

*Dipartimento di Ingegneria*

*Università degli Studi di Ferrara*

*Corso di*

**“PROGETTAZIONE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI”**

*Prof. Ing. Maurizio Biolcati Rinaldi*

***IL CONGLOMERATO CEMENTIZIO***

*Sintesi degli argomenti trattati a lezione*

## CONGLOMERATI CEMENTIZI - *Cemento*

- **CEMENTO** = *legante idraulico*

- **CLINKER** = componente fondamentale del cemento
  - è un prodotto della cottura di marne che, combinato con altri componenti, dà luogo a vari tipi di cemento
  - *Componenti*: calce, silice, allumina, ossidi di ferro e di magnesio, ed altri componenti minori

- **COMPONENTI DEL CLINKER**
  - Calce (65%) - proviene per lo più dalle rocce calcaree ed ha carattere basico
  - Silice (25%) - proviene dalle sabbie, argille e scisti e presenta carattere acido
  - Allumina (4-10%)

## CONGLOMERATI CEMENTIZI – *Tipi di cemento*

- **cemento Portland**
  - ottenuto per macinazione di clinker con opportuna aggiunta di **gesso o anidride**
  - dosato nella quantità necessaria per regolarizzare il processo di idratazione iniziale
- **cemento pozzolanico**
  - ottenuto dalla macinazione, senza aggiunta di inerti, di una mescolanza di clinker puro e pozzolana (più gesso)
  - la pozzolana è un materiale siliceo molto reattivo
- **cemento d'alto forno**
  - miscela omogenea ottenuta con la macinazione di clinker e di loppa basica granulata d'alto forno (più il gesso)
  - la granulazione delle loppe si ottiene raffreddandola bruscamente in acqua, quando si trovano ancora allo stato fuso all'uscita dall'alto forno

## CONGLOMERATI CEMENTIZI – *Altri tipi di cemento*

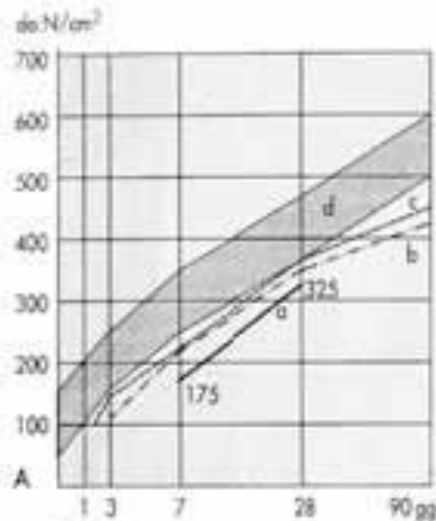
- **Cementi bianchi** - colorati con calcare puro o caolino o altre materie prime esenti da ossido di ferro
- **Cementi ferrici** - caratterizzati da un'elevata resistenza chimica alle acque aggressive, da basso calore di idratazione e basso ritiro
- **Cementi ferrici pozzolanici**
- **Cementi alluminosi**
  - ottenuto con la macinazione di clinker costituito essenzialmente da alluminati idraulici di calcio
  - utilizzati calcari e bauxite invece di marna argillosa
  - caratterizzato da rapida presa

## CONGLOMERATI CEMENTIZI – *normativa sui cementi*

- **rispetto alla composizione**
  - cemento Portland
  - cemento pozzolanico
  - cemento d'altoforno
  - cemento alluminoso
  
- **rispetto alla resistenza a 28 gg**
  - 325 normale
  - 425 ad alta resistenza
  - 525 ad alta resistenza e rapido indurimento

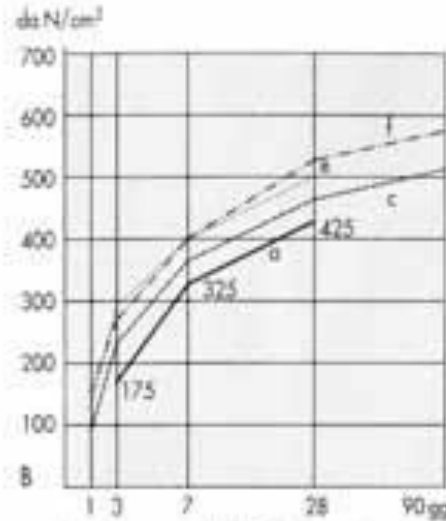
# CONGLOMERATI CEMENTIZI

## CONGLOMERATI CEMENTIZI – *Normativa cementi*

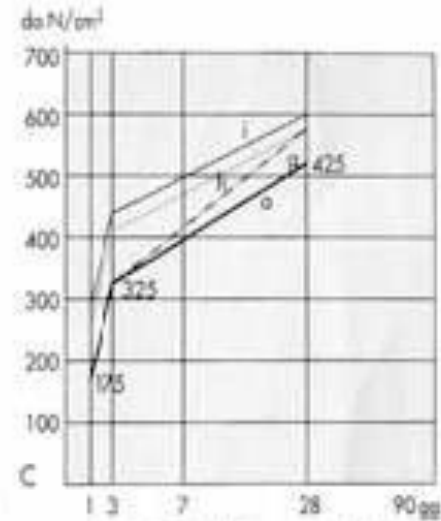


### LEGENDA

- a valori richiesti dalla norma
- b cemento pozzolanico (Cementir)
- c cemento d'altoforne (Cementir)



- d cemento pozzolanico Duracem alla cenere volante (Italcementi)
- e cemento Portland (Unicem)
- f cemento Portland (Cementir)



- g cemento Portland Supercemento Italbianco (Italcementi)
- h cemento Portland Durapid (Unicem)
- i cemento Portland Velox (Cementir)

- Tipo di cemento in conformità alla serie EN 197

## CONGLOMERATI CEMENTIZI – *resistenza meccanica*

### • FATTORI

- qualità dei componenti
- grado di compattezza, che dipende a sua volta dalla granulometria degli inerti

