00794																	2 <b>He</b> Helium 4.003
3 <b>Li</b> Lithium 6.941	4 <b>Be</b> Beryllium 9.012182											5 <b>B</b> Boron 10.811	6 <b>C</b> Carbon 12.0107	7 <b>N</b> Nitrogen 14.00674	8 <b>O</b> Oxygen 15.9994	9 <b>F</b> Fluorine 18.9984032	10 <b>Ne</b> Neon 20.1797
11 <b>Na</b> Sodium 22.989770	12 <b>Mg</b> Magnesium 24.3050											13 <b>Al</b> Aluminum 26.981538	14 <b>Si</b> Silicon 28.0855	15 <b>P</b> Phosphorus 30.973761	16 <b>S</b> Sulfur 32.066	17 <b>Cl</b> Chlorine 35.4527	18 <b>Ar</b> Argon 39.948
19 <b>K</b> Potassium 39.0983	20 <b>Ca</b> Calcium 40.078	21 <b>Sc</b> Scandium 44.955910	22 <b>Ti</b> Titanium 47.867	23 <b>V</b> Vanadium 50.9415	24 <b>Cr</b> Chromium 51.9961	25 <b>Mn</b> Manganese 54.938049	26 <b>Fe</b> Iron 55.845	27 <b>Co</b> Cobalt 58.933200	28 <b>Ni</b> Nickel 58.6934	29 <b>Cu</b> Copper 63.546	30 <b>Zn</b> Zinc 65.39	31 <b>Ga</b> Gallium 69.723	32 <b>Ge</b> Germanium 72.61	33 <b>As</b> Arsenic 74.92160	34 <b>Se</b> Selenium 78.96	35 <b>Br</b> Bromine 79.904	36 <b>Kr</b> Krypton 83.80
37 <b>Rb</b> Rubidium 85.4678	38 <b>Sr</b> Strontium 87.62	39 <b>Y</b> Yttrium 88.90585	40 <b>Zr</b> Zirconium 91.224	41 <b>Nb</b> Niobium 92.90638	42 <b>Mo</b> Molybdenum 95.94	43 <b>Tc</b> Technetium (98)	44 <b>Ru</b> Ruthenium 101.07	45 <b>Rh</b> Rhodium 102.90550	46 <b>Pd</b> Palladium 106.42	47 <b>Ag</b> Silver 107.8682	48 <b>Cd</b> Cadmium 112.411	49 <b>In</b> Indium 114.818	50 <b>Sn</b> Tin 118.710	51 <b>Sb</b> Antimony 121.760	52 <b>Te</b> Tellurium 127.60	53 <b>I</b> Iodine 126.90447	54 <b>Xe</b> Xenon 131.29
55 <b>Cs</b> Cesium 132.90545	56 <b>Ba</b> Barium 137.327	57 <b>La</b> Lanthanum 138.9055	72 <b>Hf</b> Hafnium 178.49	73 <b>Ta</b> Tantalum 180.9479	74 <b>W</b> Tungsten 183.84	75 <b>Re</b> Rhenium 186.207	76 <b>Os</b> Osmium 190.23	77 <b>Ir</b> Iridium 192.217	78 <b>Pt</b> Platinum 195.078	79 <b>Au</b> Gold 196.96655	80 <b>Hg</b> Mercury 200.59	81 <b>Tl</b> Thallium 204.3833	82 <b>Pb</b> Lead 207.2	83 <b>Bi</b> Bismuth 208.98038	84 <b>Po</b> Polonium (209)	85 <b>At</b> Astatine (210)	86 <b>Rn</b> Radon (222)
87 <b>Fr</b> Francium (223)	88 <b>Ra</b> Radium (226)	89 <b>Ac</b> Actinium (227)	104 <b>Rf</b> Rutherfordium (261)	105 <b>Db</b> Dubnium (262)	106 <b>Sg</b> Seaborgium (263)	107 <b>Bh</b> Bohrium (262)	108 <b>Hs</b> Hassium (265)	109 <b>Mt</b> Meitnerium (266)	110 (269)	111 (272)	112 (277)	113	114				
58 <b>Ce</b> Cerium 140.116	59 <b>Pr</b> Praseodymium 140.90765	60 <b>Nd</b> Neodymium 144.24	61 <b>Pm</b> Promethium (145)	62 <b>Sm</b> Samarium 150.36	63 <b>Eu</b> Europium 151.964	64 <b>Gd</b> Gadolinium 157.25	65 <b>Tb</b> Terbium 158.92534	66 <b>Dy</b> Dysprosium 162.50	67 <b>Ho</b> Holmium 164.93032	68 <b>Er</b> Erbium 167.26	69 <b>Tm</b> Thulium 168.93421	70 <b>Yb</b> Ytterbium 173.04	71 <b>Lu</b> Lutetium 174.967				
90 <b>Th</b> Thorium 232.0381	91 <b>Pa</b> Protactinium 231.03588	92 <b>U</b> Uranium 238.0289	93 <b>Np</b> Neptunium (237)	94 <b>Pu</b> Plutonium (244)	95 <b>Am</b> Americium (243)	96 <b>Cm</b> Curium (247)	97 <b>Bk</b> Berkelium (247)	98 <b>Cf</b> Californium (251)	99 <b>Es</b> Einsteinium (252)	100 <b>Fm</b> Fermium (257)	101 <b>Md</b> Mendelevium (258)	102 <b>No</b> Nobelium (259)	103 <b>Lr</b> Lawrencium (262)				

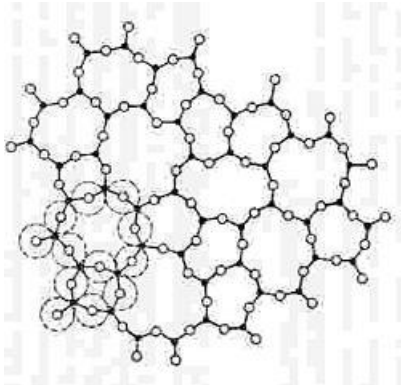
[www.ParainprimirGratis.com](http://www.ParainprimirGratis.com)

## 2. TIPOS DE MATERIALES: CLASIFICACIÓN

### 2.2. Materiales Cerámicos



Cristalino



Amorfo

#### ➤ CARACTERÍSTICAS

- ✓ Elevada dureza y resistencia
- ✓ Baja densidad
- ✓ Baja ductilidad, conformabilidad y resistencia al impacto
- ✓ Baja conductividad eléctrica y térmica
- ✓ Elevado punto de fusión, elevada estabilidad química y resistencia a la abrasión
- ✓ Buenas propiedades ópticas, eléctricas y térmicas
- ✓ Numerosas aplicaciones: alfarería, ladrillos, loza, azulejos, refractarios, imanes, abrasivos, aislantes eléctricos, componentes de turbinas de gas

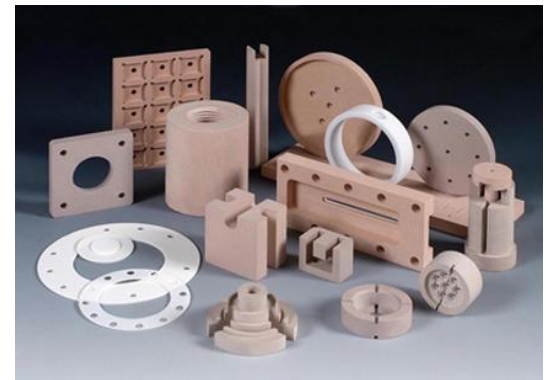
## 2. TIPOS DE MATERIALES: CLASIFICACIÓN

### 2.2. Materiales Cerámicos



#### ➤ APLICACIONES

- ✓ Alfarería, ladrillos, azulejos, lozas
- ✓ Materiales refractarios, imanes, aislantes eléctricos, abrasivos
- ✓ Vidrios de ventana
- ✓ Enlosados cerámicos para vehículos espaciales
- ✓ Utensilios de cocina, vitrocerámicas
- ✓ Aplicaciones electrónicas
- ✓ Dispositivos electrónicos (transistores, circuitos integrados y diodos)
- ✓ Sistemas de fibras ópticas



## 2. TIPOS DE MATERIALES: CLASIFICACIÓN

### 2.3. Materiales Poliméricos

#### ➤ COMPOSICIÓN

- Compuestos orgánicos basados en C, H y otros elementos no metálicos (O, N, F, Si)

#### ➤ ESTRUCTURA

- Moléculas de cadena larga formados por monómeros unidos entre sí

Ej. Etileno  $C_2H_4$  ; Polietileno  $-(-C_2H_4-)_n-$  ; poliéster; nylon...

