

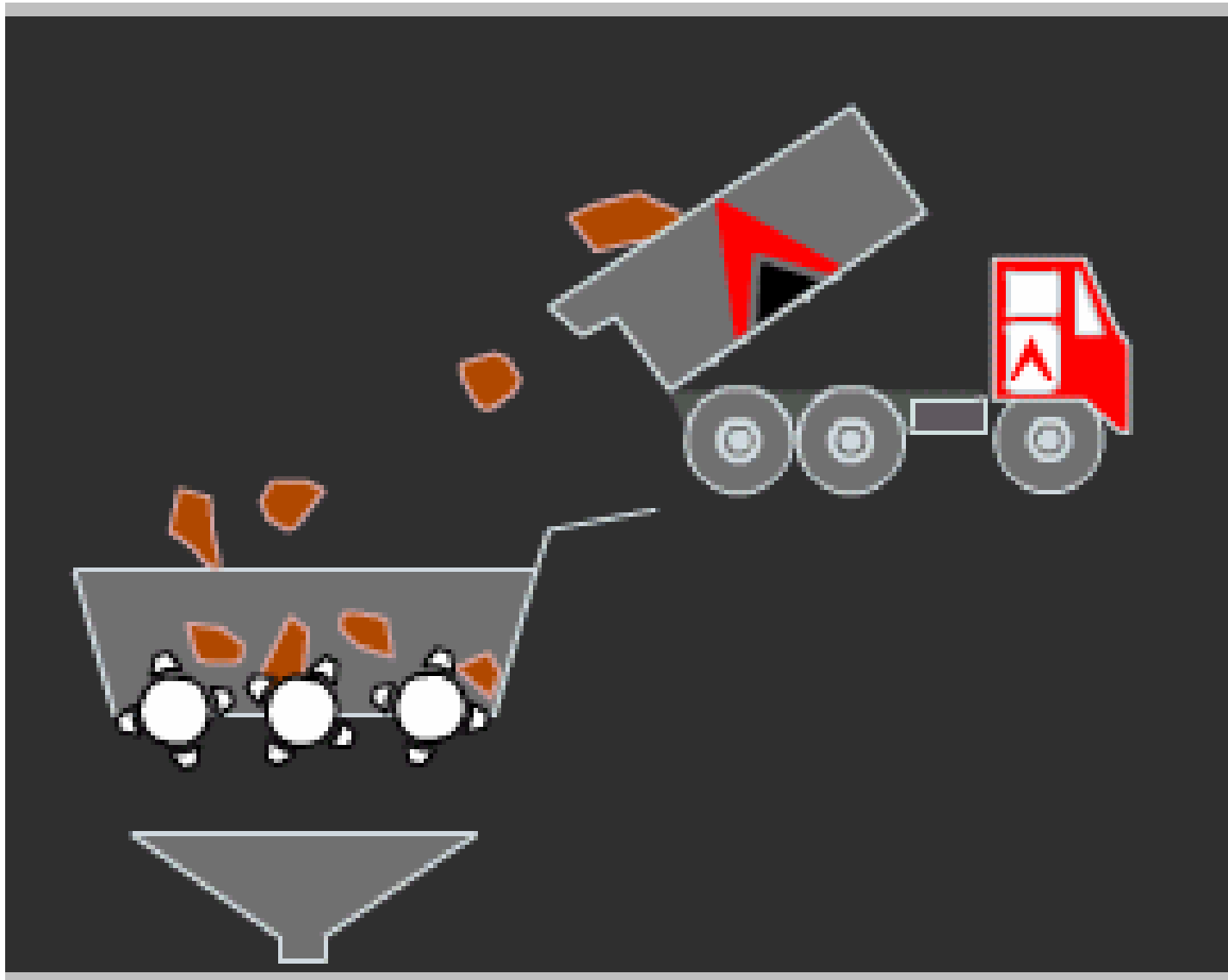
Proceso de Elaboración del Cemento

- 1.Extracción y molienda de la materia prima**
- 2.Homogeneización de la materia prima**
- 3.Producción del clínker**
- 4.Molienda del Cemento**