### • DIFETTI

- pori – pori capillari presenti anche se il calcestruzzo è ben costipato e viene diminuito, il rapporto acqua/cemento
- microfessure – dipendono soprattutto dalla natura dell'aggregato grosso (la ghiaia aderisce alla pasta in misura minore del pietrisco, poiché la pasta compenetra meglio alle superfici scabrose che a quelle lisce. In ogni caso l'adesione migliora con la stagionatura della pasta cementizia).
  - Cause:
    - fenomeni di ritiro oppure
    - cattiva adesione fra pasta ed aggregato
    - ritiro della pasta cementizia
- vuoti – presenti a causa di una insufficiente costipazione del calcestruzzo fresco (si ritiene ben costipato il calcestruzzo con l' 1% di vuoti rispetto al volume totale)

## CONGLOMERATI CEMENTIZI – *resistenza meccanica*

- **AUMENTO DI RESISTENZA** SI OTTIENE CON:
  - tenore sufficiente in cemento,
  - aggregati non gelivi,
  - minimo di acqua,
  - accurata vibrazione,
  - mantenimento di ambiente umido soprattutto nei primi tempi dell'indurimento,
  - eventuale aggiunta di additivi (ad es.: plastificanti, introduttori d'aria)

### **FATTORI INFLUENTI SULLA RESISTENZA**

- ***Preparazione del CLS***
  - dosatura del legante e degli aggregati
  - definizione del rapporto acqua/cemento (A/C)
  - confezionamento dell'impasto
- ***Esecuzione delle opere***
  - getto delle casseforme
  - vibrazione del getto
  - maturazione del calcestruzzo



## CONGLOMERATI CEMENTIZI – *resistenza meccanica*

### LAVORABILITA' DELL'IMPASTO

Influisce su:

- **mobilità**, cioè la facilità con cui il calcestruzzo può fluire nella casseforme e tra le armature metalliche, riempiendo tutti gli spazi
- **compatibilità**, cioè la possibilità di costiparlo nelle casseforme
- **stabilità**, cioè l'attitudine dell'impasto fresco a mantenere la sua omogeneità, senza dar luogo a fenomeni di segregazione degli aggregati

## CONGLOMERATI CEMENTIZI – resistenza meccanica

### RAPPORTO ACQUA-CEMENTO ( A/C )

- *Importante indicatore della qualità del CLS*
- *Contribuisce a determinare la lavorabilità dell'impasto e la resistenza a compressione*
- *La scelta di una aggregato (grosso o piccolo; tondeggianti o frantumato) determina:*
  - *la richiesta d'acqua per conseguire determinati livelli di lavorabilità nel calcestruzzo fresco (reologia)*
  - *il dosaggio di cemento per ottenere il rapporto acqua cemento programmato*

### RAPPORTO ACQUA-CEMENTO ( A/C )

- *MIX-DESIGN (progetto di composizione della miscela)*
  - *calcolare il volume di aggregato (V<sub>ag</sub>) come differenza tra il volume di calcestruzzo (V<sub>cls</sub>) e il volume degli altri due in gradienti già noti V<sub>a</sub> = volume di acqua e V<sub>c</sub> = volume del cemento =  $c/3,15$  è la massa volumica del cemento)*
  - *nota la massa dell'aggregato (generalmente 2,6-2,7 Kg/l) è possibile convertire V<sub>ag</sub> nella massa dell'aggregato*

## CONGLOMERATI CEMENTIZI – resistenza meccanica

### QUANTITA' DI ACQUA NECESSARIA NELL'IMPASTO

- 30% circa per la reazione esotermica
- 20% circa per ottenere impasti più plastici senza influire in modo eccessivo sulle altre caratteristiche del calcestruzzo
- I valori del rapporto A/C normalmente adottati variano, a seconda degli impieghi tra 0,4 e 0,6
- Tenere presente anche della quantità di acqua presente negli aggregati

### • DIFETTI PER ECCESSO DI ACQUA

- effetti di dilavamento
- formazione di porosità nella massa e dei cosiddetti nidi di ghiaia dovuti alla separazione degli aggregati
- aumento dei fenomeni di ritiro del calcestruzzo

## CONGLOMERATI CEMENTIZI – resistenza meccanica

### INERTI

- Inerti grossi

- ghiaia (proveniente dall'alveo dei fiumi, di forma tondeggiante)
- pietrisco (frammenti di rocce ottenuti per frantumazione, forma spigolosa ed irregolare; questi ultimi a parità di consistenza del calcestruzzo, richiedono maggior quantità di acqua nell'impasto)
- la loro massa volumica è compresa tra 1300 e 1800 Kg/m<sup>3</sup>

## CONGLOMERATI CEMENTIZI – resistenza meccanica

**CLASSIFICAZIONE DEGLI AGREGATI** - La norma UNI 8520 divide gli aggregati a seconda della granulometria, cioè della dimensione dei granuli in:

- ***finissimi*** (fillers), quando presentano un passante al setaccio di 0,075 mm maggiore del 90%
- ***fini*** (sabbie), quando presentano un passante al setaccio di 4 mm maggiore del 95%
- ***grossi*** (ghiaietto, ghiaia), quando presentano un passante al setaccio di 4 mm minore del 5%

<i>Sabbia fine</i>	<i>Sabbia granita o graniglia</i>	<i>Pisello o pietrischetto</i>	<i>Ghiaia o pietrisco</i>
Fino a 3 mm.	3 – 7 mm.	7 – 15 mm.	15 – 30 mm.