**Tabla Periódica de los Elementos**

1 <b>H</b> Hydrogen 1.00794																	2 <b>He</b> Helium 4.003	
3 <b>Li</b> Lithium 6.941	4 <b>Be</b> Beryllium 9.012182																	10 <b>Ne</b> Neon 20.1797
11 <b>Na</b> Sodium 22.989770	12 <b>Mg</b> Magnesium 24.3050																	18 <b>Ar</b> Argon 39.948
19 <b>K</b> Potassium 39.0983	20 <b>Ca</b> Calcium 40.078	21 <b>Sc</b> Scandium 44.955910	22 <b>Ti</b> Titanium 47.867	23 <b>V</b> Vanadium 50.9415	24 <b>Cr</b> Chromium 51.9961	25 <b>Mn</b> Manganese 54.938049	26 <b>Fe</b> Iron 55.845	27 <b>Co</b> Cobalt 58.933200	28 <b>Ni</b> Nickel 58.6934	29 <b>Cu</b> Copper 63.546	30 <b>Zn</b> Zinc 65.39	31 <b>Ga</b> Gallium 69.723	32 <b>Ge</b> Germanium 72.61	33 <b>As</b> Arsenic 74.92160	34 <b>Se</b> Selenium 78.96	35 <b>Br</b> Bromine 79.904	36 <b>Kr</b> Krypton 83.80	
37 <b>Rb</b> Rubidium 85.4678	38 <b>Sr</b> Strontium 87.62	39 <b>Y</b> Yttrium 88.90585	40 <b>Zr</b> Zirconium 91.224	41 <b>Nb</b> Niobium 92.90638	42 <b>Mo</b> Molybdenum 95.94	43 <b>Tc</b> Technetium (98)	44 <b>Ru</b> Ruthenium 101.07	45 <b>Rh</b> Rhodium 102.90550	46 <b>Pd</b> Palladium 106.42	47 <b>Ag</b> Silver 107.8682	48 <b>Cd</b> Cadmium 112.411	49 <b>In</b> Indium 114.818	50 <b>Sn</b> Tin 118.710	51 <b>Sb</b> Antimony 121.760	52 <b>Te</b> Tellurium 127.60	53 <b>I</b> Iodine 126.90447	54 <b>Xe</b> Xenon 131.29	
55 <b>Cs</b> Cesium 132.90545	56 <b>Ba</b> Barium 137.327	57 <b>La</b> Lanthanum 138.9055	72 <b>Hf</b> Hafnium 178.49	73 <b>Ta</b> Tantalum 180.9479	74 <b>W</b> Tungsten 183.84	75 <b>Re</b> Rhenium 186.207	76 <b>Os</b> Osmium 190.23	77 <b>Ir</b> Iridium 192.217	78 <b>Pt</b> Platinum 195.078	79 <b>Au</b> Gold 196.96655	80 <b>Hg</b> Mercury 200.59	81 <b>Tl</b> Thallium 204.3833	82 <b>Pb</b> Lead 207.2	83 <b>Bi</b> Bismuth 208.98038	84 <b>Po</b> Polonium (209)	85 <b>At</b> Astatine (210)	86 <b>Rn</b> Radon (222)	
87 <b>Fr</b> Francium (223)	88 <b>Ra</b> Radium (226)	89 <b>Ac</b> Actinium (227)	104 <b>Rf</b> Rutherfordium (261)	105 <b>Db</b> Dubnium (262)	106 <b>Sg</b> Seaborgium (263)	107 <b>Bh</b> Bohrium (262)	108 <b>Hs</b> Hassium (265)	109 <b>Mt</b> Meitnerium (266)	110 <b>110</b> (269)	111 <b>111</b> (272)	112 <b>112</b> (277)	113 <b>113</b>	114 <b>114</b>					
58 <b>Ce</b> Cerium 140.116	59 <b>Pr</b> Praseodymium 140.90765	60 <b>Nd</b> Neodymium 144.24	61 <b>Pm</b> Promethium (145)	62 <b>Sm</b> Samarium 150.36	63 <b>Eu</b> Europium 151.964	64 <b>Gd</b> Gadolinium 157.25	65 <b>Tb</b> Terbium 158.92534	66 <b>Dy</b> Dysprosium 162.50	67 <b>Ho</b> Holmium 164.93032	68 <b>Er</b> Erbium 167.26	69 <b>Tm</b> Thulium 168.93421	70 <b>Yb</b> Ytterbium 173.04	71 <b>Lu</b> Lutetium 174.967					
90 <b>Th</b> Thorium 232.0381	91 <b>Pa</b> Protactinium 231.03888	92 <b>U</b> Uranium 238.0289	93 <b>Np</b> Neptunium (237)	94 <b>Pu</b> Plutonium (244)	95 <b>Am</b> Americium (243)	96 <b>Cm</b> Curium (247)	97 <b>Bk</b> Berkelium (247)	98 <b>Cf</b> Californium (251)	99 <b>Es</b> Einsteinium (252)	100 <b>Fm</b> Fermium (257)	101 <b>Md</b> Mendelevium (258)	102 <b>No</b> Nobelium (259)	103 <b>Lr</b> Lawrencium (262)					

www.ParalmpriimirGratis.com

Tabla periódica ⇒  
elementos en verde  
forman parte de la  
estructura de los  
polímeros

## 2. TIPOS DE MATERIALES: CLASIFICACIÓN

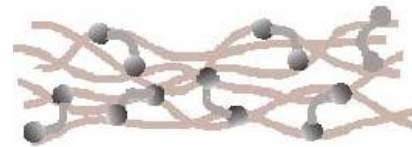
### 2.3. Materiales Poliméricos

#### ➤ CARACTERÍSTICAS

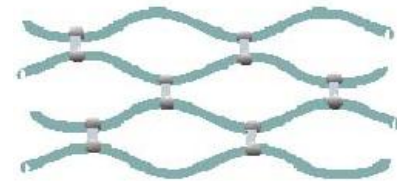
- ✓ Elevado peso molecular 10.000-1.000.000 g/mol
- ✓ Son ligeros, resistentes a la corrosión y aislantes eléctrico
- ✓ Baja resistencia mecánica y no adecuados para usos a elevada temperatura
- ✓ Fáciles de conformar y obtener formas complejas
- ✓ Numerosas aplicaciones: juguetes, artículos domésticos, artículos estructurales y decorativos, recubrimientos, pinturas, adhesivos, neumáticos...



Termoplástico



Termoestables



Elastómero

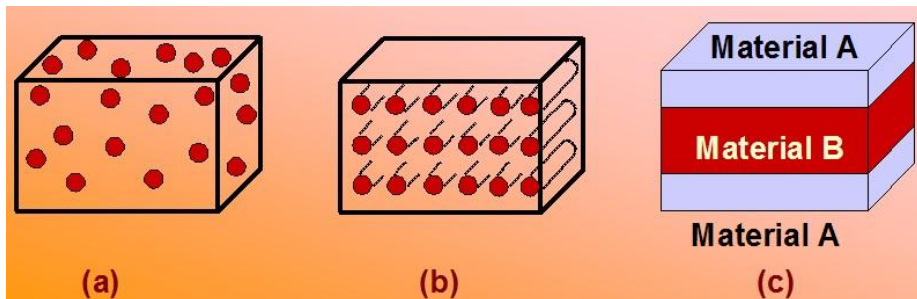
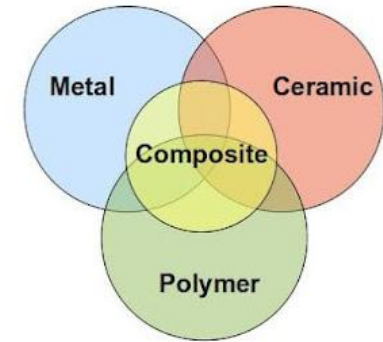




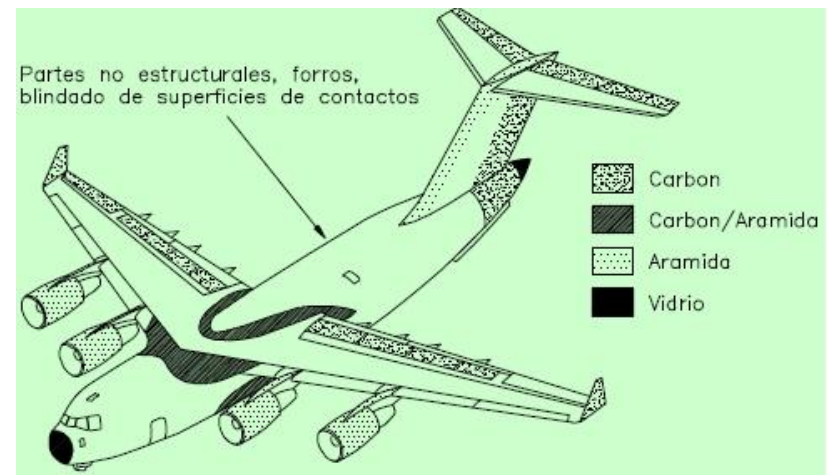
## 2. TIPOS DE MATERIALES: CLASIFICACIÓN

### 2.4. Materiales Compuestos

- Combinación de dos o más materiales de diferente naturaleza diseñado para desempeñar una función específica, maximizando las propiedades deseables de sus componentes y minimizando las que no lo son.
- Combinación de matriz (metálica, cerámica, polimérica) y refuerzo (láminas, fibras, partículas)
- Combinan rigidez, ligereza, resistencia, rendimiento a alta temperatura, resistencia a la corrosión, dureza, conductividad
- Ejemplos: aleaciones de Al reforzadas con fibras o partículas, polímeros reforzados por fibra de vidrio (GFRP) o fibra de carbono (CFRP), madera, hormigón ...