Extracción de Canteras



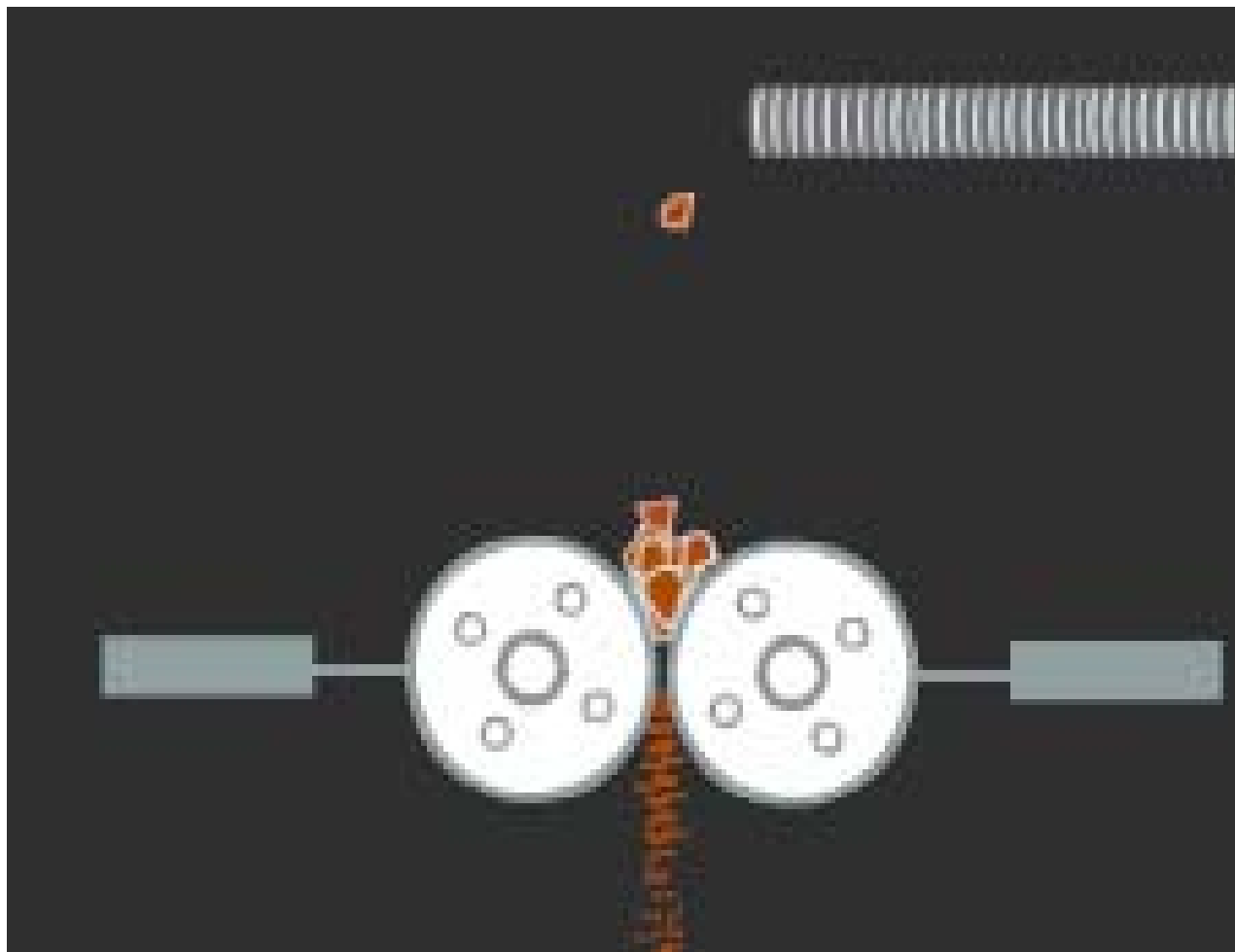
Trituración



Homogenización

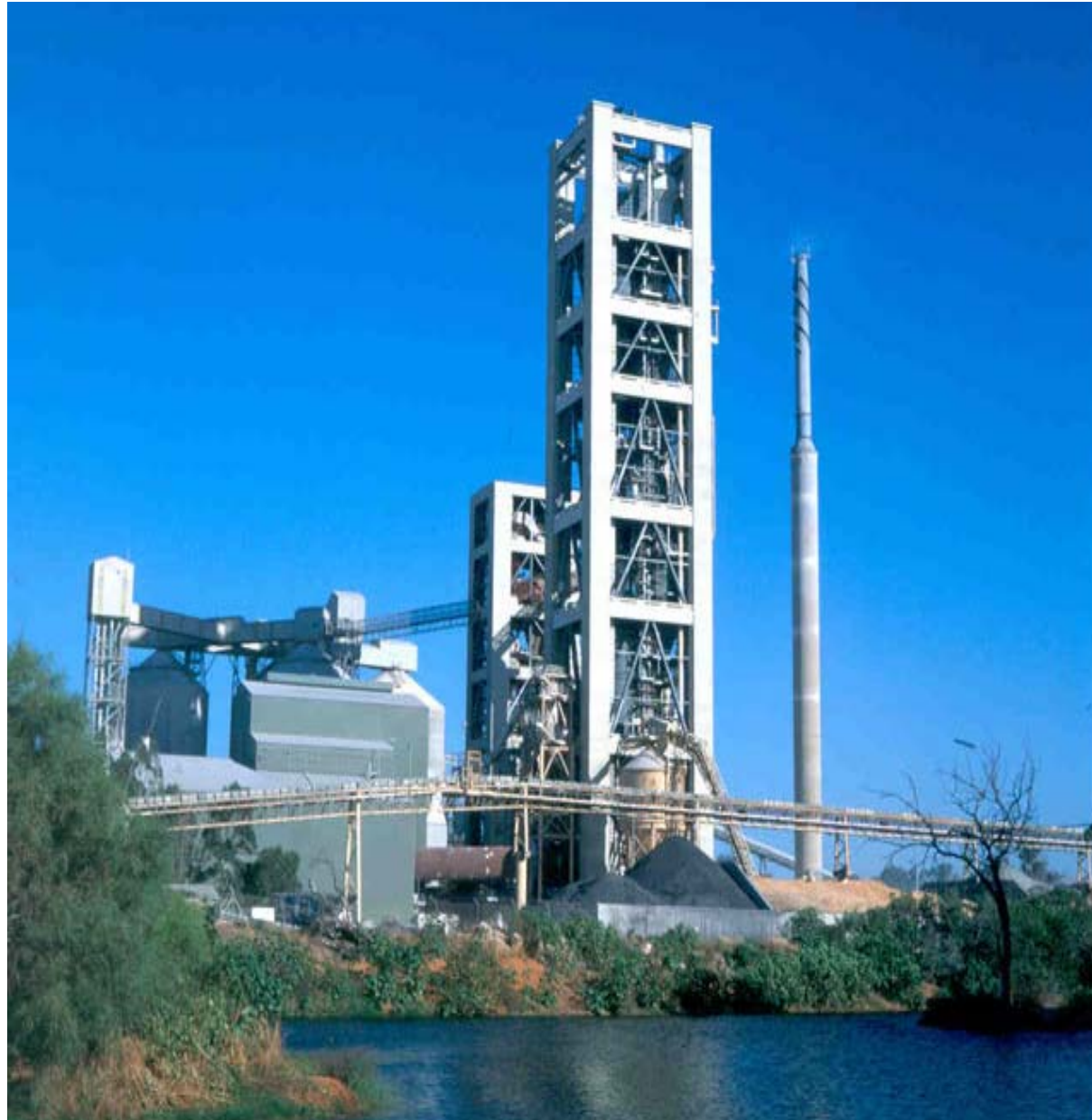


Molienda de Materias Primas

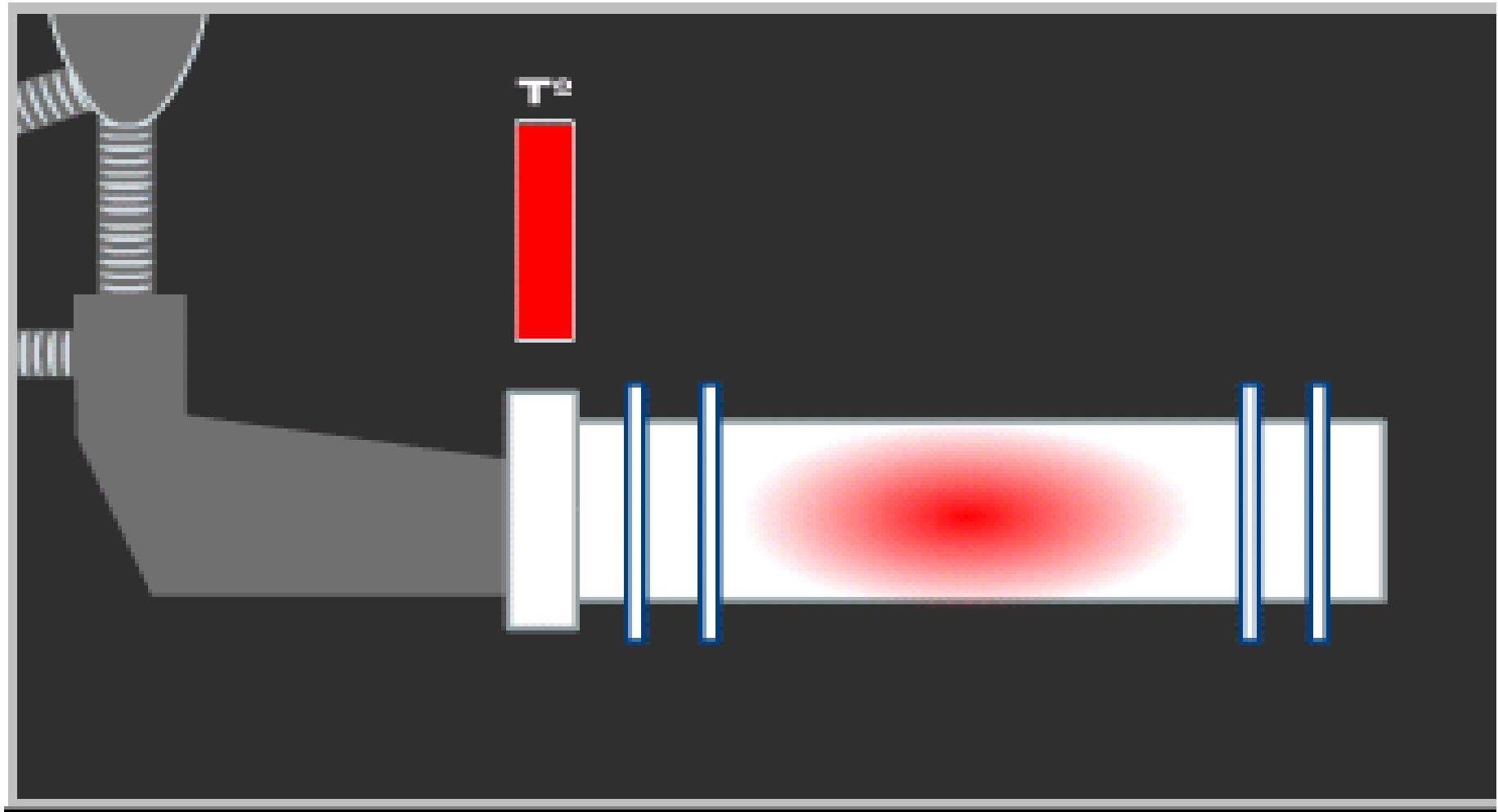


Polvo crudo

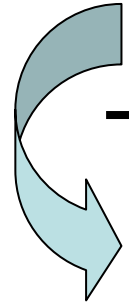
Precalentadores



Horno de Cemento

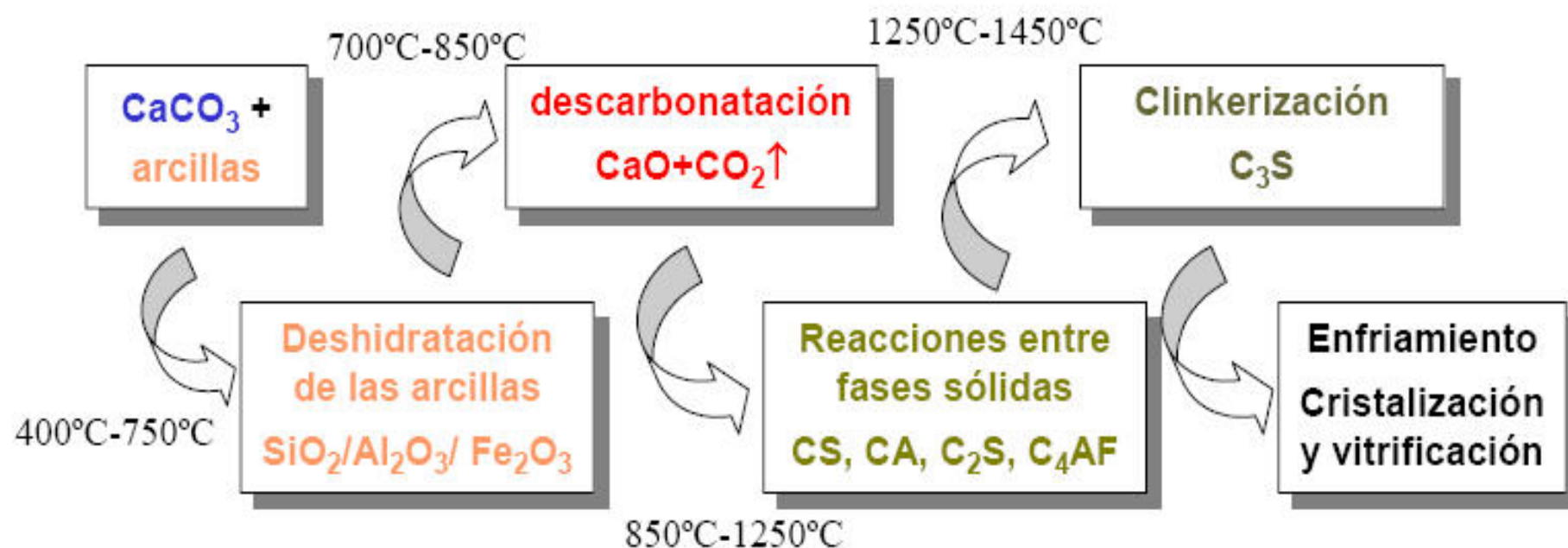


Cemento Portland



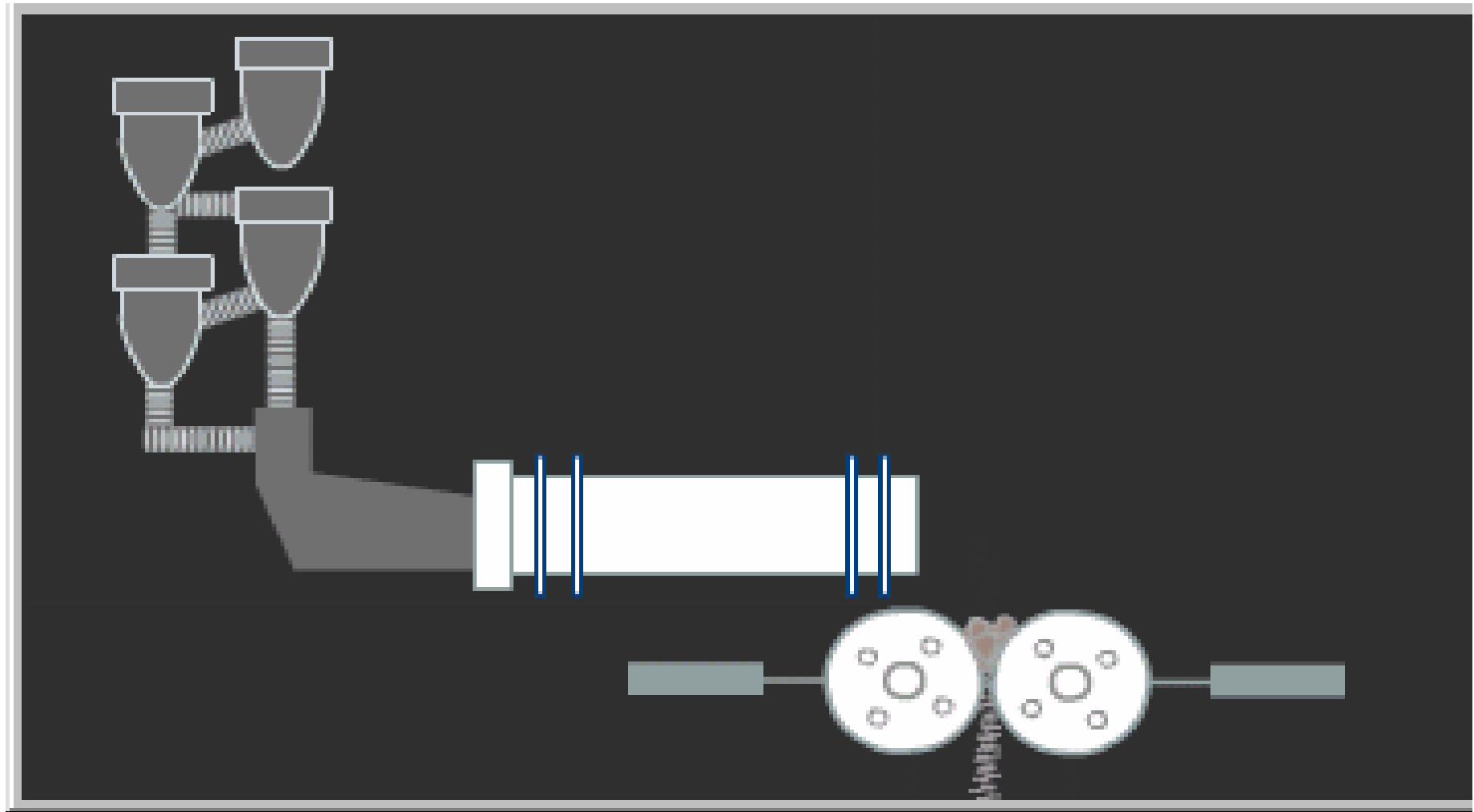
Elementos	O	Ca	Si	Al	Fe
Óxidos Básicos		<div>CaO</div> <div>C</div>	<div>SiO₂</div> <div>S</div>	<div>Al₂O₃</div> <div>A</div>	<div>FeO₃</div> <div>F</div>

Procesos físico-químicos en la cocción del crudo. La clinkerización.