## CONGLOMERATI CEMENTIZI – resistenza meccanica

### **PROVA**

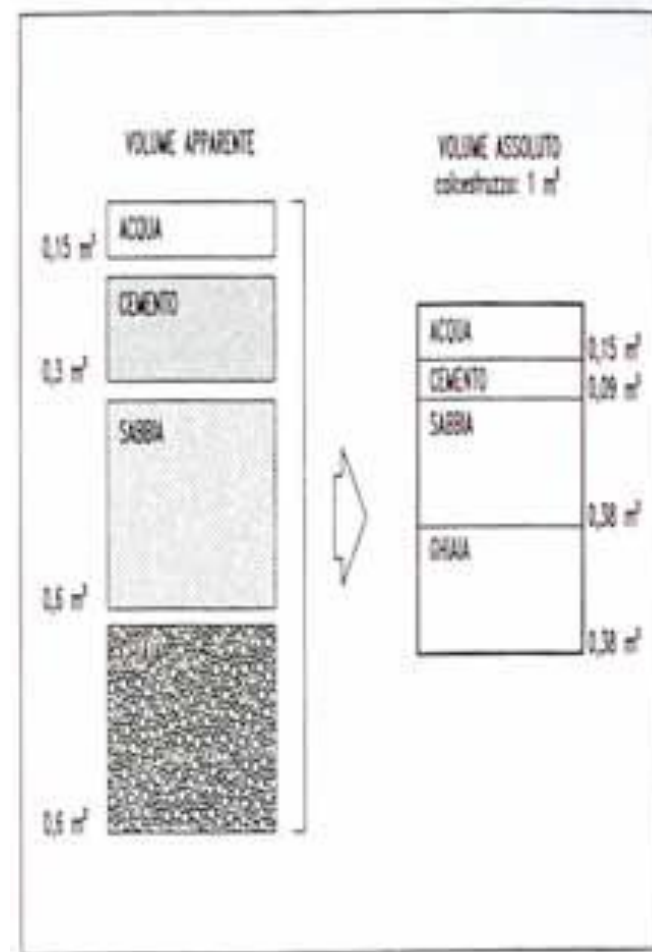
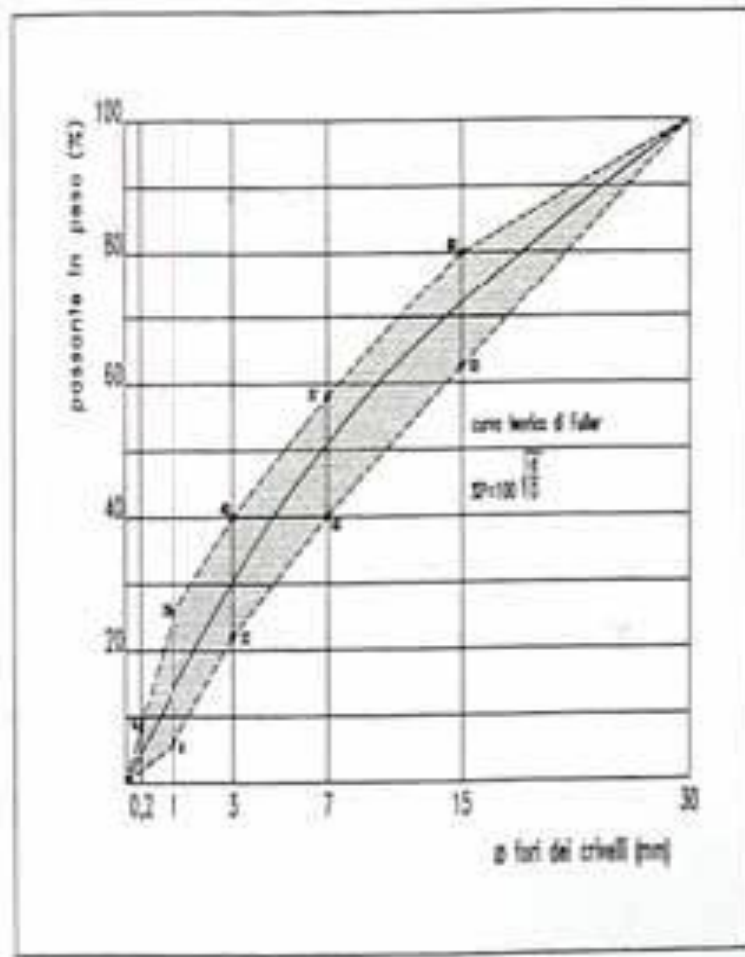
- disporre i setacci uno sopra l'altro (con retinatura di diametro via via minore) versando in cima il campionario di inerti da analizzare
- scuotere vigorosamente i setacci filtrando i materiali più grossolani in alto e via via più fini in basso

### **MESCOLAZIONE**

- Mescolare gli inerti secondo la curva granulometrica di Fueller, diagramma sperimentale ottenuto in seguito al passaggio del materiale campione tramite setacciatura, i cui risultati consentono la creazione di grafici
- **Grafici (diagramma di Fueller)**
  - In ascissa, la percentuale passante è la percentuale di materiale che passa attraverso la sua maglia
  - In ordinata, la larghezza della maglia del setaccio

## CONGLOMERATI CEMENTIZI – *resistenza meccanica*

### INERTI



## CONGLOMERATI CEMENTIZI – *resistenza meccanica*

### INFORMAZIONI DA FORNIRE AL PRODUTTORE DI CLS

- concordare con il produttore la data, l'ora e la frequenza di consegna
- informare il produttore in merito a:
  - sistemi di movimentazioni particolari presenti sul cantiere
  - metodi particolari di posa in opera
  - limitazioni per il veicolo di consegna, per esempio tipo (mescolatore/non mescolatore), dimensione, altezza o massa totale.