*Diferentes tipos de materiales compuestos:  
a) con partículas, b) con fibras y c) laminar*



## 2. TIPOS DE MATERIALES: CLASIFICACIÓN

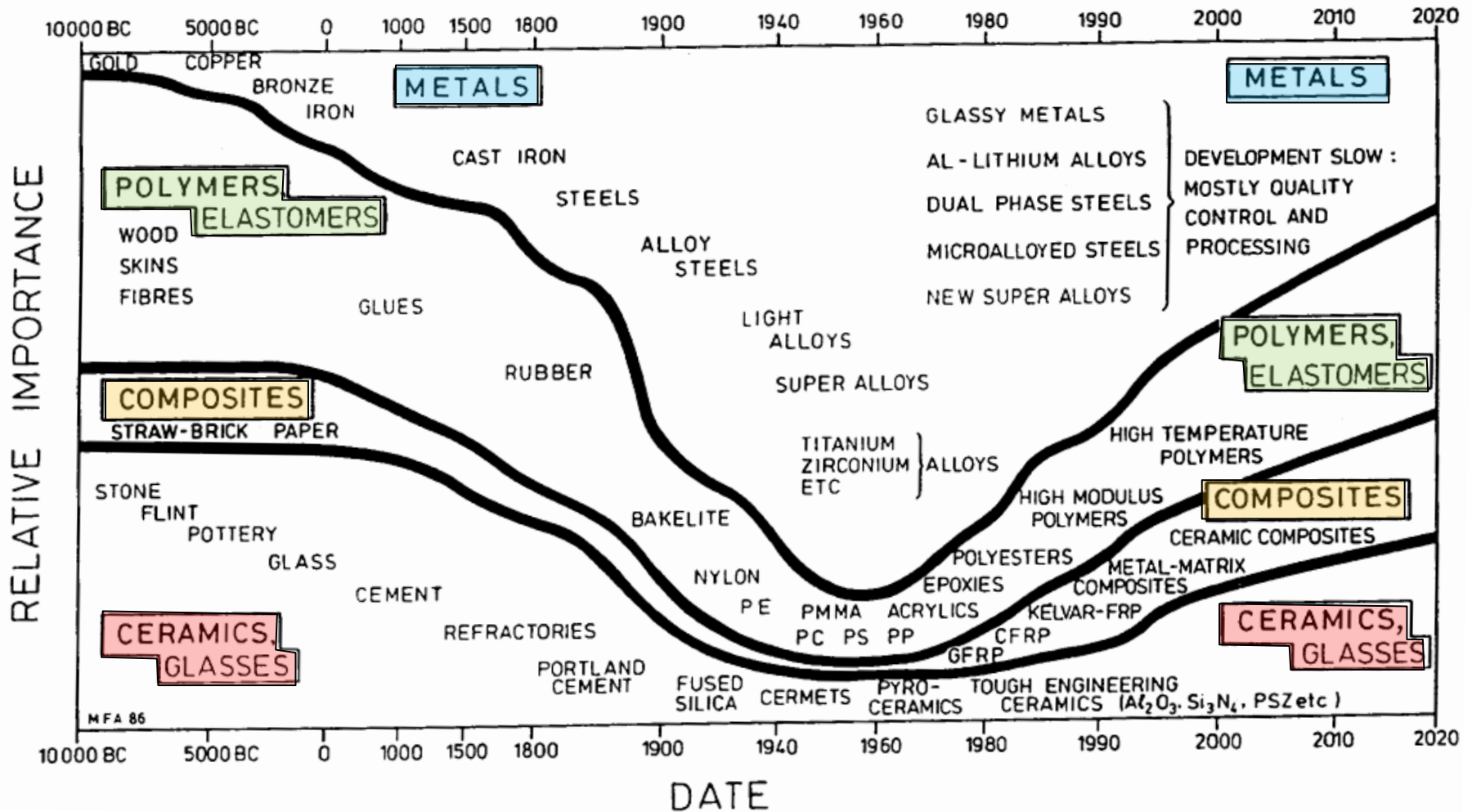
### Aplicaciones y propiedades típicas de los diferentes tipos de materiales

- Mayoría componentes ingeniería: metales y aleaciones
- Polímeros uso forma creciente
- Cerámicos: en desarrollo → material emergente múltiples aplicaciones (cuchillos...)
- Compuestos: combinación de propiedades, múltiples aplicaciones
- Materiales naturales: madera, piel... propiedades únicas

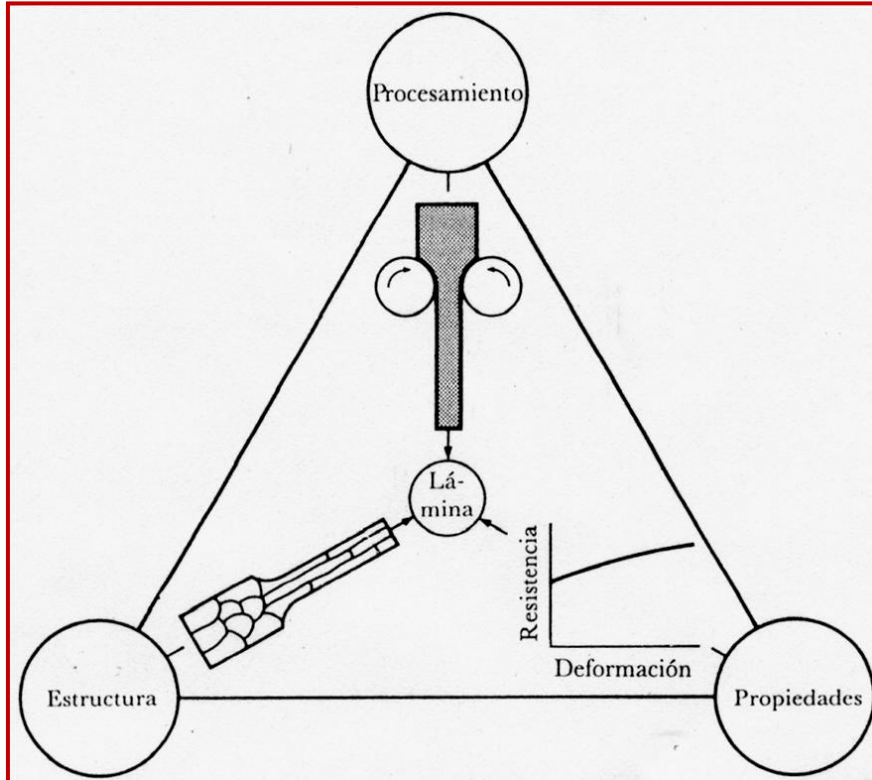
	<i>Aplicaciones</i>	<i>Propiedades</i>
<b>Metales</b>		
Cobre	Alambre para conductores eléctricos	Alta conductividad eléctrica, conformabilidad aceptable
Hierro fundido gris	Bloques para motores de automóvil	Moldeabilidad, maquinabilidad, absorción de vibraciones
Fe—30% Si	Motores y generadores	Excelentes propiedades ferromagnéticas
Aceros aleados	Llaves para tuercas	Tratables térmicamente para aumentar su resistencia mecánica
<b>Cerámicos (o cerámicas)</b>		
SiO <sub>2</sub> —Na <sub>2</sub> O—CaO	Vidrios planos para ventanas	Propiedades ópticas adecuadas (transparencia) y aislante térmico
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , MgO, SiO <sub>2</sub>	Refractarios para contener metal fundido	Aislantes térmicos, alto punto de fusión, relativamente inertes ante el metal fundido
Titanato de bario	Transductores para reproductores de sonido (tocabiscos)	Comportamiento piezoeléctrico que convierte las vibraciones (sonido) en electricidad
<b>Polímeros</b>		
Polietileno	Empacado de alimentos	Fácilmente conformable en delgadas películas flexibles e impermeables
Epóxicos	Encapsulado de circuitos integrados	Buenos aislantes eléctricos y resistentes a la humedad
Fenólicos	Adhesivos para madera contrachapada de uso marítimo	Resistencia a las cargas y a la humedad
<b>Compuestos</b>		
Grafito en matriz epóxica	Componentes aeronáuticos	Adecuada relación resistencia-peso
Carburo de tungsteno en matriz de cobalto	Herramientas de corte para maquinado	Alta dureza y buena resistencia al impacto
Acero revestido de titanio	Alojamientos de reactores	Bajo costo y alta resistencia del acero, adecuada resistencia a la corrosión proporcionada por el titanio

## 2. TIPOS DE MATERIALES: CLASIFICACIÓN

Importancia relativa de los diferentes tipos de materiales



### 3. RELACIÓN ESTRUCTURA-PROPIEDADES-PROCESADO



*Relación ternaria entre estructura propiedades y método de procesado aplicado al caso de la laminación en frío de una chapa de aluminio*

¿Qué material selecciono para fabricar una estructura o componente para una determinada aplicación?