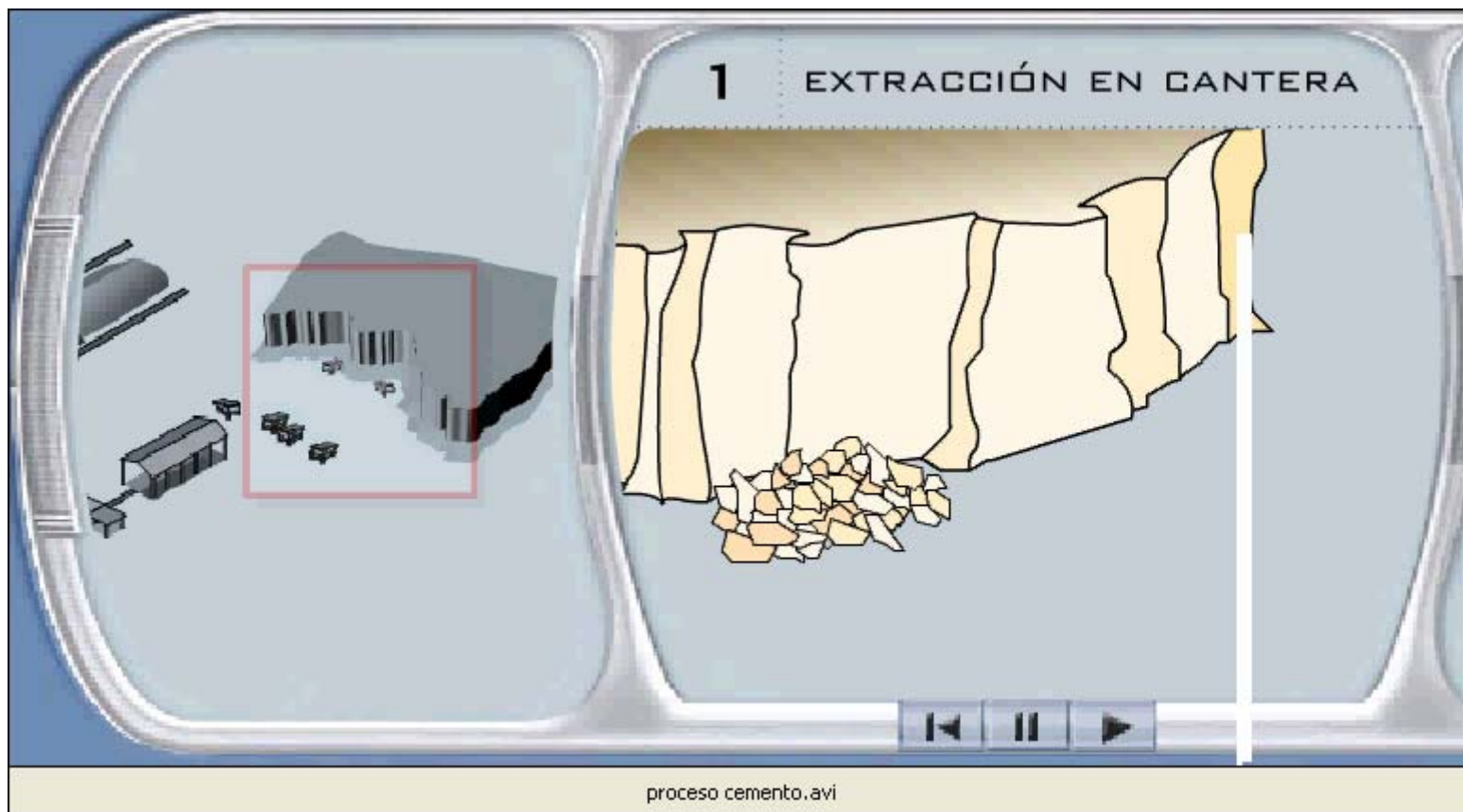




Molienda del Cemento



1 EXTRACCIÓN EN CANTERA



Compuestos Básicos del Clinker

- (C₃S) Silicato tricálcico
- (C₂S) Silicato dicálcico
- (C₃A) Aluminato tricálcico
- (FAC₄) Ferroaluminato tetracálcico