## CONGLOMERATI CEMENTIZI – *resistenza meccanica*

### INFORMAZIONI DA RICHIEDERE al PRODUTTORE di CLS

- **Composizione di calcestruzzo** rilevanti per:
  - la corretta posa in opera e stagionatura del calcestruzzo fresco
  - la stima dello sviluppo della sua resistenza
  
- Per il **calcestruzzo a prestazione garantita** devono essere fornite, ove richieste, le informazioni seguenti:
  - tipo e classe di resistenza del cemento e tipo di aggregato
  - tipo di additivi, tipo e contenuto approssimativo delle aggiunte, se utilizzate
  - rapporto acqua/cemento di riferimento
  - risultati di precedenti prove significative sul calcestruzzo, per esempio ottenuti dal controllo di produzione o da prove iniziali
  - sviluppo della resistenza
  - origine dei materiali componenti

## CONGLOMERATI CEMENTIZI – *resistenza meccanica*

**INFORMAZIONI** sul D.D.T. (documento di trasporto)

a) per calcestruzzo a prestazione garantita:

- classe di resistenza;
- classi di esposizione ambientale;
- classe di contenuto in cloruri;
- classe di consistenza o valore di riferimento;
- valori limite di composizione del calcestruzzo, se oggetto di specifica;
- tipo e classe di resistenza del cemento, se oggetto di specifica;
- tipo di additivo e aggiunte, se oggetto di specifica;
- proprietà speciali, se richieste;
- dimensione massima nominale dell'aggregato;
- nel caso di calcestruzzo leggero o pesante: classe di massa volumica o massa volumica di riferimento.

# CONGLOMERATI CEMENTIZI

## CONGLOMERATI CEMENTIZI – *resistenza meccanica*

### ACQUA CONTENUTA NEGLI AGGREGATI in % rispetto al peso degli inerti asciutti

Aggregati	Secchi	Umidi	Molto umidi	Saturi
Sabbia	0 – 1,3	2,6 – 4	5,2 – 6,6	8 – 9
Ghiaietto	---	1,3 – 2,6	2,6 – 4	4 – 5,2
Ghiaia	---	0,66 – 2	2 – 3,3	3,3 – 6,6

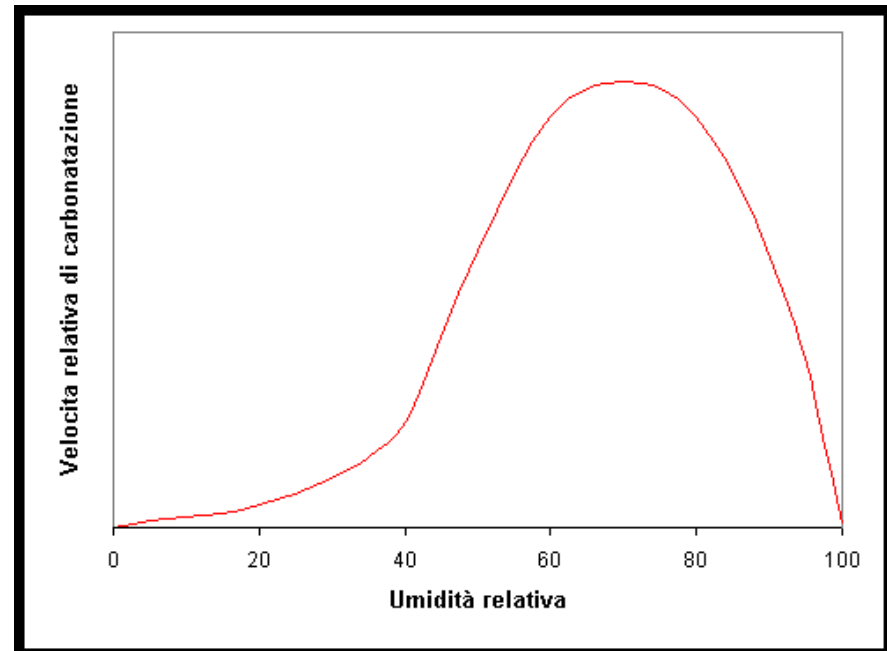
## CONGLOMERATI CEMENTIZI – DURABILITA'

- **DURABILITA'** – Aggressione da:
  - **sali** presenti nell'acqua di mare e nell'aria in prossimità delle coste
  - **acidi dei fumi industriali**
  - **ossidazione dell'acciaio** se:
    - protetto da poco copriferro
    - infiltrazione di acqua o vapore acqueo attraverso le fessurazioni del calcestruzzo
  - **fenomeno della carbonatazione** (aggressione al cemento da parte di acqua e di aria che provoca l'indurimento del legante stesso)
    - Il processo ha inizio in superficie e man mano penetra in profondità.
    - La scarsa resistenza di un legante è dovuta alla ridotta penetrazione della carbonatazione.
    - Con questo termine si indica anche il processo inverso, ossia il degrado del calcestruzzo dovuto ad una reazione tra anidride carbonica atmosferica e idrossidi presenti nel calcestruzzo (idrossido di calcio, sodio o potassio principalmente), quando quest'ultimo ha umidità sufficiente da permettere la reazione.