- Importante relación ternaria  $\Rightarrow$  Estructura-Propiedades- Procesado
- Si se cambia alguno de los aspectos se modifican los otros

### 3. RELACIÓN ESTRUCTURA-PROPIEDADES-PROCESADO

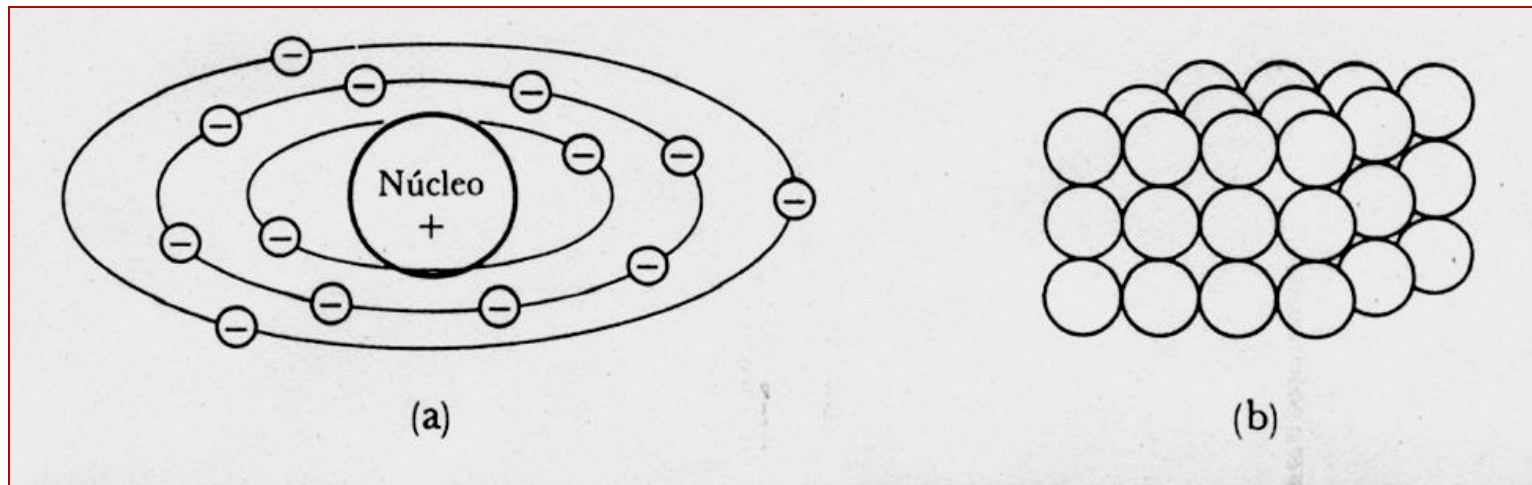
#### ➤ ESTRUCTURA

- Estructura Atómica

Nivel más fundamental. Depende de la naturaleza de los átomos que constituyen el material

Distribución de electrones afecta:

- Naturaleza del material: metal, cerámico, polímero
- Comportamiento eléctrico, magnético, térmico, óptico y químico



*a) Estructura atómica y b) cristalina*

### 3. RELACIÓN ESTRUCTURA-PROPIEDADES-PROCESADO

- **Disposición Atómica**

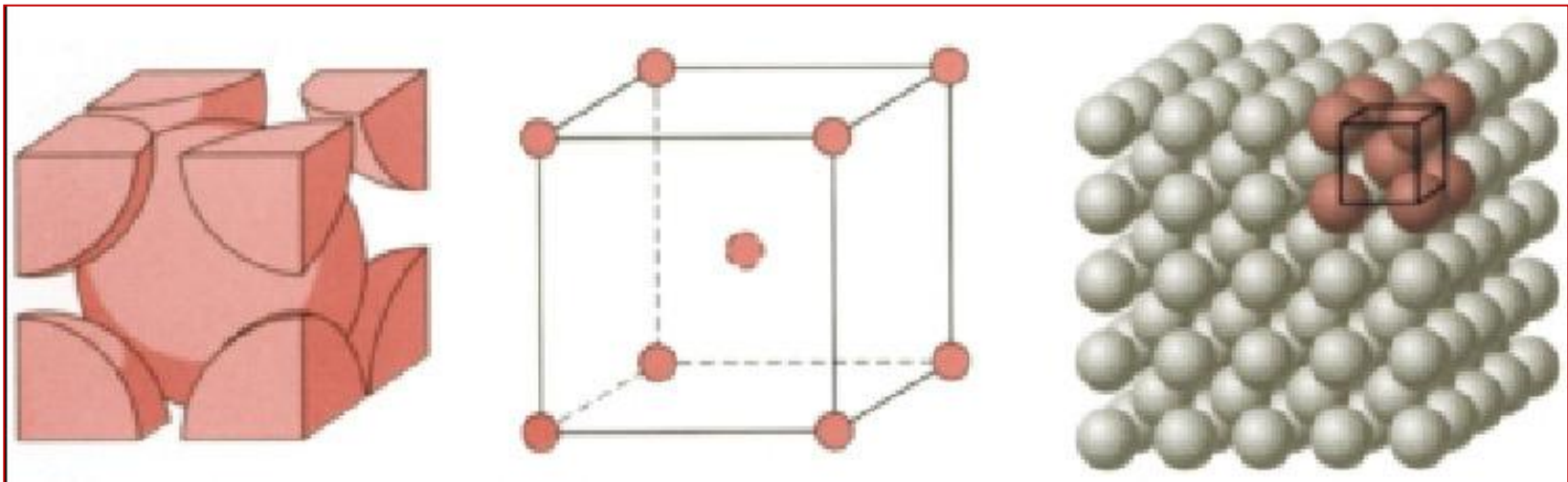
Considera la distribución de los átomos en el espacio

- **Estructura cristalina:** organización atómica regular → metales, muchos cerámicos y algunos polímeros

Influencia en propiedades mecánicas → ductilidad, resistencia mecánica

Presencia de defectos cristalinos → cambios en propiedades del material

- **Estructura vítrea:** configuración atómica desordenada → algunos cerámicos y muchos polímeros



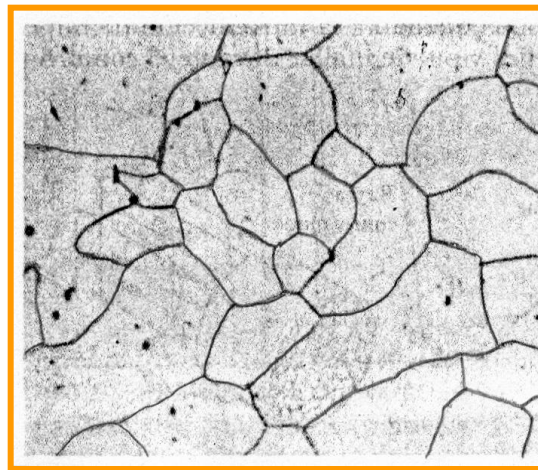
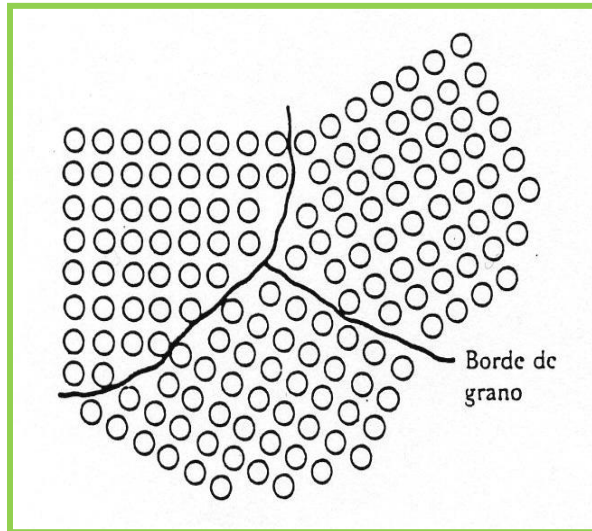
### 3. RELACIÓN ESTRUCTURA-PROPIEDADES-PROCESADO

- Microestructura

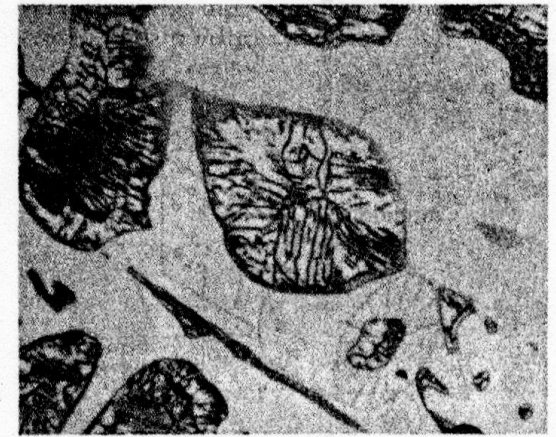
Estructura del material a escala microscópica

- Materiales monofásicos → formados por cristales de la misma naturaleza pero diferente orientación
- Materiales multifásicos → cristales de diferente naturaleza, donde varía proporción, tamaño, forma y distribución relativa