Elementos Indeseables

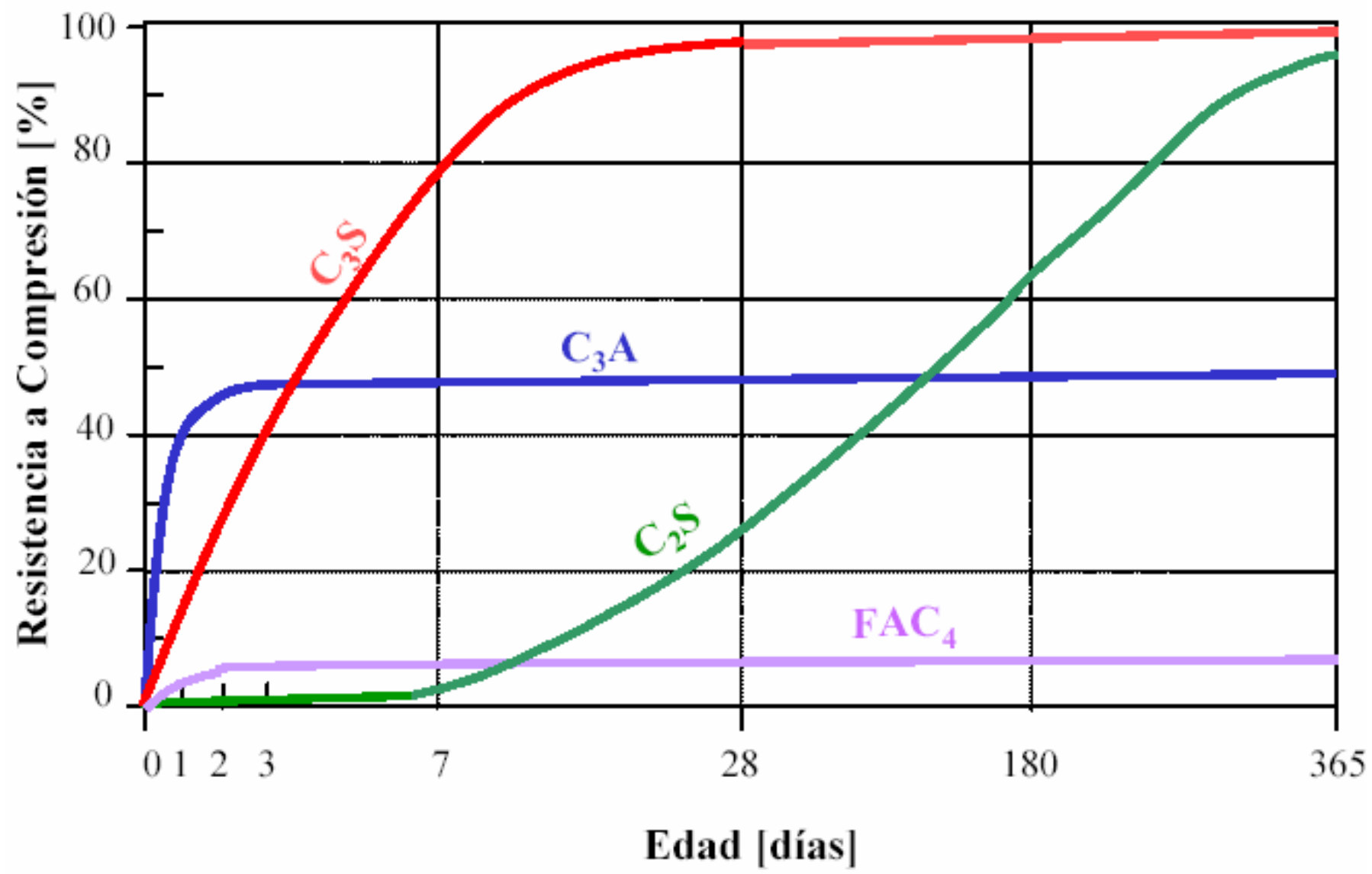
CaO

MgO

K₂O

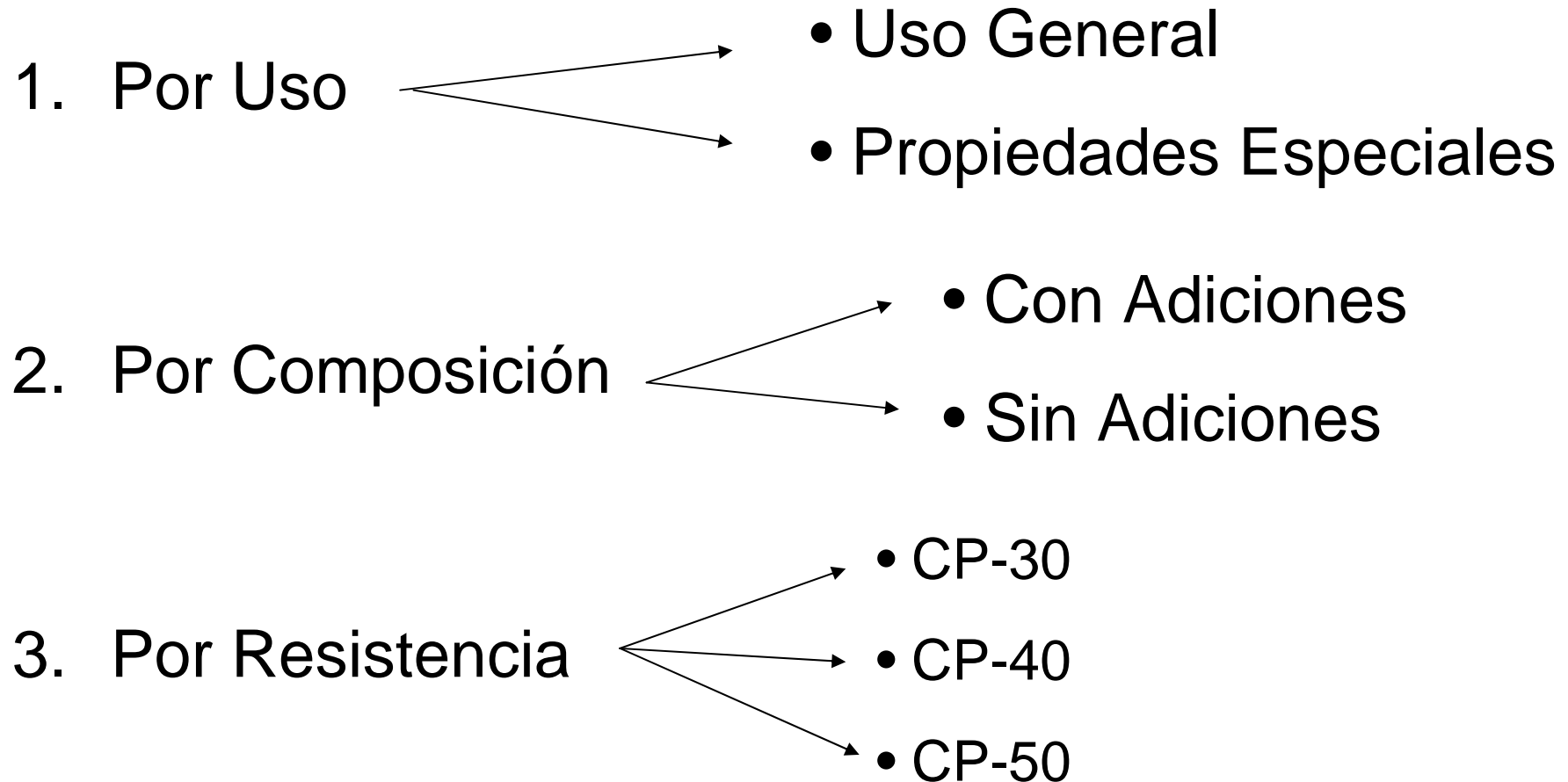
Na

O



Cemento Portland

Clasificaciones



Uso General

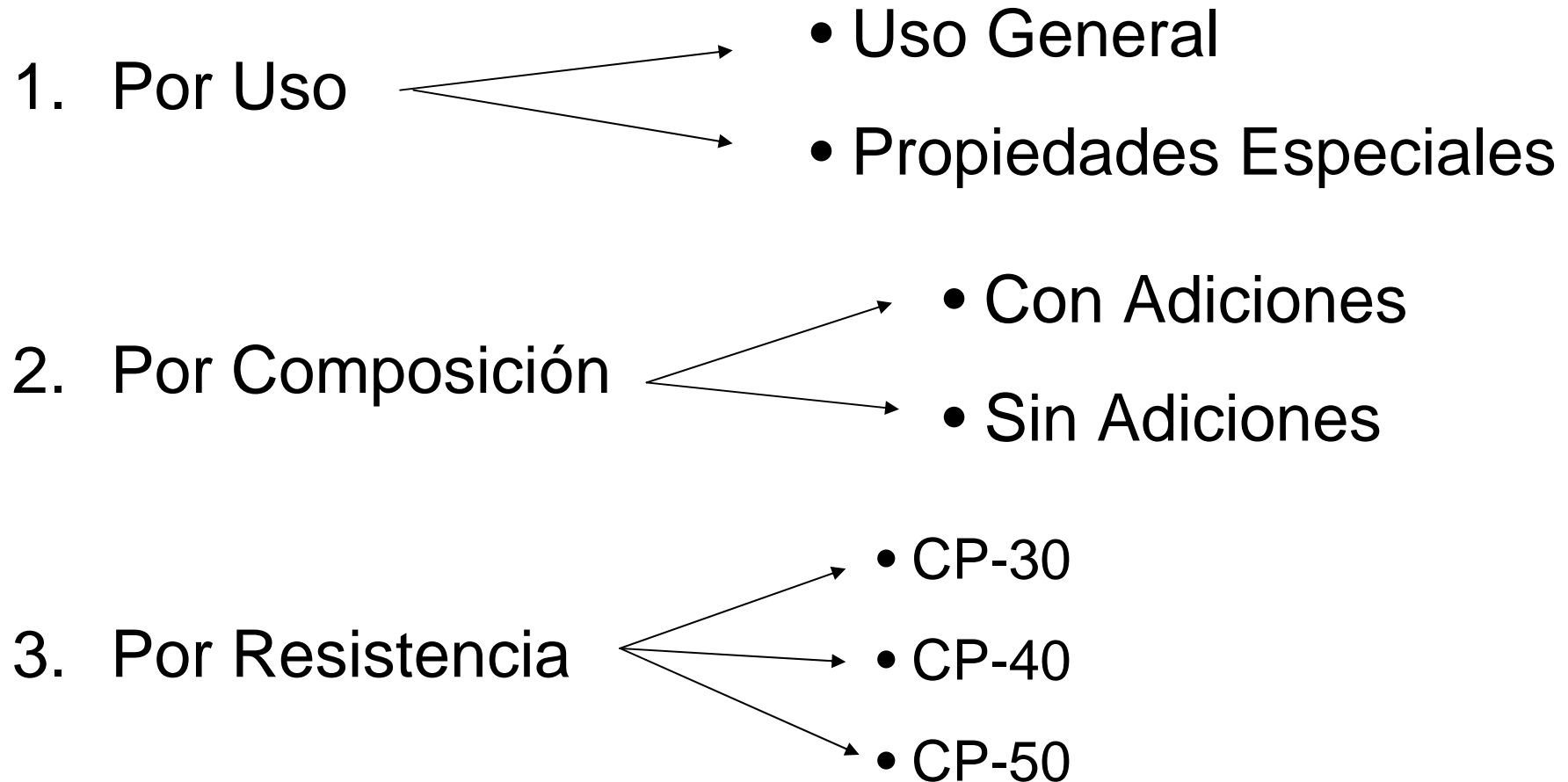
Tipo de Cemento	Nomenclatura	Composición [g / 100 g]			
		Clinker + sulfato de calcio	Puzolana (P)	Escoria (E)	“Filler” calcáreo (F)
Cemento portland normal	CPN	100 - 90		0 - 10	
Cemento portland con “filler” calcáreo	CPF	99 - 80			1 - 20
Cemento portland con escoria	CPE	89 - 65		11 - 35	
Cemento portland compuesto	CPC	98 - 65	2 ó más, con $P + E + F \leq 35$		
Cemento portland puzolánico	CPP	85 - 50	15 - 50		
Cemento de alto horno	CAH	65 - 25		35 - 75	

Cementos con Propiedades Especiales

- ARI - de Alta Resistencia Inicial
- MRS - de Moderada Resistencia a los Sulfatos
- ARS - de Alta Resistencia a los Sulfatos
- BCH - de Bajo Calor de Hidratacion
- RRAA - Resistente a la Reaccion Alkali–Agregado
- B - Blanco