## CONGLOMERATI CEMENTIZI – CARBONATAZIONE

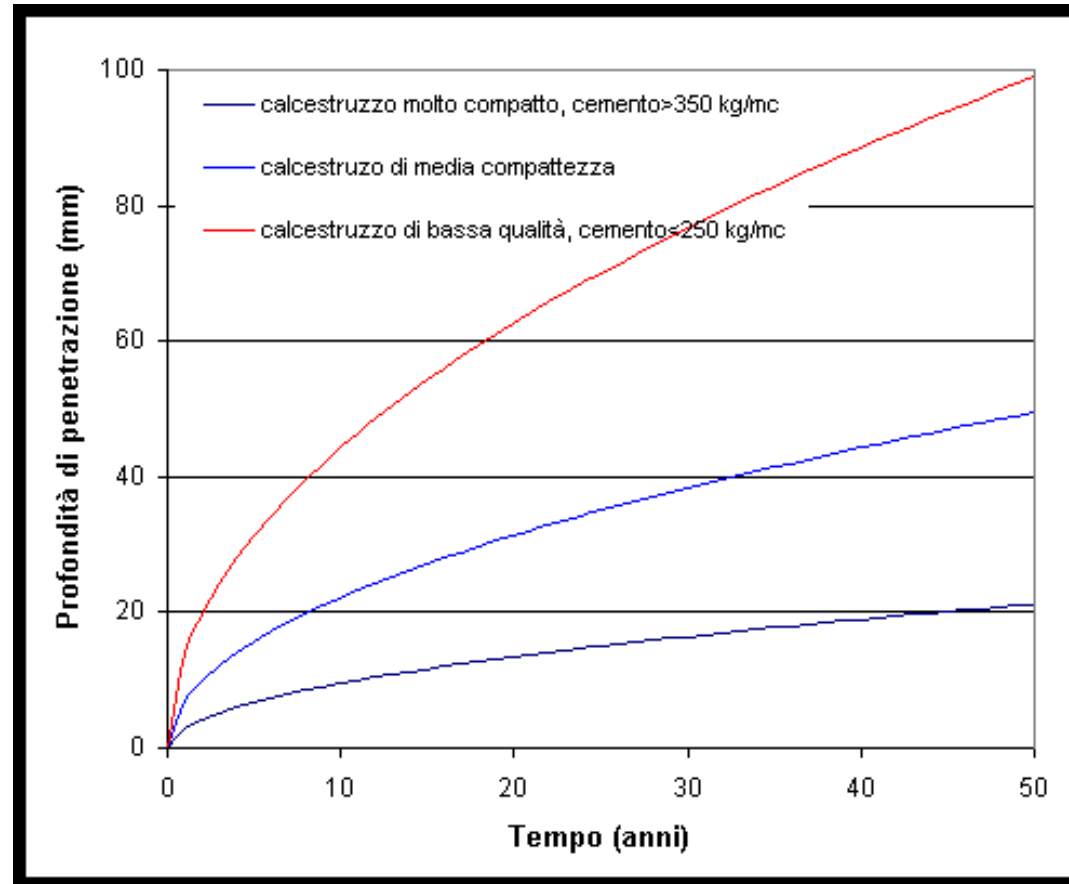
- **L'anidride carbonica**, sempre presente in atmosfera, in presenza di acqua reagisce riducendo il PH dell' ambiente molto al di sotto del valore di 11,5 necessario per assicurare la condizione di passività del ferro in assenza di cloruri
- La carbonatazione del calcestruzzo procede ovviamente dall'esterno verso l'interno e **la velocità di diffusione decresce al diminuire dell'umidità relativa** fino ad annullarsi nel calcestruzzo saturo
- La **velocità di carbonatazione** in **funzione dell'umidità** segue un andamento simile a quello rappresentato nel diagramma, e i valori di umidità più pericolosi sono compresi tra il 50 e l'80%.

Strutture immerse nell'acqua o esposte di frequente a pioggia battente sono praticamente immuni dalla carbonatazione.



## CONGLOMERATI CEMENTIZI – CARBONATAZIONE

- A parità di umidità la velocità di penetrazione dipende dalla qualità del calcestruzzo.
- I calcestruzzi con alto tenore di cemento, molto compatti e maturati lentamente presentano permeabilità ridottissima rispetto a calcestruzzi di qualità inferiore.
- I calcestruzzi moderni, più leggeri e con tempi di maturazione ridotti, risultano più sensibili alla carbonatazione, in quanto più porosi.
- Il grafico riporta l'avanzamento della carbonatazione per tre differenti tipi di calcestruzzo esposto all'atmosfera ma protetto da pioggia battente.



## CONGLOMERATI CEMENTIZI – *ADDITIVI*

**Fluidificanti**: consentono una **riduzione del rapporto A/C** che, a parità di lavorabilità del calcestruzzo, arriva in genere al 5% per i tipi normali e fino al 20 % per i cosiddetti super fluidificanti. Sono **utilizzati nelle centrali di betonaggio** e nella **prefabbricazione per la realizzazione di grossi getti**.

**Plastificanti**: **migliorano la ritenzione di acqua nell'impasto**, con notevoli vantaggi per **l'omogeneità** e la **coesione**. Sono impiegati per il confezionamento di calcestruzzi magri, oppure di calcestruzzi da gettare sott'acqua (nei quali evitano il dilavamento), oppure di calcestruzzi trasportati per lunghi percorsi (nei quali diminuiscono la segregazione dei componenti).

**Acceleranti** e **ritardanti**: modificano la solubilità dei costituenti del cemento, **accelerando o ritardando il fenomeno di idratazione** e, di conseguenza, la presa e l'indurimento del calcestruzzo. Vengono impiegati per il rapido raggiungimento di elevate resistenze delle opere in corso (acceleranti), oppure per lavori particolari in cui elementi di grande superficie debbono essere eseguiti senza giunti di costruzione o di ripresa dei getti (ritardanti).

## CONGLOMERATI CEMENTIZI – CONTROLLI

### **CONTROLLO TIPO A**

- **tre prelievi**, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni **300 m<sup>3</sup>** massimo di getto
- due provini per ogni prelievo
- un **prelievo** almeno per ogni giorno di getto
- nelle costruzioni con meno di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero



## CONGLOMERATI CEMENTIZI – CANTIERE

### ***CRITERI REALIZZATIVI***

- **Allestimento delle casseforme** – Opere provvisorie destinate a dare forma per contenimento al getto fino all'indurimento
- **Allestimento dell'armatura metallica** – Durante il getto e il costipamento del CC deve conservare la propria posizione così come ipotizzato dal calcolo.
  - Tutte le barre di armatura devono essere efficacemente collegati fra loro (attraverso legature o saldature).
  - Le *barre* (armatura tese) assorbono le *tensioni flessionali*.
  - Le *staffe* collegano trasversalmente le barre e assorbono le *tensioni tangenziali di taglio e torsione*.
  - Quando è possibile si preferisce collocare l'armatura già montata sotto forma di *gabbia*.
- **Costituzione e Getto del C.C.**
- **Maturazione e Disarmo** – Disarmo 12-28 giorni per strutture che devono sostenere il proprio peso. Pochi giorni per spondali di travi.

