UNITÀ C3

3. Cementi

■ Cementi comuni

• Classificazione dei cementi comuni

La norma UNI EN 197-1, *Cemento – Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni*, elenca anzitutto i costituenti minerali che, oltre al clinker di cemento Portland, possono entrare nella composizione dei cementi comuni (▶TABELLA 1).

La norma classifica i **cementi comuni europei** in 5 **tipi** (I, II, III, IV, V), caratterizzati dalla percentuale decrescente del costituente principale (il clinker).

Eccetto il tipo I (cemento Portland), ogni tipo è suddiviso in un certo numero di sottotipi, A, B, C..., come risulta dalla ▶TABELLA 2. Si hanno quindi i tipi e i sottotipi sotto elencati.

- CEM I → *Cemento Portland*; contiene praticamente solo clinker (almeno il 95%).
- CEM II → *Cemento Portland di miscela* (17 sottotipi). Ogni sottotipo contiene, oltre al clinker, uno dei costituenti della ▶TABELLA 2, la cui percentuale può essere del 6-20% (A) oppure del 21-35% (B) (▶1); fa eccezione il *cemento Portland composito* (CEM II/A-M e CEM II/B-M), che contiene, oltre al clinker, una miscela di tutti i costituenti elencati nella ▶TABELLA 1.
- CEM III → *Cemento di altoforno* (3 sottotipi); è costituito da clinker e da loppa, della quale sono previste 3 percentuali: 36-65% (A), 66-80% (B), 81-95% (C). Si distingue dal *cemento Portland alla loppa* CEM II-S per il minore contenuto di clinker.
- CEM IV → *Cemento pozzolanico* (2 sottotipi); è costituito da clinker con percentuali del 65-89% (A) o del 45-64% (B) e da una miscela di pozzolana,

▶1 Per esempio, la sigla:

- CEM II/A-P indica un cemento Portland di miscela che contiene pozzolana naturale (P) nella percentuale (A) del 6-20% (*cemento Portland alla pozzolana*);
- CEM II/B-L indica un cemento Portland di miscela che contiene calcare (L) nella percentuale (B) del 21-35% (*cemento Portland al calcare*).

TABELLA 1 Costituenti minerali dei vari tipi di cemento comune

Componenti		Sigla	Caratteristiche
Clinker di cemento Portland		K	Sviluppa forte calore di idratazione e presenta bassa resistenza agli attacchi chimici. Contribuisce alla resistenza meccanica in tempi brevi (2-7 giorni).
Loppa d'altoforno		S	Diversamente dalla pozzolana ha la caratteristica di indurire, sia pure lentamente, anche in assenza di calce. Sviluppa, rispetto al clinker, minore calore di idratazione.
Pozzolana	naturale	P	Sviluppa, rispetto al clinker, minore calore di idratazione; ha buona resistenza agli attacchi chimici.
	industriale	Q	È una scoria vetrosa della lavorazione di leghe metalliche non-ferrose, non impiegata in Italia.
Ceneri volanti	silicee	V	Sono polveri recuperate dai fumi di combustione delle centrali termoelettriche. È disponibile in Italia la cenere volante di tipo siliceo (dalla combustione del carbone); non è disponibile quella di tipo calcico (dalla combustione della lignite).
	calciche	W	
Scisti calcinati		T	Sono residui della torrefazione di scisti argillosi impregnati di bitume, non impiegati in Italia.
Calcare		L	Unico costituente privo di caratteristiche idrauliche, produce cementi di granulometria fine e con minore percentuale di clinker, riducendo il calore di idratazione.
Microsilice		D	Sottoprodotto del processo produttivo del silicio metallico o delle leghe metalliche ferro-silicio, si presenta in polvere finissima. È usata più spesso come additivo del calcestruzzo.
Filler		F	Materiali inorganici naturali o artificiali finissimi, funzionano come *riempitivi*, migliorando la lavorabilità degli impasti.

Copyright © 2012 Zanichelli editore S.p.A., Bologna [5929]
Questo file è una estensione online del corso Zavanella, Leti, Veggetti, *Progettazione, costruzioni e impianti*

TABELLA 2 Tipi di cemento e composizione (UNI EN 197)