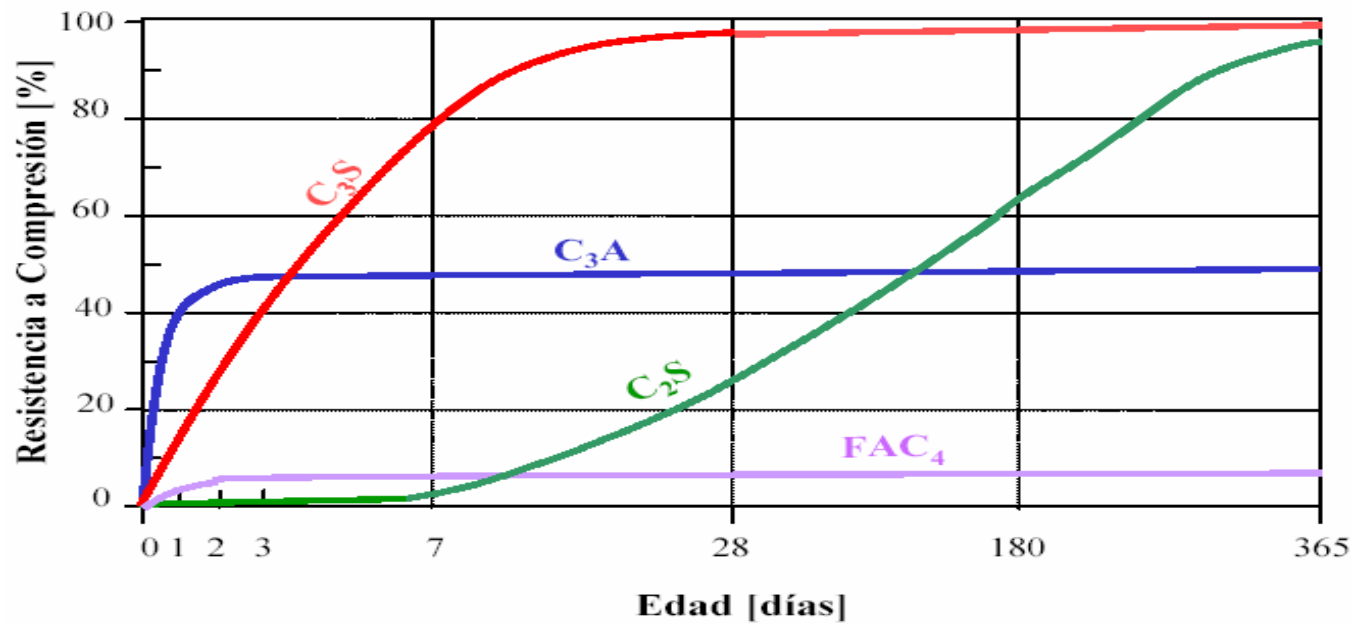
Cemento Portland

Clasificaciones



Cementos Sin Adiciones

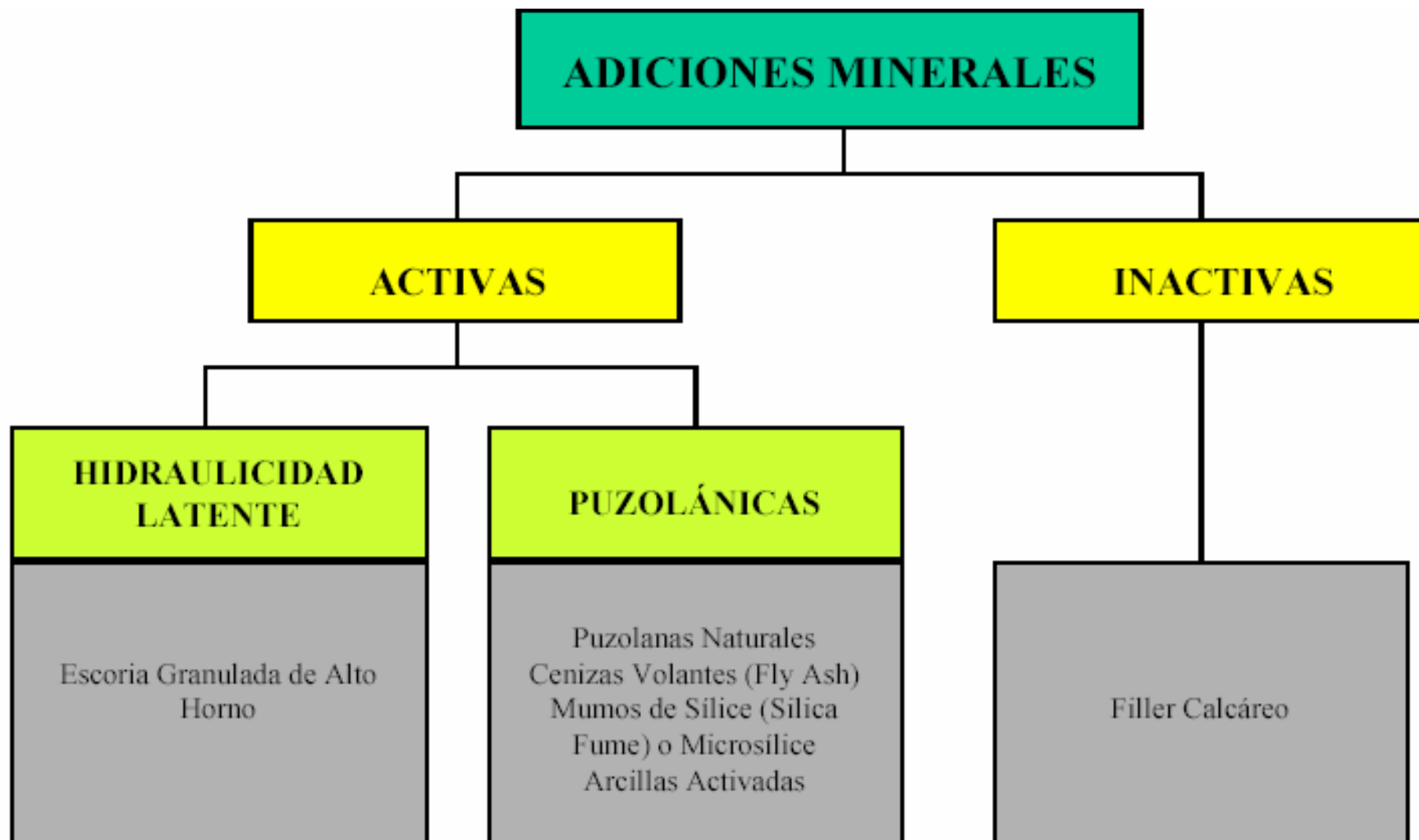
- **CPN** - Cemento portland normal
- **CPN (ARI)** - Cemento portland normal, de alta resistencia inicial
- **CPN (MRS)** - Cemento portland normal, moderadamente resistente a los sulfatos
- **CPN (ARS)** - Cemento portland altamente resistente a los sulfatos sin adiciones
- **CPN (BCH)** - Cemento portland normal, de bajo calor de hidratación
- **CPN (RRAA)** - Cemento portland normal, resistente a la reacción álcali – agregado

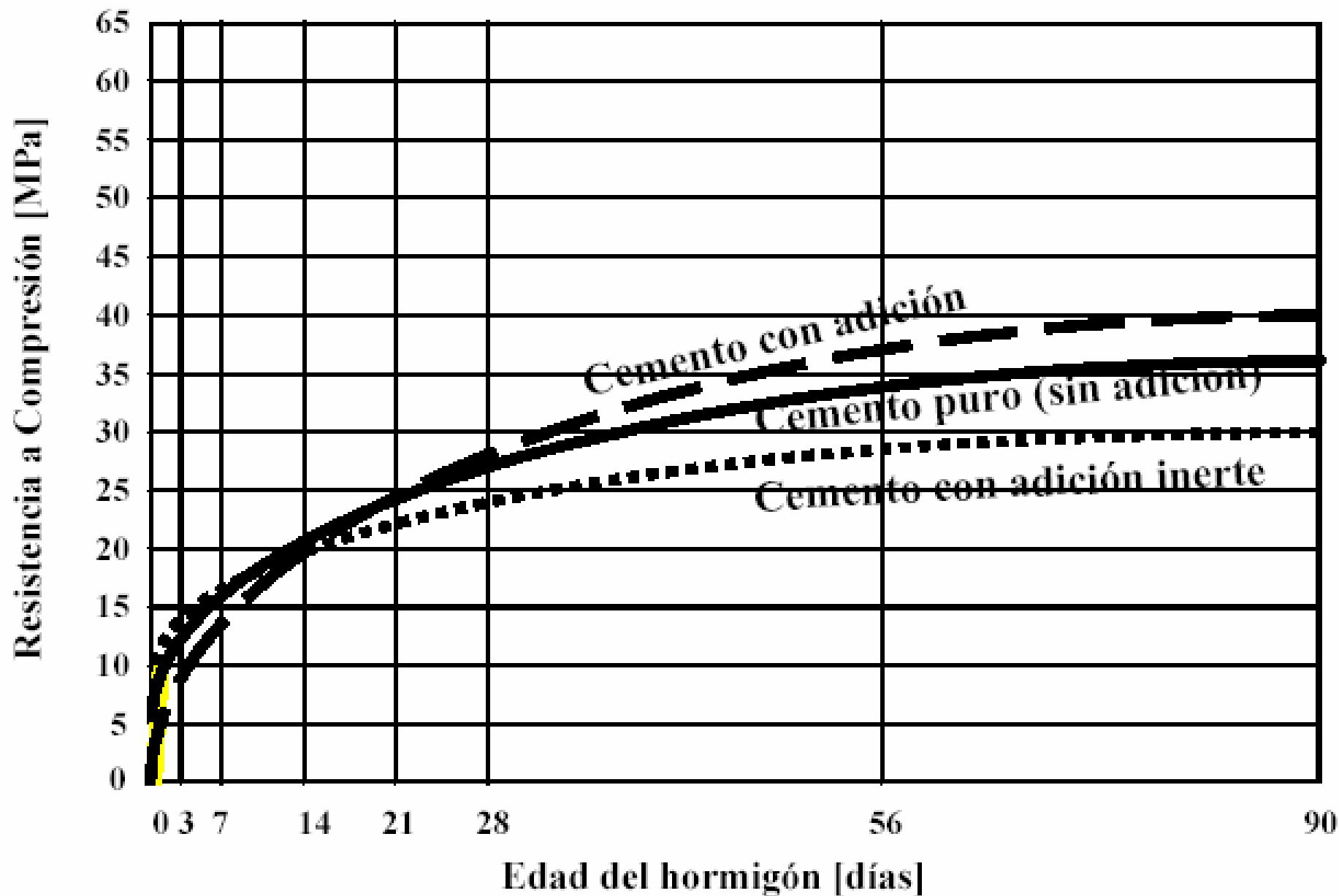


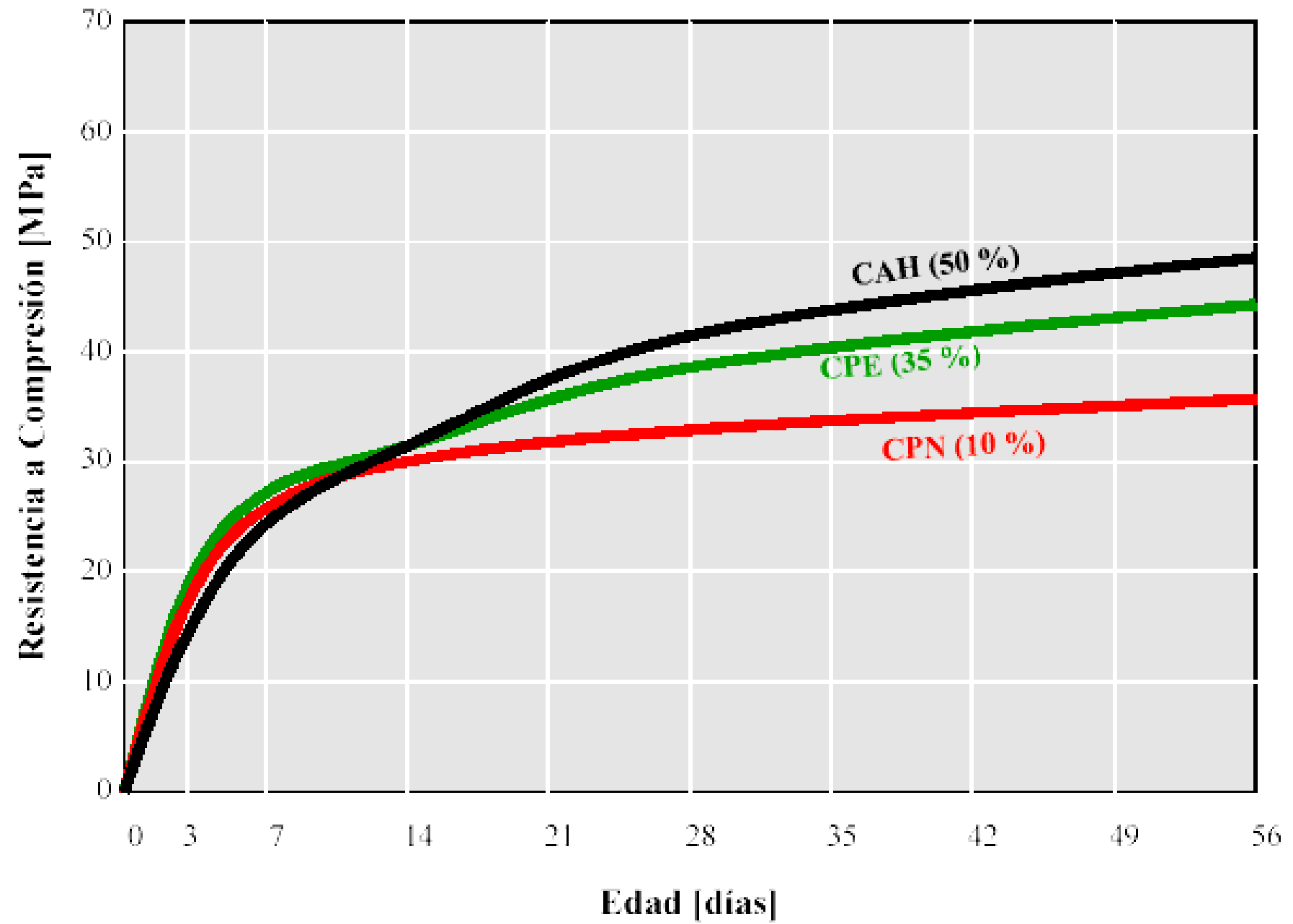
	I	II	III	IV	V
	Normal	MRS	ARI	BCH	ARS
C ₃ S	50	46	56	30	43
C ₂ S	25	29	15	46	36
C ₃ A	12	6	12	5	4
C ₄ AF	8	12	8	13	12
YESO	3	3	4	3	3