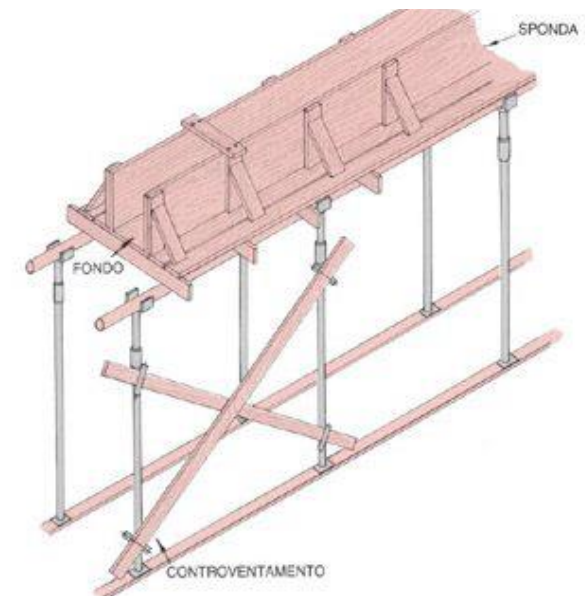
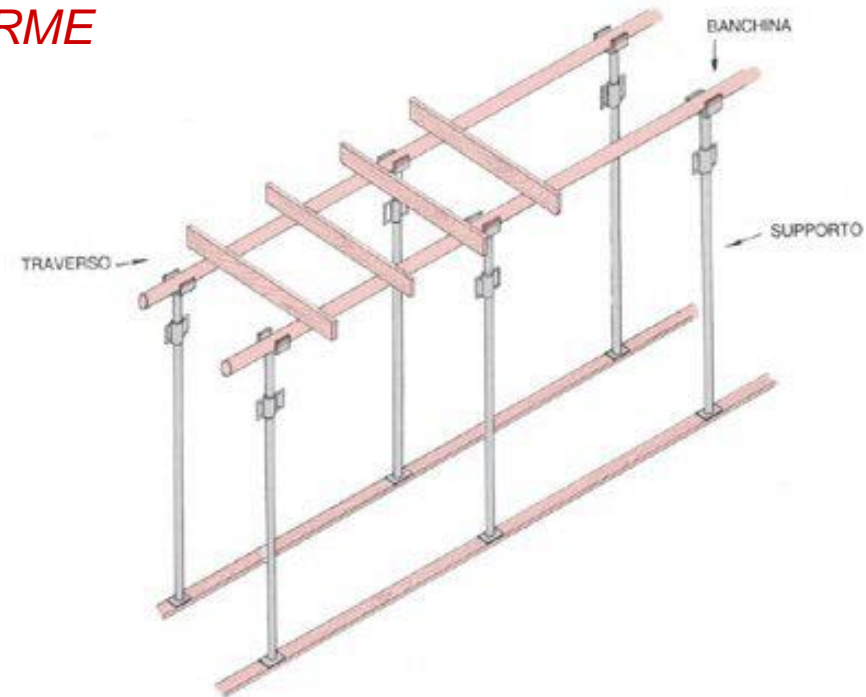
## CONGLOMERATI CEMENTIZI – CASSEFORME

### CASSEFORME

- Involucro realizzato mediante travi e tavelle in legno opportunamente collegati tra loro mediante chiodatura, dentro cui viene gettato il CLS allo stato fluido e dove esso rimane fino alla fine de processo di indurimento (o maturazione).
- A fine indurimento, la cassaforma perde la sua funzione e può essere rimossa.
- Quando si parla della "cassaforma" per costruire gli archi o le volte, si parla di centina.

### COMPONENTI

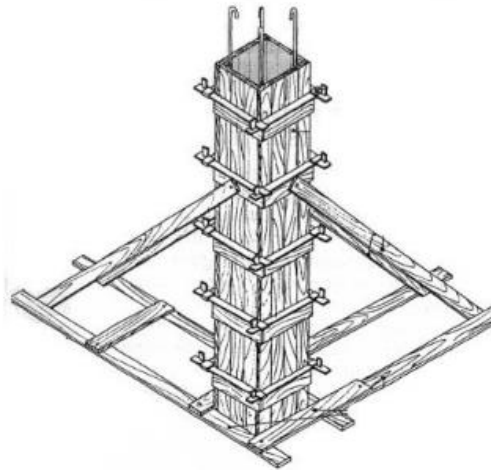
- Il **paramento** o **cassero** – la cui superficie interna a diretto contatto col CC determina la forma e la tessitura superficiale dell'elemento gettato
- L' **orditura** o **banchina** – costituita da elementi strutturali destinati a ripartire i carichi derivanti della spinta agente sul cassero e a trasmetterli ai vincoli
- Le **opere provvisionali** – ovvero piattaforme fisse o mobili solidarizzate alle casseforme



## CONGLOMERATI CEMENTIZI – CASSEFORME

### CASSEFORME DI LEGNO –

- **Legno grezzo** – tavole di pino o abete, a superficie ruvida. Legno stagionato, per evitare che si deformi durante l'uso. Il diverso grado di assorbimento delle tavole (ad es. in corrispondenza di nodi) comporta differenze di colore. Anche per questo è opportuno bagnare le tavole prima del getto e trattarle poi con un disarmante. Con l'uso le tavole si alterano e hanno un impiego limitato.
- **Legno lavorato** – legno duro, trattato in superficie e rifinito ai bordi per gli accoppiamenti. Possono essere piallate (finitura liscia) o sabbiate e bagnate con soluzione ammoniacale per mettere in evidenza le nervature.
- **Legno compensato** – in fogli sovrapposti a casseforme di vario tipo, o in pannelli. Possono essere trattati con resine sintetiche per ottenere una superficie più liscia