Control de parámetros microestructurales → control de propiedades del material



Monofásicos



Multifásicos

### 3. RELACIÓN ESTRUCTURA-PROPIEDADES-PROCESADO

---

- Macroestructura

- Forma externa de un componente que es observable a simple vista
- Características macroestructurales de un equipo están determinadas por su diseño





### 3. RELACIÓN ESTRUCTURA-PROPIEDADES-PROCESADO

#### ➤ PROPIEDADES

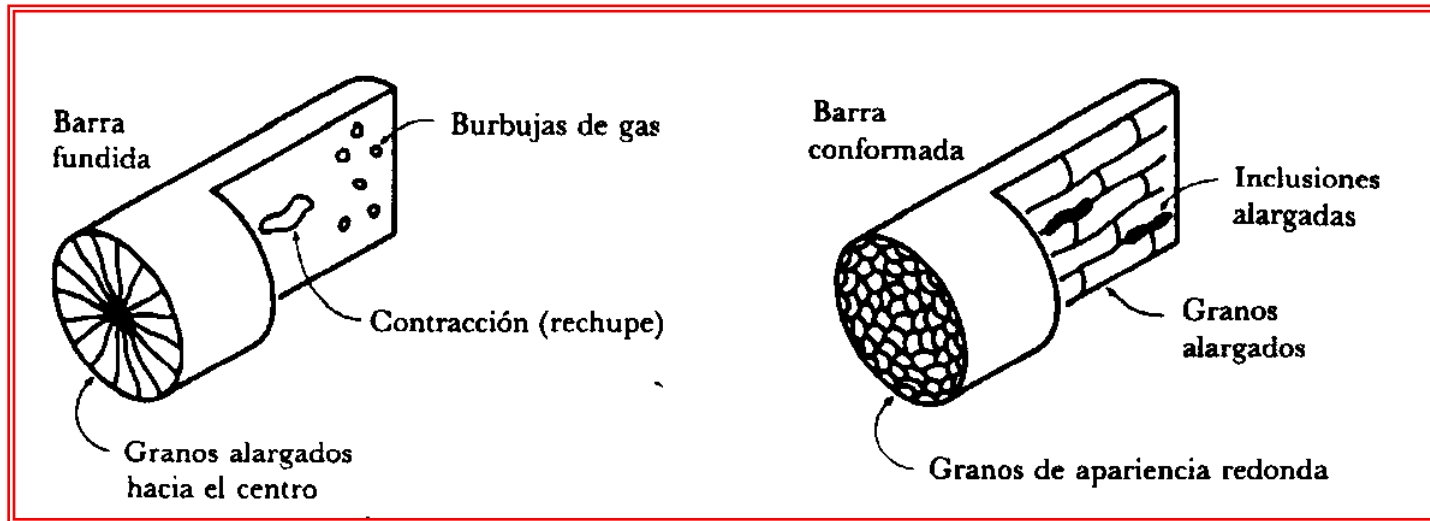
Económicas	Precio y disponibilidad Reciclabilidad
Mecánicas	Módulos Límite elástico y resistencia a la tracción Dureza Tenacidad a la fractura Resistencia a fatiga Resistencia a fluencia Amortiguamiento a las vibraciones
Térmicas	Conductividad térmica Calor específico Coeficiente de expansión térmica
Eléctricas y magnéticas	Resistividad Constante dieléctrica Permeabilidad magnética
Interacción con el entorno	Oxidación Corrosión Desgaste
Producción	Facilidad de fabricación Unión Acabado
Estéticas	Color Textura Aspecto

### 3. RELACIÓN ESTRUCTURA-PROPIEDADES-PROCESADO

#### ➤ PROCESADO

Técnicas de fabricación que permiten generar la forma deseada de un componente

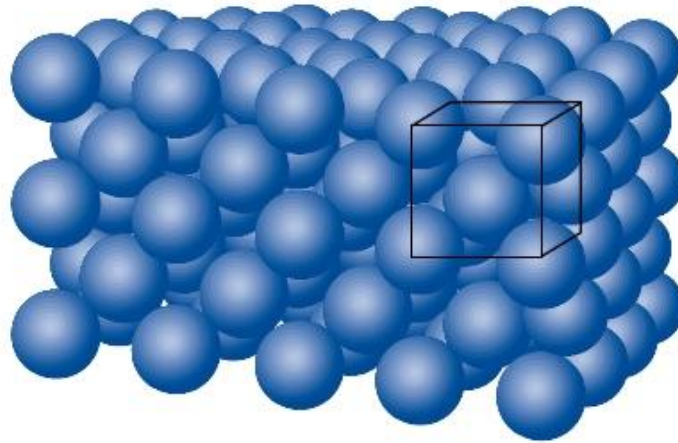
Moldeo (vertido de metal líquido en molde), soldadura (unión de piezas individuales), conformación aplicando presión (forja, extrusión, laminado, doblado), compactación de partículas pequeñas (pulvimetalurgia), eliminación de material excedente (mecanizado)



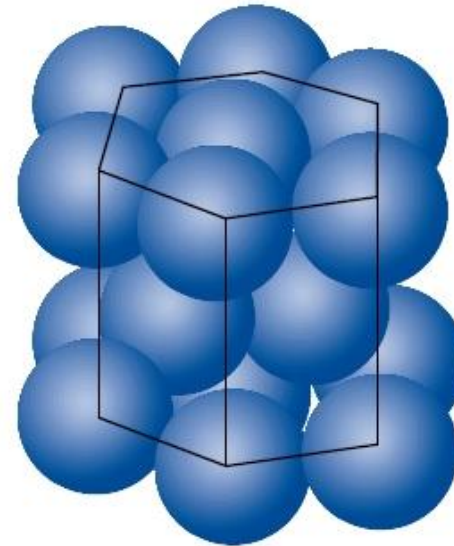
*Diferencia microestructural entre una barra de cobre fabricada por moldeo y otra producida por conformado mecánico*

### 3. RELACIÓN ESTRUCTURA-PROPIEDADES-PROCESADO

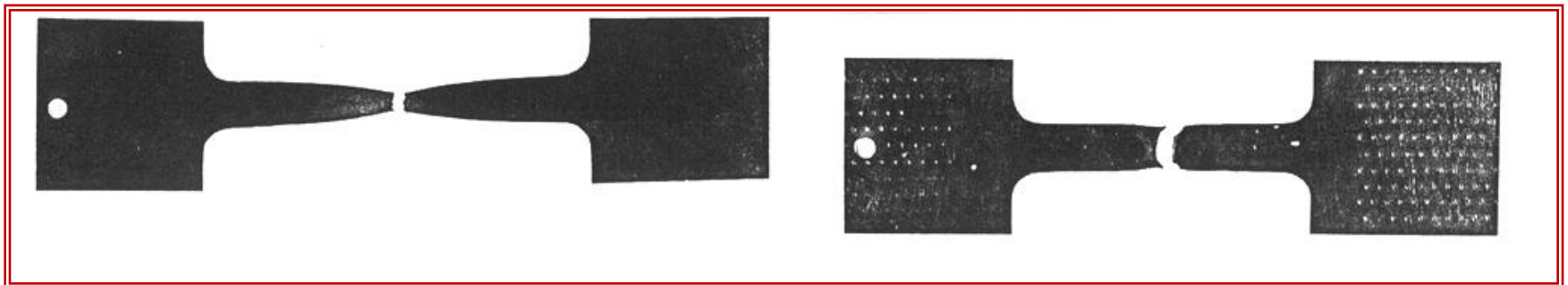
#### ➤ ESTRUCTURA-PROPIEDADES



(a) Aluminum



(b) Magnesium

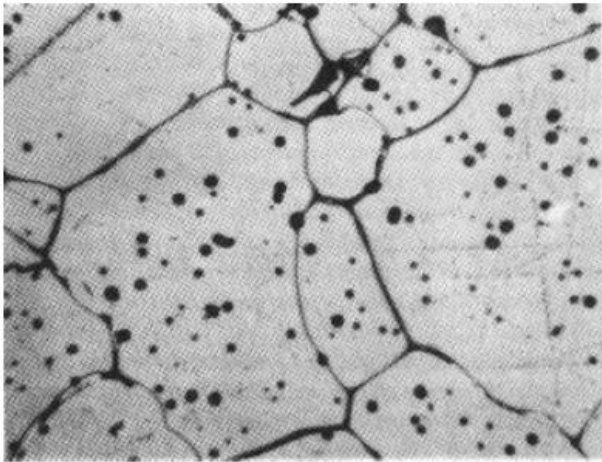


*Contraste entre el comportamiento mecánico de a) aluminio (dúctil) y b) magnesio (frágil), resultado de sus respectivas estructuras cristalinas*