Cementos Con Adiciones

- **CPN** - Cemento portland normal
- **CPF** - Cemento portland con “filler” calcáreo
- **CPE** - Cemento portland con escoria
- **CPC** - Cemento portland compuesto
- **CPP** - Cemento portland puzolánico
- **CAH** - Cemento de alto horno

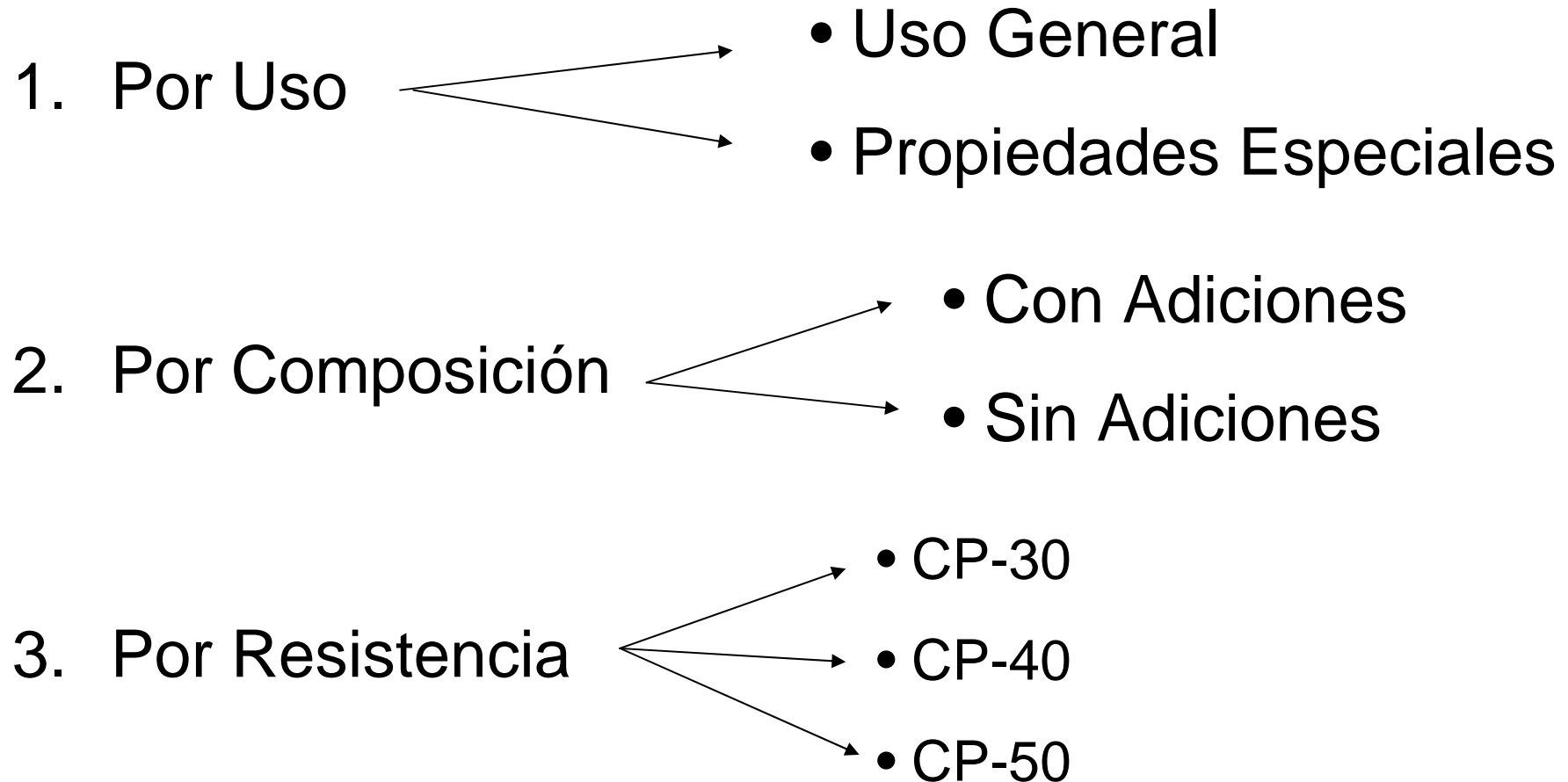






Cemento Portland

Clasificaciones

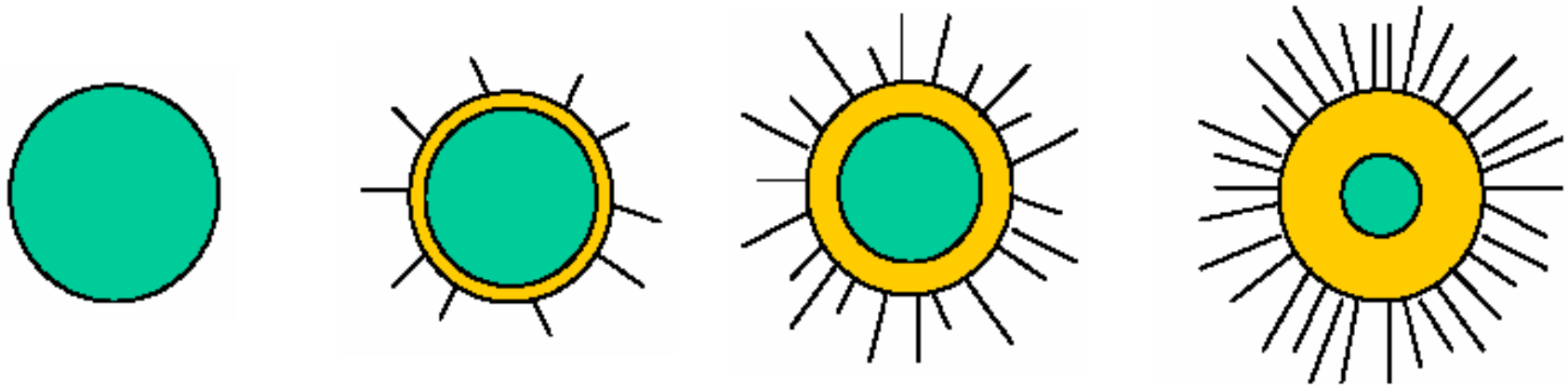


3-Clasificación por Nivel de Resistencia

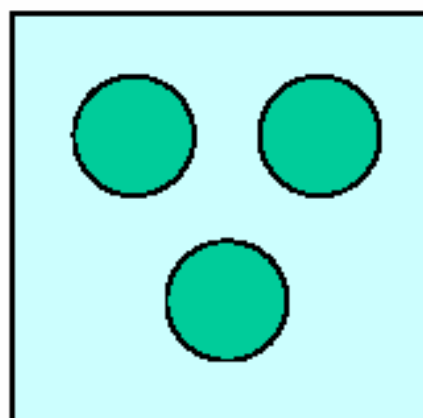
Categoría de Cemento	Resistencia a Compresión			
	2 días	7 días	28 días	
CP 30	-	≥ 16 MPa	≥ 30 MPa	≤ 50 MPa
CP 40	≥ 10 MPa	-	≥ 40 MPa	≤ 60 MPa
CP 50	≥ 20 MPa	-	≥ 50 MPa	-

Hidratación del Cemento Pórtland

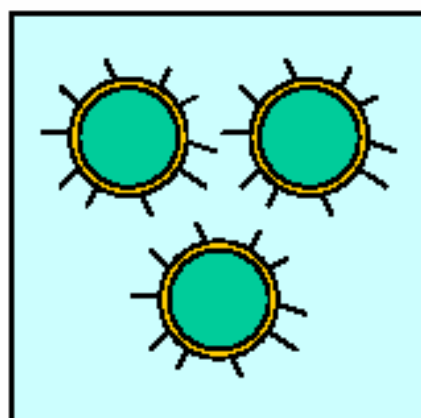
- $C_nS + H_2O \longrightarrow \text{gel SCH} + (OH)_2Ca \text{ (1)}$



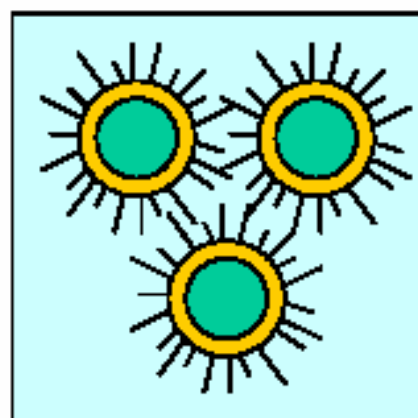
Alta a/c



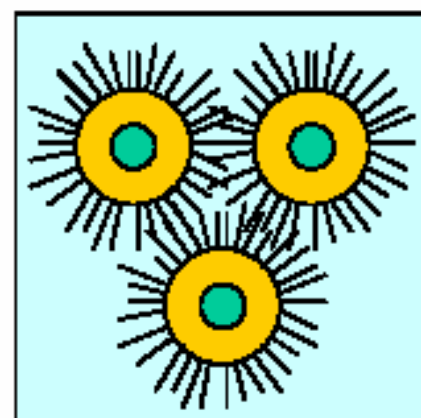
$T = 0$



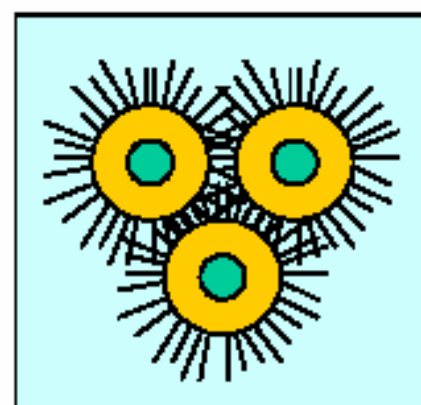
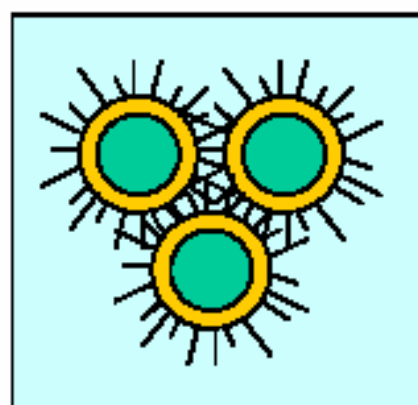
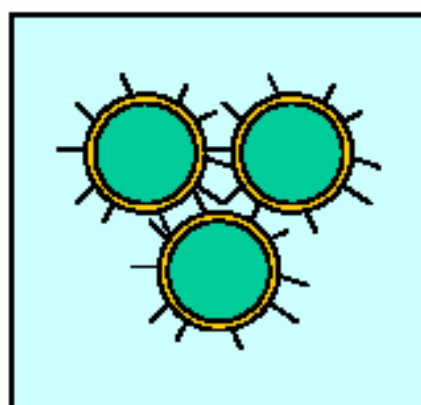
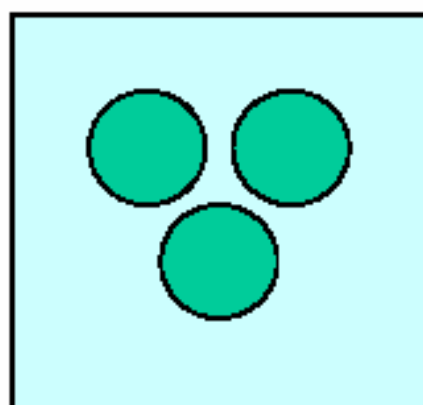
$T = \text{minutos}$