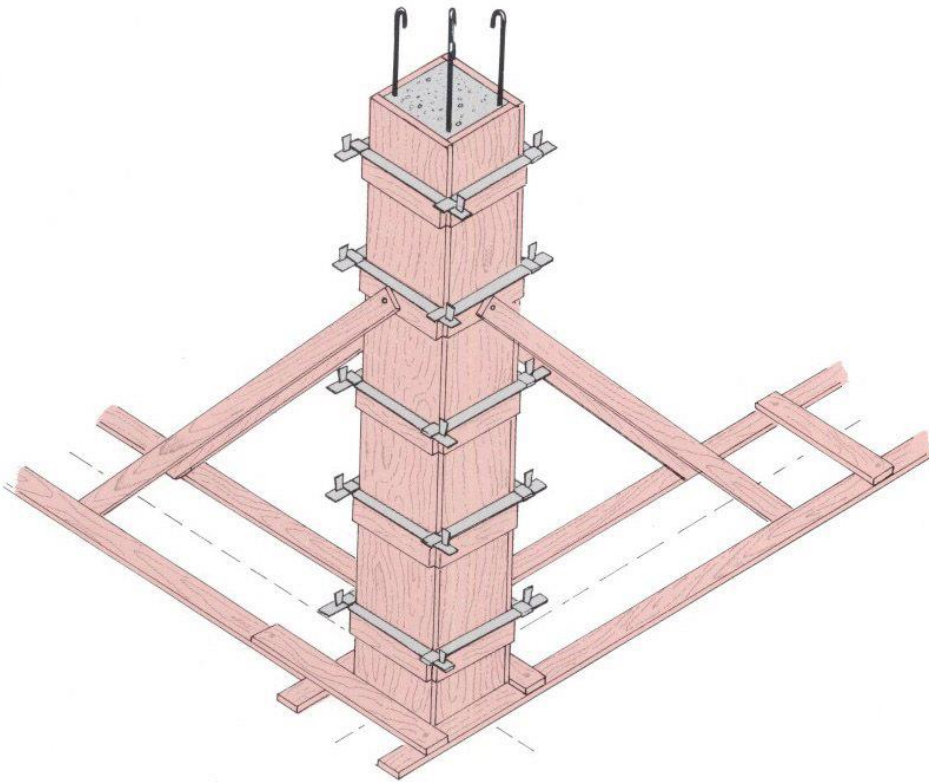


Le casseforme lignee vengono pre-trattate con olio disarmante per facilitare il distacco del c.c. dopo il getto

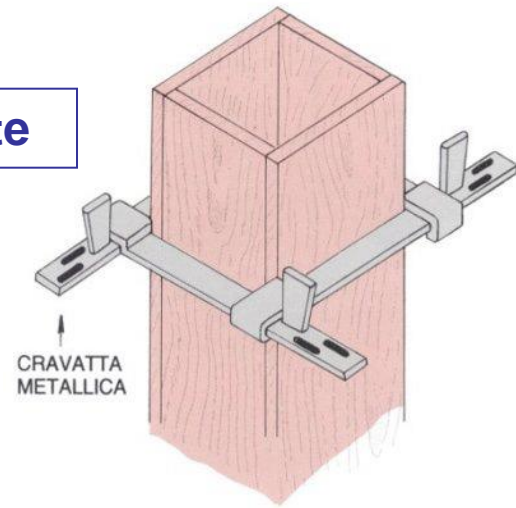


# CONGLOMERATI CEMENTIZI

## CONGLOMERATI CEMENTIZI – CASSEFORME

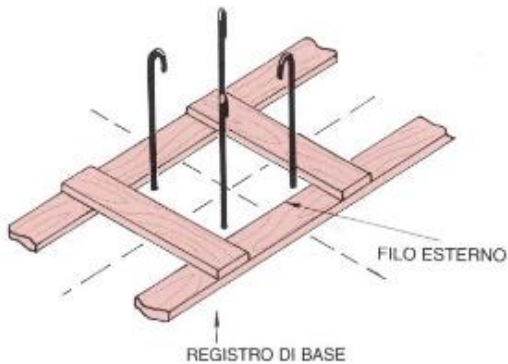
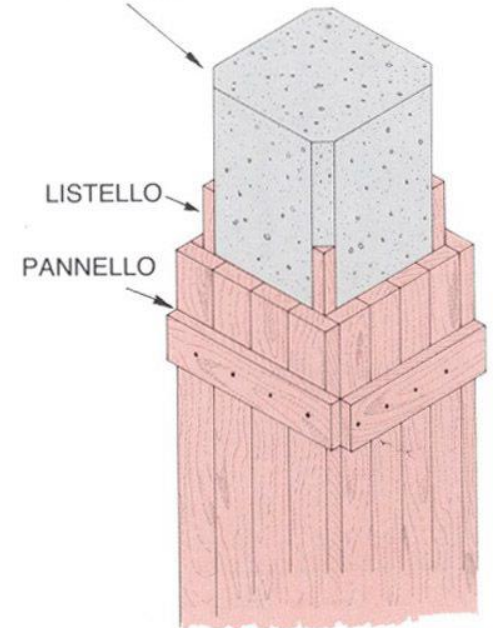


Cravatte

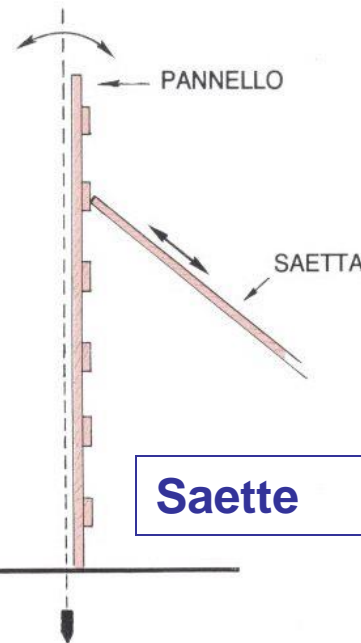


Smussi

ANGOLO SMUSSATO



Chiamate di ancoraggio - Registri di base



Saette

## CONGLOMERATI CEMENTIZI – CASSEFORME

- **CASSEFORME DI ACCIAIO** – molto resistenti e quindi impiegabili per molto tempo. Anche per getti di grande dimensione. Si usano per elementi prefabbricati.