Tipo di cemento	Denominazione	Sigla	Clinker	Loppa d'altoforno granulata	Microsilice	Pozzolana		Cenere volante		Scisto calcinato	Calcare	Costituenti secondari
			K	S	D	naturale P	industriale Q	silicica V	calcica W	T	L	
I	Cemento Portland	I	95-100	–	–	–	–	–	–	–	–	0-5
II	Cemento Portland alla loppa	II/A-S	80-94	6-20	–	–	–	–	–	–	–	0-5
		II/B-S	65-79	21-35	–	–	–	–	–	–	–	0-5
	Cemento Portland alla microsilice	II/A-D	90-94	–	6-10	–	–	–	–	–	–	0-5
	Cemento Portland alla pozzolana	II/A-P	80-94	–	–	6-20	–	–	–	–	–	0-5
		II/B-P	65-79	–	–	21-35	–	–	–	–	–	0-5
		II/A-Q	80-94	–	–	–	6-20	–	–	–	–	0-5
		II/B-Q	65-79	–	–	–	21-35	–	–	–	–	0-5
	Cemento Portland alle ceneri volanti	II/A-V	80-94	–	–	–	–	6-20	–	–	–	0-5
		II/B-V	65-79	–	–	–	–	21-35	–	–	–	0-5
		II/A-W	80-94	–	–	–	–	–	6-20	–	–	0-5
		II/B-W	65-79	–	–	–	–	–	21-35	–	–	0-5
	Cemento Portland allo scisto calcinato	II/A-T	80-94	–	–	–	–	–	–	6-20	–	0-5
		II/B-T	65-79	–	–	–	–	–	–	21-35	–	0-5
	Cemento Portland al calcare	II/A-L	80-94	–	–	–	–	–	–	–	6-20	0-5
		II/B-L	65-79	–	–	–	–	–	–	–	21-35	0-5
	Cemento Portland composito	II/A-M	80-94					6-20 (5)				
		II/B-M	65-79					21-35 (5)				
III	Cemento d'altoforno	III/A	35-64	36-65	–	–	–	–	–	–	–	0-5
		III/B	20-34	66-80	–	–	–	–	–	–	–	0-5
		III/C	5-19	81-95	–	–	–	–	–	–	–	0-5
IV	Cemento pozzolanico	IV/A	65-89	–			11-35		–	–	–	0-5
		IV/B	45-64	–			36-55		–	–	–	0-5
V	Cemento composito	V/A	40-64	18-30	–		18-30		–	–	–	0-5
		V/B	20-39	31-50	–		31-50		–	–	–	0-5

Copyright © 2012 Zanichelli editore S.p.A., Bologna [5929]
Questo file è una estensione online del corso Zavanella, Leti, Veggetti, *Progettazione, costruzioni e impianti*

FIGURA 1 *a*) CEM III/A 42,5 N → Cemento d'altoforno. *b*) CEM V/A 32,5 R → Cemento composito a rapido indurimento.

microsilice e cenere silicea. Si distingue dal *cemento Portland alla pozzolana* CEM II-P per il minore contenuto di clinker.

- CEM V → *Cemento composito* (2 sottotipi), costituito da ridotte percentuali di clinker, 40-64% (A) oppure 20-39% (B), e da una miscela di loppa, pozzolana e cenere silicea. Si distingue dal *cemento Portland composito* CEM II/M perché quest'ultimo è più ricco di clinker e più povero di costituenti minerali.

Ciascun sottotipo di cemento comune può essere fornito in tre diverse classi di resistenza (32,5 N - 42,5 N - 52,5 N).

I tre numeri indicano (in N/mm^2) la soglia minima di resistenza meccanica a compressione, misurata a 28 giorni di stagionatura, detta *resistenza normalizzata* (N).

Nei cementi a rapido indurimento gli stessi numeri sono invece seguiti dalla lettera R, che indica la capacità del cemento di raggiungere, oltre alla resistenza normalizzata, una prefissata *resistenza alle brevi stagionature*, in genere ottenuta dopo 2 giorni (7 per CEM I).

In pratica, sia un cemento di classe 32,5 N, sia un cemento di classe 32,5 R devono superare la resistenza di 32,5 N/mm^2 dopo 28 giorni, ma il cemento di classe 32,5 R deve *anche* superare una prefissata resistenza meccanica (10 N/mm^2) dopo 2 giorni (▶FIGURA 1).

Poiché ognuno dei 25 diversi sottotipi di cemento comune può essere disponibile in 6 diverse classi di resistenza, è dunque possibile avere $25 \times 6 = 150$ tipi di cemento comune. In realtà nessuna nazione produce tutti i possibili sottotipi, per irreperibilità locale di alcuni costituenti o per assenza di specifica tradizione. E neppure sono sempre prodotte, per ogni sottotipo, tutte le classi di resistenza, per oggettive difficoltà tecnologiche. Per esempio, un cemento di altoforno CEM III/C o pozzolanico CEM IV/B, a basso contenuto di clinker e quindi con più lunghi tempi di presa, potranno essere prodotti solo nella classe 32,5 (N o R), perché non riusciranno mai a raggiungere la resistenza alle brevi stagionature prevista per le classi 42,5 o 52,5.

Copyright © 2012 Zanichelli editore S.p.A., Bologna [5929]
Questo file è una estensione online del corso Zavanella, Leti, Veggetti, *Progettazione, costruzioni e impianti*