$T = \text{horas}$



$T = \text{días}$



Baja a/c

Resistencia del Hormigón

$$f'_c = C \times \frac{A}{B^{a/c}}$$

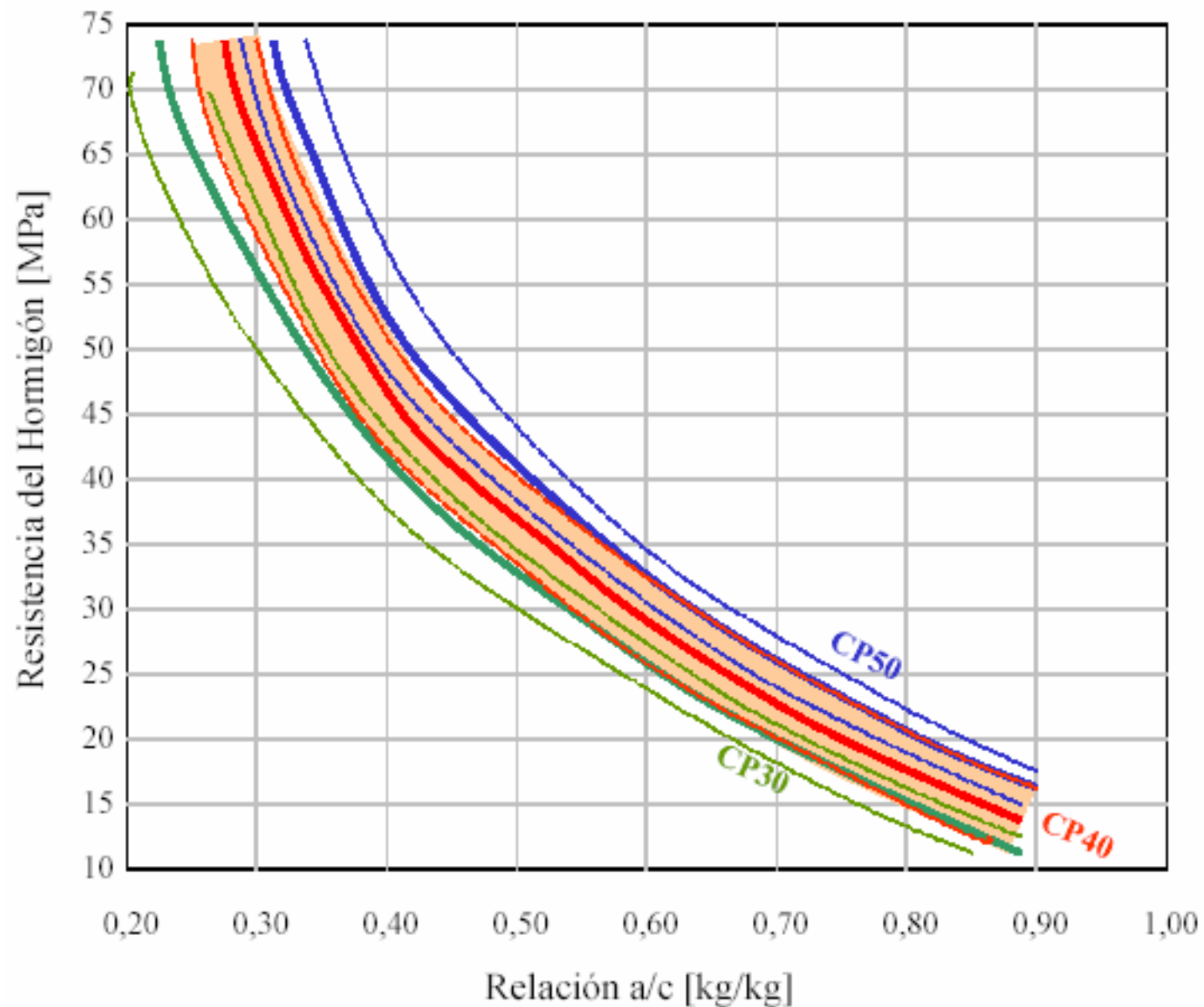
f'_c : resistencia a compresión del hormigón

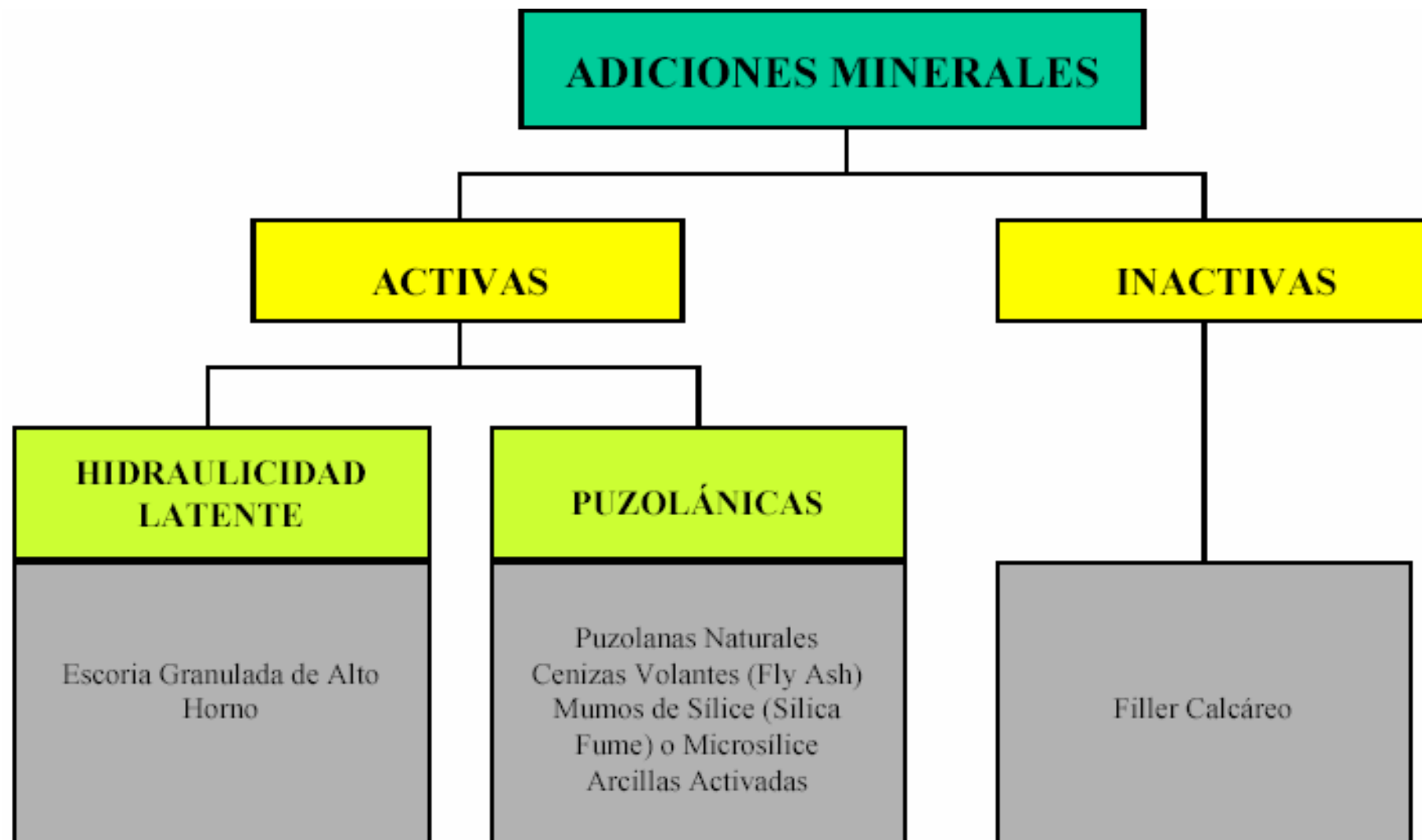
C : resistencia del cemento portland medido en mortero
normalizado ($a/c = 0,50$)

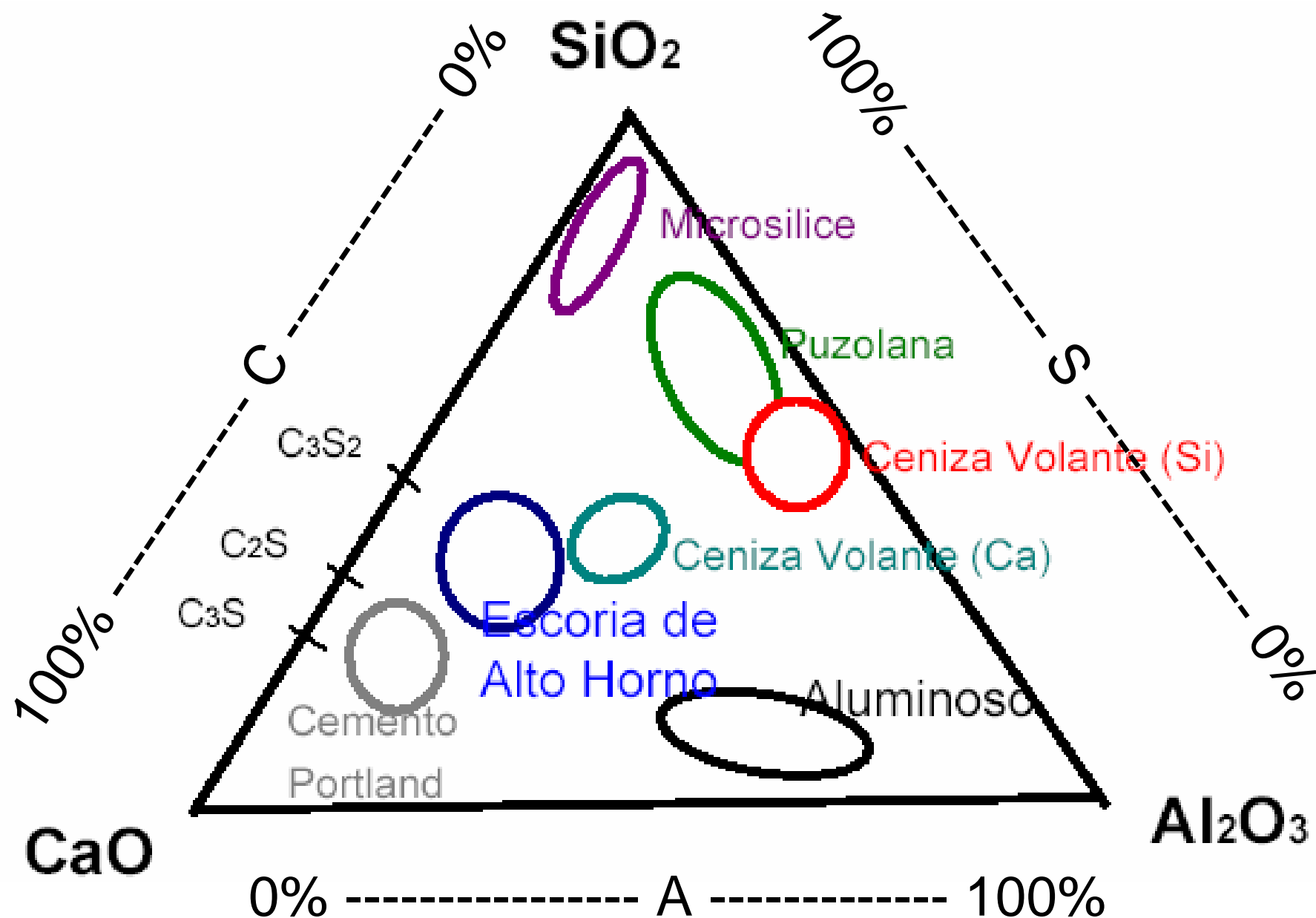
A y B : constantes que dependen del tipo de agregado y
otras condiciones