### 3. RELACIÓN ESTRUCTURA-PROPIEDADES-PROCESADO

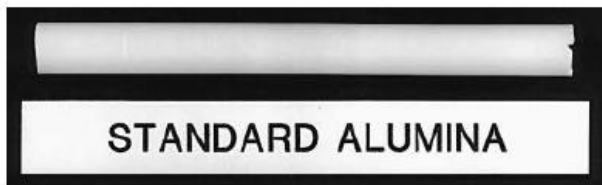
#### ➤ MICROESTRUCTURA - PROCESADO

Cerámico comercial se fabrica calentando a alta temperatura polvos cristalinos



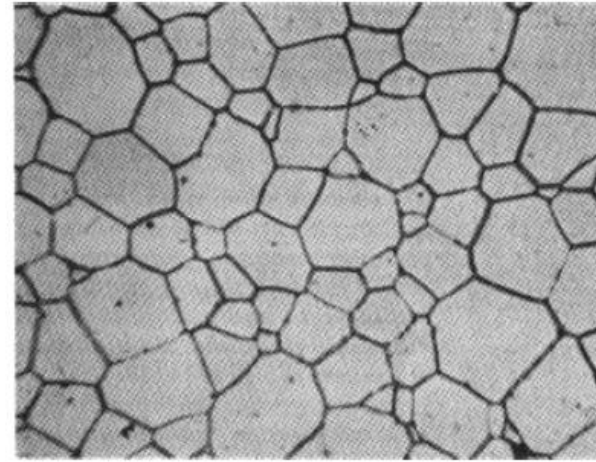
(a)

50  $\mu\text{m}$



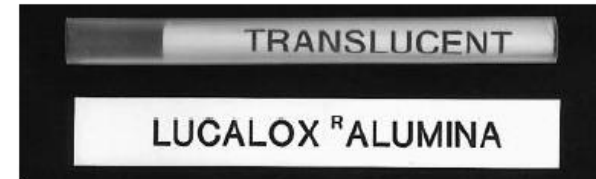
(b)

Microestructura porosa de una alúmina policristalina que origina un material opaco



(a)

50  $\mu\text{m}$



(b)

Microestructura libre de poros de una alúmina policristalina (0,1% de MgO) que origina un material translucido, que se aplica en la fabricación de lámparas de vapor de sodio



## 4. SELECCIÓN DE MATERIALES

---

### ¿QUE MATERIAL DEBE SELECCIONARSE PARA UNA DETERMINADA APLICACIÓN?

Decisión práctica final a adoptar en el proceso de diseño en ingeniería y puede determinar el éxito o fracaso final del diseño

1. Decidir el tipo general de material apropiado
  2. Encontrar el mejor material específico dentro de esa categoría
- La selección de materiales debe ser una parte integral del proceso de diseño
  - La selección de materiales debe ser ordenada ⇒ basándose en la combinación de propiedades que debe poseer el producto resultante
  - Las **propiedades** que definen el comportamiento de los materiales ⇒ pueden considerarse como los **parámetros de diseño** para especificar los requisitos exigidos al material seleccionado

Ejemplo: ¿Qué material puedo utilizar para fabricar una taza?

## 4. SELECCIÓN DE MATERIALES

---

- Factores que influyen en la selección de un material para la fabricación de un determinado producto
  - Requerimiento **en servicio** → condiciones bajo las cuales se utiliza
    - ❖ Producto sometido a fuerzas → resistencia mecánica
    - ❖ Producto sometido a ambiente corrosivo → resistencia a la corrosión
  - Requerimientos por **métodos de fabricación**
    - ❖ Material doblado durante el procesado → debe ser dúctil
  - Requerimiento por **consideraciones medioambientales**
    - ❖ Selección de material condicionada por su capacidad de reciclado o por producir polución medioambiental en servicio
  - **Disponibilidad y coste**

## 4. SELECCIÓN DE MATERIALES

---

### ▪ MOTIVOS DE SELECCIÓN

La introducción de un nuevo producto, componente o sistema producido por primera vez

- Mejora de un producto existente o rediseño de un sistema considerado como una evolución
- Resolución de un problema concreto, debido por ejemplo a fallo de un componente que origine rechazo por parte de los clientes. Necesitamos cambio de material o diseño

### ▪ SELECCIÓN DE MATERIALES PARA CADA APLICACIÓN

- Materiales compiten unos con otros por su existencia y los nuevos mercados
- Factores que facilitan sustitución material por otro para ciertas aplicaciones
  - **Coste del producto** ⇒ factor fundamental sustituir producto pero en compromiso con garantía de servicio y mínimo mantenimiento
  - **Desarrollo de nuevas propiedades** necesarias para una determinada aplicación
- **INVESTIGACIÓN NUEVOS MATERIALES** ⇒ muy importante en todos los campos de la ingeniería

## 4. SELECCIÓN DE MATERIALES

---

### INVESTIGACIÓN NUEVOS MATERIALES

- Materiales que puedan soportar más altas temperaturas
- Materiales con mejores propiedades de resistencia
- Materiales que pueden aligerar las estructuras
- Procesos de compactación y fabricación
- Procesos de soldeo y adhesivos
- Procesos de moldeo por inyección en materiales poliméricos
- Moldeo por inyección de polvos metálicos
- Materiales cerámicos que aumentan su tenacidad
- Procesos de aplicación de recubrimientos cerámicos sobre soporte metálico
- Materiales poliméricos
- Materiales compuestos



## 4. SELECCIÓN DE MATERIALES

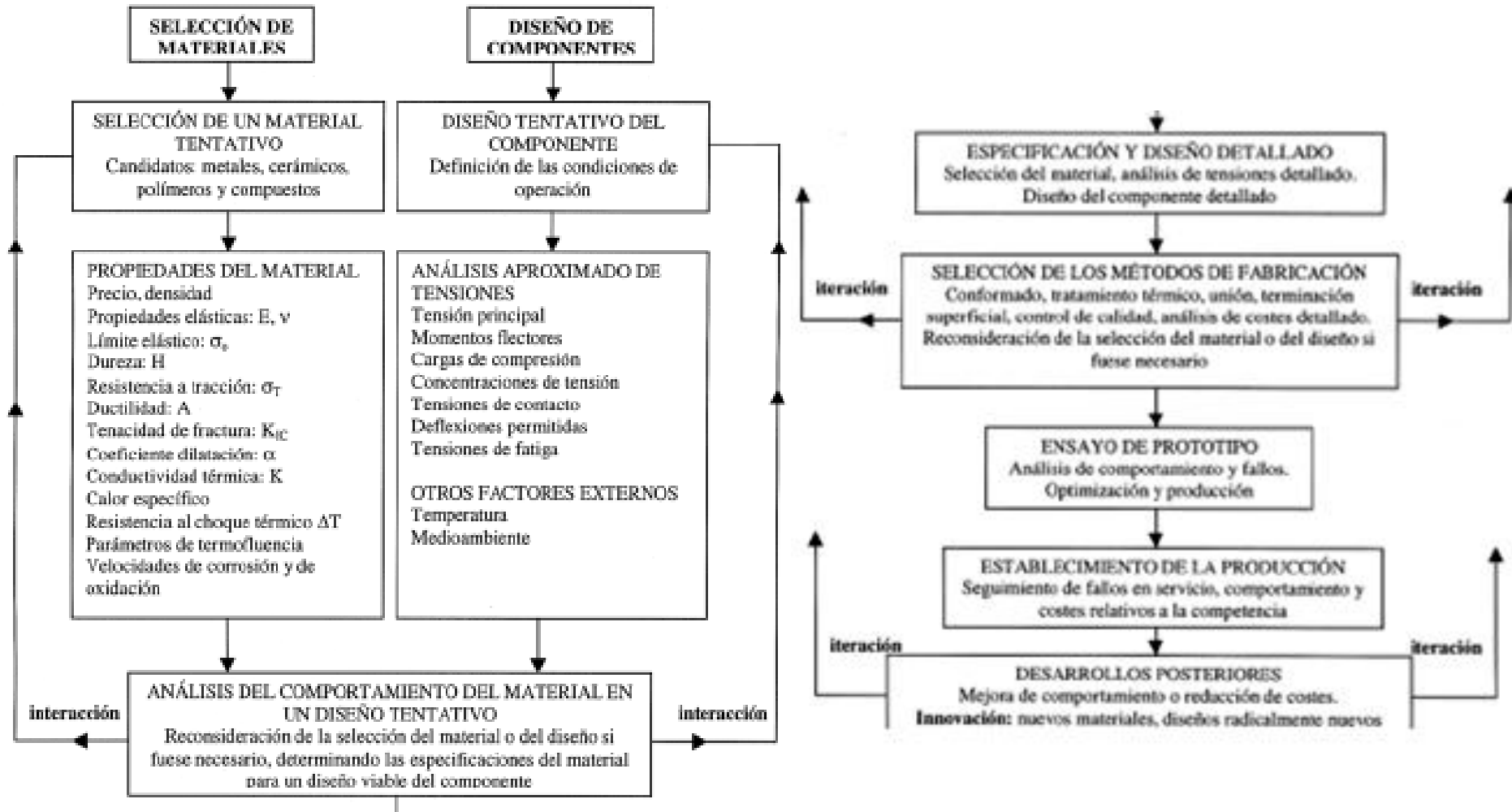
---

### \* **Etapas del proceso de selección:**

- Definir las funciones requeridas para el producto
- Considerar un diseño provisional, teniendo en cuenta la normativa nacional e internacional en vigencia
- Definir las propiedades requeridas a los materiales
- Identificar y clasificar posibles materiales, teniendo en cuenta la disponibilidad
- Identificar posibles procesos de fabricación capaces de obtener el diseño previsto
- Considerar los posibles materiales y posibles procesos de fabricación de forma conjunta, y establecer una propuesta para ambos. Si no es posible reconsiderar el diseño y reiniciar el ciclo
- Considerar como se puede comportar el producto durante su vida en servicio

# 4. SELECCIÓN DE MATERIALES

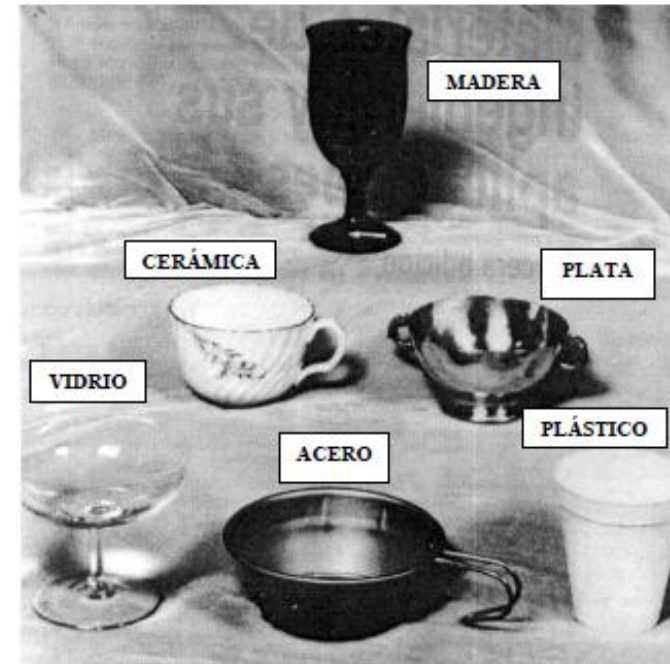
## DISEÑO EN INGENIERÍA



## 4. SELECCIÓN DE MATERIALES

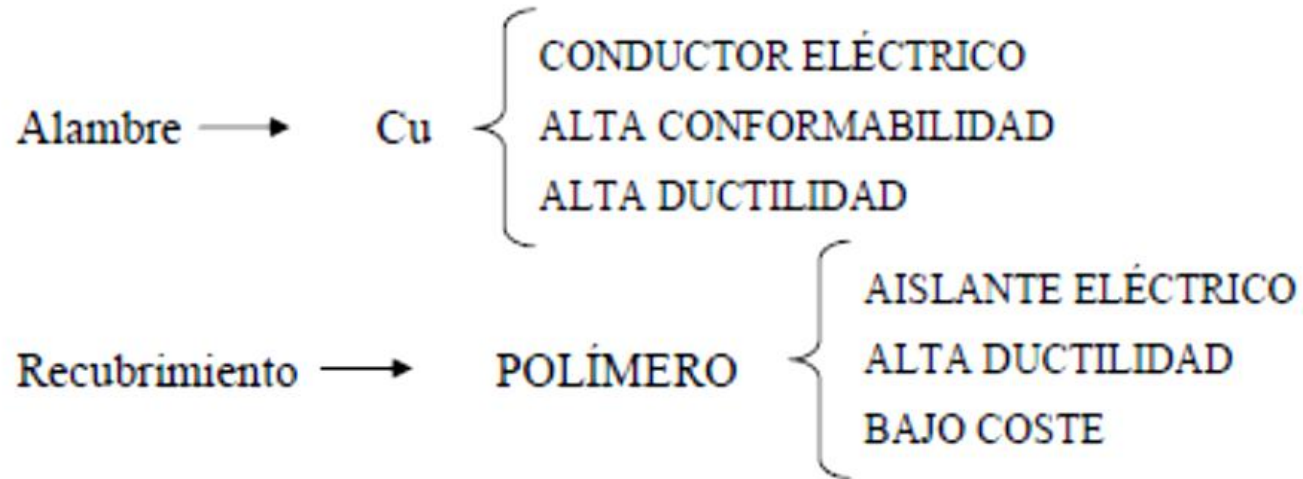
### EMPLEO DE DIFERENTES TIPOS DE MATERIALES EN LA FABRICACIÓN DE UNA TAZA

MATERIAL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
ACERO	DURABILIDAD TENACIDAD	ALTA CONDUCT. TÉRMICA
PLATA	RESIST. A LA CORROSIÓN	MENOR RESIST. MECÁNICA ELEVADO PRECIO
CERÁMICA	MAS BONITA BAJA CONDUCT. TÉRMICA	FRAGILIDAD
VIDRIO	BARATO TRANSPARENTE	FRAGILIDAD
PLÁSTICO	BARATO BAJA CONDUCT. TÉRMICA DESECHABLE	BAJA DURABILIDAD FACIL RAYADO NO BIODEGRADABLE
MADERA	BAJA CONDUCT. TÉRMICA ALTA RESIST. MECÁNICA	ANISOTRÓPICA HIDROSCÓPICA



## 4. SELECCIÓN DE MATERIALES

### DISEÑO Y SELECCIÓN DE MATERIALES PARA UN CONDUCTOR ELÉCTRICO



## 4. SELECCIÓN DE MATERIALES. EJEMPLOS

### DISEÑO Y SELECCIÓN DE MATERIALES DE UNA BUJIA

#### ELECTRODOS

- Resistencia a fatiga térmica (cambios bruscos  $T^a$ )
- Resistencia a desgaste (por erosión chispa)
- Resistencia a corrosión y oxidación (gases combustión con S)



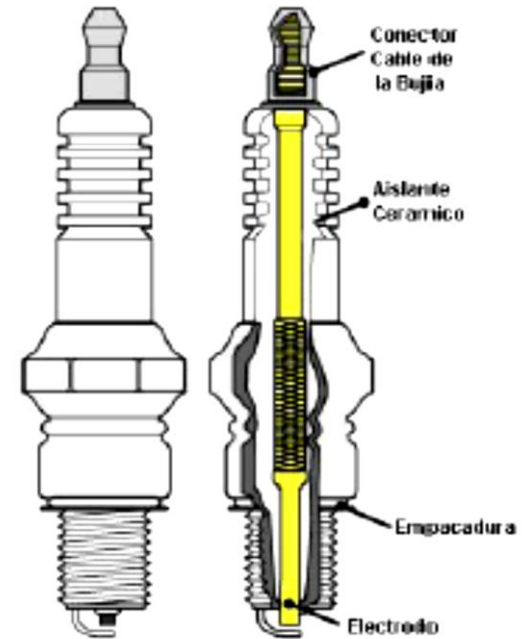
ALEACIONES WOLFRAMIO

#### CUERPO

- Aislante eléctrico
- Buena resistencia fatiga térmica
- Resistencia a corrosión y oxidación



ALÚMINA



# 4. SELECCIÓN DE MATERIALES. EJEMPLOS

## DISEÑO Y SELECCIÓN DE MATERIALES DE UN TURBOPROPULSOR DE UN MOTOR A REACCIÓN

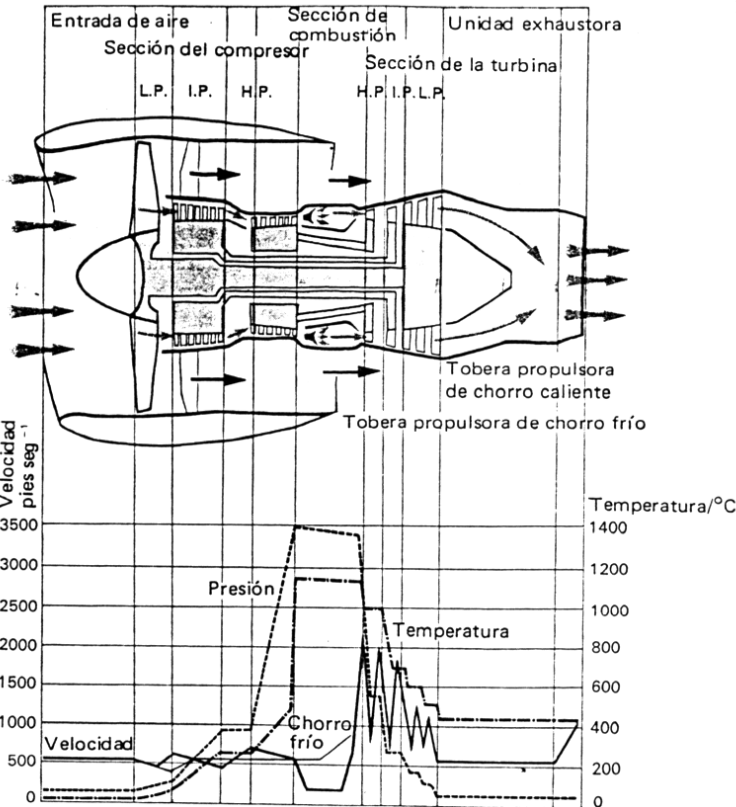
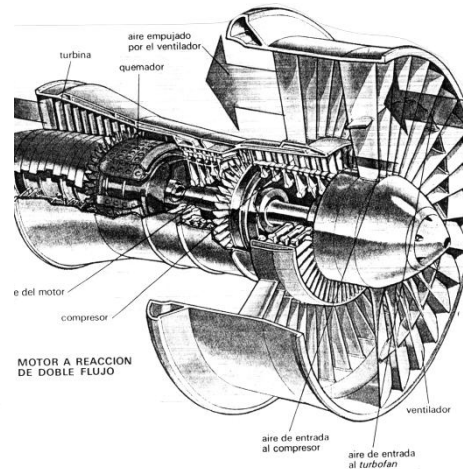


Diagrama de flujo gaseoso del motor de turboventilador Rolls-Royce RB.211.