a/c : relación entre la masa de agua y de cemento utilizadas
en la elaboración del hormigón

Influencia de la relación A/C





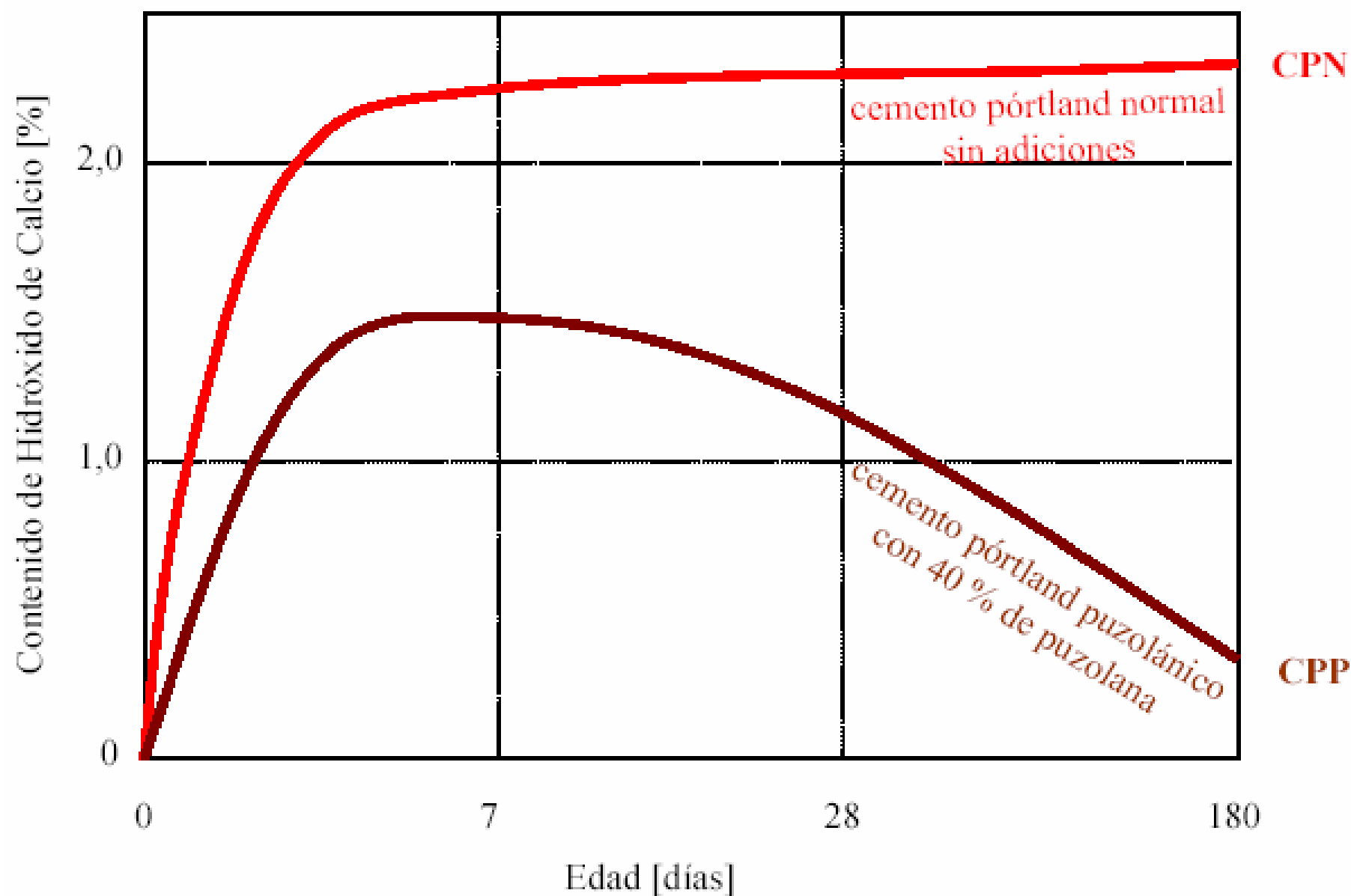


Puzolanas

- Hidratación primaria:
- $C_nS + H_2O \longrightarrow \text{gel SCH} + (OH)_2Ca \text{ (1)}$
- Hidratación secundaria:
- $SiO_2 + (OH)_2Ca + H_2O \longrightarrow \text{gel SCH (2)}$

Escoria Granulada de Alto Horno

- $C_3S_2 + H_2O \longrightarrow \text{gel SCH}$



Propiedades del cemento

- **Propiedades químicas**

- ***Pérdida por calcinación***
- ***Residuo insoluble***
- ***Contenido en sulfatos***
- ***Contenido en cloruros***
- ***Puzolanicidad***
- ***Composición potencial del clinker***
- ***Otras***

- **Propiedades físicas**

- ***Finura de molido***
- ***Principio y fin de fraguado***
- ***Estabilidad de volumen***
- ***Resistencias mecánicas***
- ***Calor de hidratación***
- ***Blancura***

Requisitos CIRSOC Cap. 3 Materiales.

Requisitos Generales

- El cemento de marca y procedencia aprobada, debe cumplir con la norma IRAM 50000-00
- Para H⁰ superiores a H-20 se debe emplear CP-40 o CP-50

Requisitos Especiales

- Debe cumplir con la norma IRAM 50001-00
- En un elemento estructural -----> no se permite el empleo de distintos tipos o marcas de cemento.

Condiciones de Provisión y Almacenamiento

Adiciones minerales pulverulentas

- **Requisitos generales:**
- Las adiciones normalizadas deben cumplir con:
- IRAM 1593-94 - Material calcareo para cemento portland con “filler” calcáreo.
- IRAM 1667-90 - Escorias granuladas de Alto Horno
- IRAM 1668-69 – Puzolanas
- Se pueden incorporar otras adiciones (cenizas volantes, microsílíce, etc)
- Se limitan los contenidos de cloruros

Aparato de Vicat

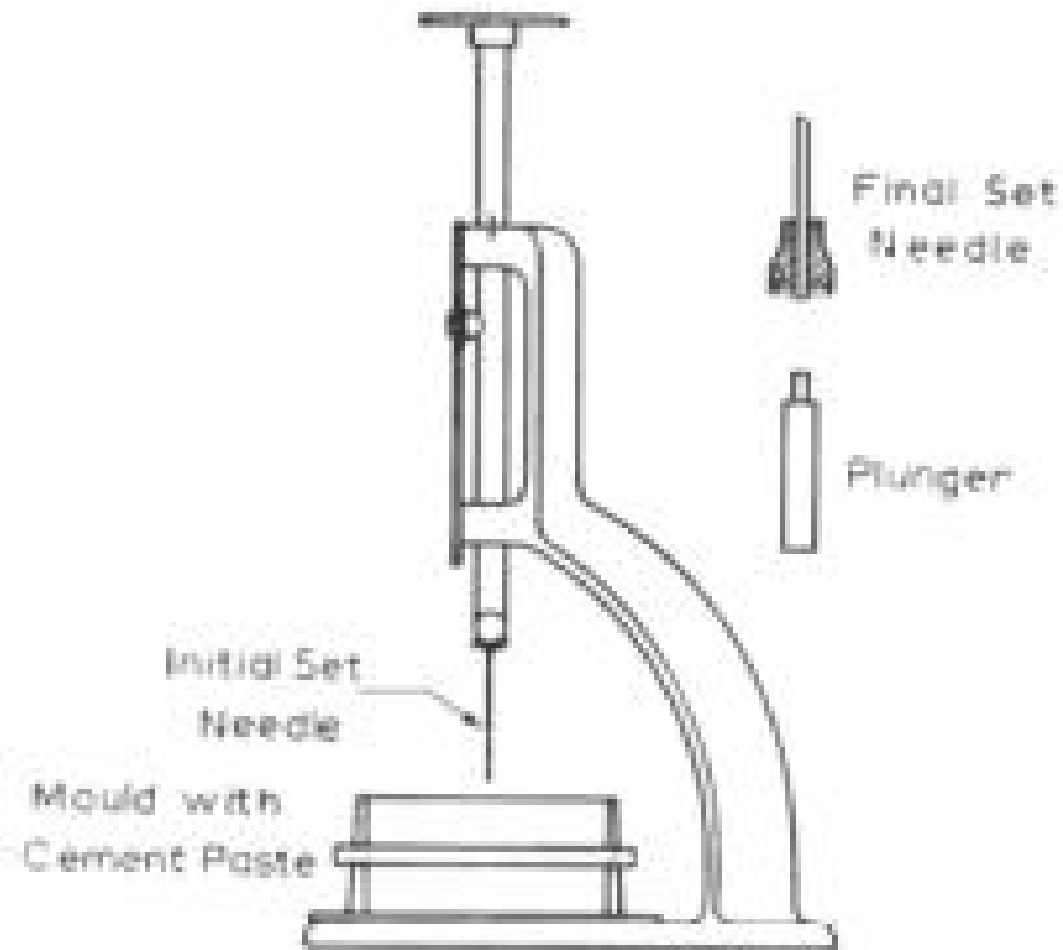


Fig. 1.25 Vicat apparatus