- Elevado módulo
- Alto límite elástico
- Alta tenacidad a la fractura
- Alta resistencia a la fatiga
- Alta resistencia al desgaste superficial
- Alta resistencia a la corrosión
- Baja densidad



↓  
**ALEACIÓN DE Ti**

## 4. SELECCIÓN DE MATERIALES

### DISEÑO Y SELECCIÓN DE MATERIALES DE UN ALA DE UN AVIÓN

#### MATERIAL COMPUESTO DE MATRIZ POLÍMERICA REFORZADO CON FIBRAS

ELEVADO MÓDULO

ALTO LÍMITE ELÁSTICO

ALTA TENACIDAD A LA FRACTURA

ALTA RESISTENCIA A LA FATIGA

ALTA RESISTENCIA A LA CORROSIÓN

BAJA DENSIDAD

ALTA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA



# 4. SELECCIÓN DE MATERIALES. EJEMPLOS

## 4.2. CASOS PRÁCTICOS

### CASO 1. MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DE UN DESTORNILLADOR



#### MANGO

- Fácil conformado
- Apariencia y textura
- Baja densidad
- Barato

⇒ **PMMA**

#### VARILLA

- Alto módulo (resistencia al doblado, polímero se retuerce al doblarlo)
- Alto límite elástico (no se doble al hacer fuerza, Al se doblaría)
- Alta dureza y que no sea frágil (vidrio alto módulo y resistencia, pero frágil)

#### PUNTA

- Elevada dureza
- Tenacidad de fractura

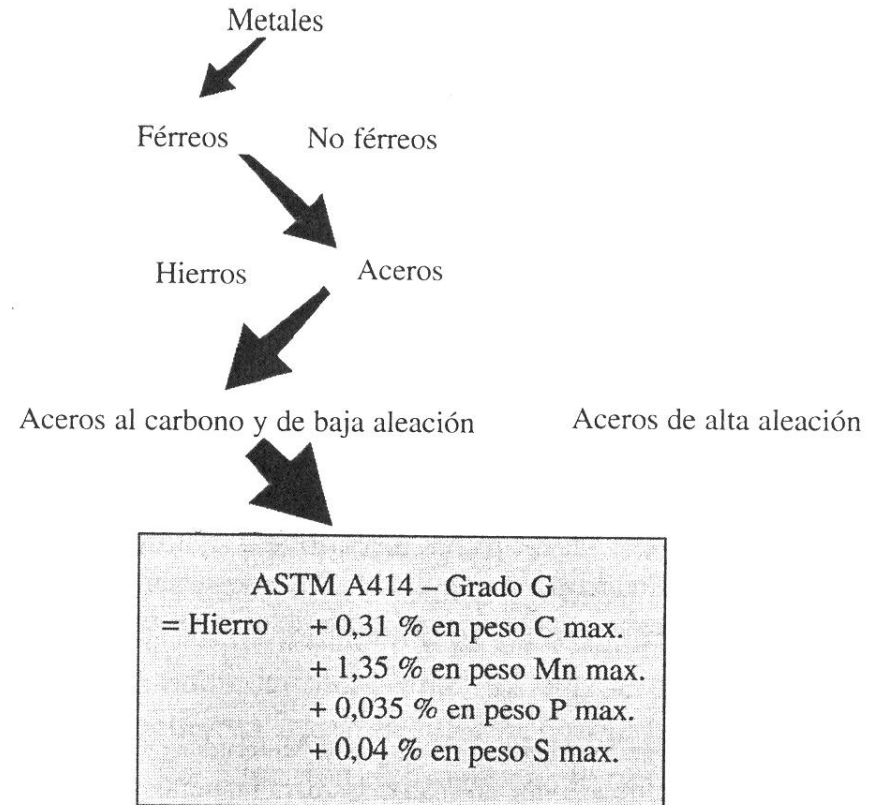
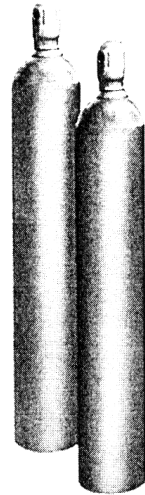
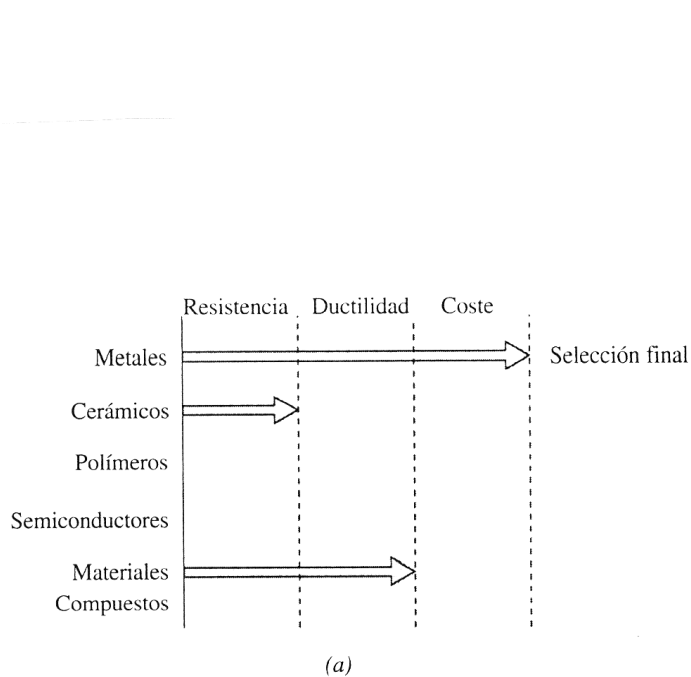
↓  
**ACERO CARBURADO**

↓  
**ACERO 0,8% C**



## 4. SELECCIÓN DE MATERIALES. EJEMPLOS

### CASO 2. MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DE UNA BOMBONA DE GAS

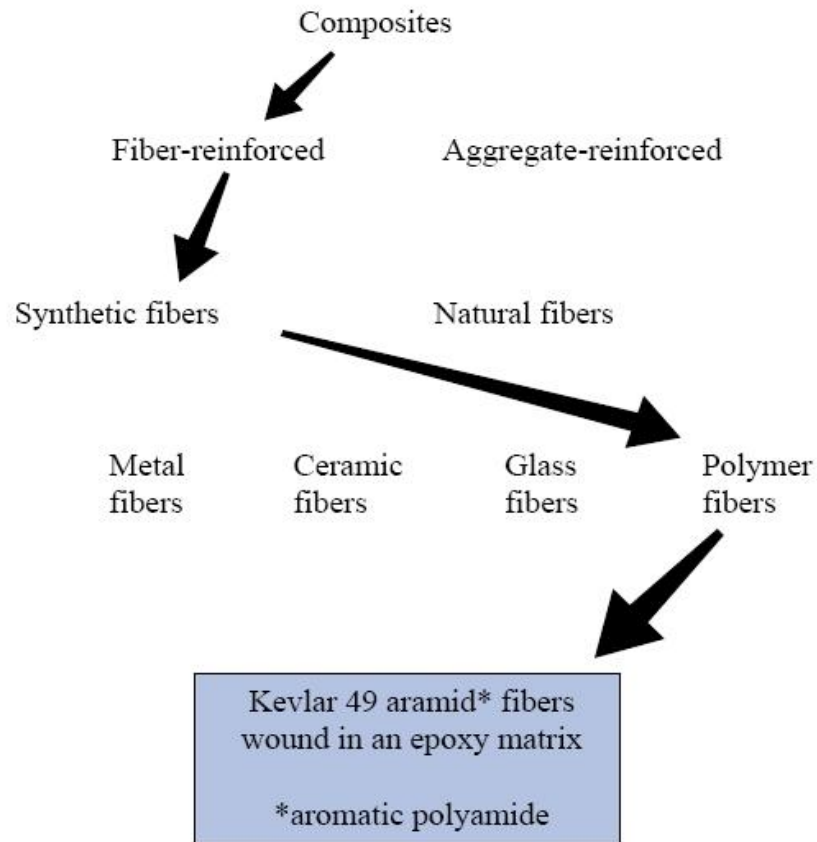


Sucesión de alternativas que conducen a la selección de un metal como material más adecuado para la fabricación de una botella comercial de gas comprimido

Proceso de selección de una aleación metálica específica para la botella de gas

## 4. SELECCIÓN DE MATERIALES. EJEMPLOS

### CASO 2. MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DE UNA BOMBONA DE GAS



Recipientes a presión de aplicación aeroespacial de material compuesto polimérico reforzado con fibra de poliaramida