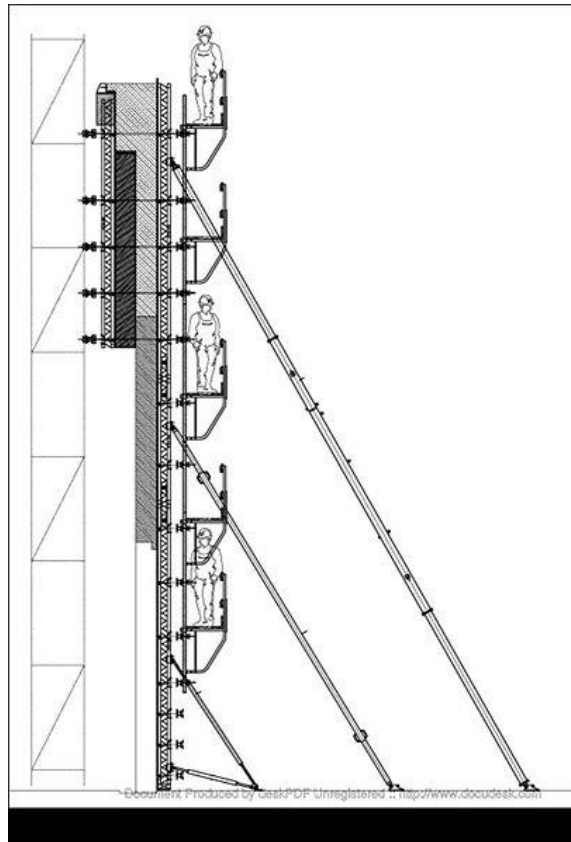
Le casseforme metalliche costituite da pannelli in lamiera di acciaio, sono irrigidite da un telaio posto sulla faccia che non viene a contatto con il calcestruzzo. I pannelli vengono uniti fra loro per mezzo di morsetti.



## CONGLOMERATI CEMENTIZI – CASSAFORMA

- **FUNZIONE DEL CASSERO**

- **Geometrica**: viene realizzato in modo tale che il calcestruzzo gettato dentro possa assumere la forma richiesta dal progetto.
- **Meccanica**: deve essere in grado di contenere la spinta idraulica del calcestruzzo appena gettato quindi non maturato e in definitiva in forma di fluido semiliquido.



## CONGLOMERATI CEMENTIZI – CASSAFORMA

- **TRATTAMENTO SUPERFICI**

- togliere la pellicola superficiale di malta fine e mettendo in vista la struttura interna e quindi il materiale lapideo.
- lavare con acqua, spazzolando la superficie del getto. E' necessario intervenire quando la malta è ancora plastica, non completamente indurite (3-6 ore dopo l'esecuzione del getto, o mediante ritardanti). Nei sistemi prefabbricati questi trattamenti risultano più agevoli in quanto i getti si effettuano su casseri orizzontali.

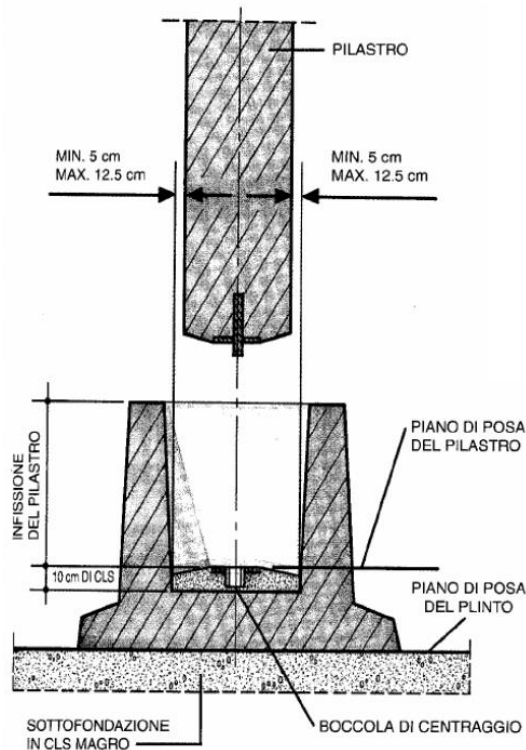
- ***EFFETTI***

- » Striature con spazzole rigide
- » Inerti selezionati sulla superficie superiore
- » Stesura di inerti selezionati su letto di sabbia posto sulla faccia inferiore della cassaforma
- » Getti di sabbia a forte pressione (sabbatura) quando il getto è sufficientemente indurito
- » Lavorazione con attrezzi (bocciarda, martellina, scalpellone, ecc.) quando il CLS è completamente indurito asportando lo strato superficiale. Servono anche per cancellare i difetti più grossi.

## CONGLOMERATI CEMENTIZI – STRUTTURE

### • PILASTRI

- I *pilastri*, monopiano o pluripiano, sono di solito a sezione quadrata o rettangolare: hanno armatura normale o pretesa. Possono essere dotate di mensole





## CONGLOMERATI CEMENTIZI – STRUTTURE

### • TRAVI

- Le *travi* vengono prodotte con diversi profili (rettangolare, a L, a I).
- Le ali sporgenti dalle travi a L o a T servono a creare una sede di appoggio per le lastre di solaio risparmiando spazio in altezza (solaio nello spessore della trave)



## CONGLOMERATI CEMENTIZI – STRUTTURE

### PANNELLI PORTANTI PREFABBRICATI

- Si usano prevalentemente CC leggeri, ottenuti con aggregati leggeri (analoghi a quelli impiegati per la confezione dei blocchi), pomice, vermiculite, perlite, argilla espansa, o per creazione di vuoti all'interno della massa (insufflazione di aria).
- Il peso specifico varia da i 1200 e i 1850 Kg/m<sup>3</sup>, sempre comunque inferiore ai 2500 kg/ m<sup>3</sup> del calcestruzzo tradizionale.
- Aumenta la coibenza termica rispetto a quella del calcestruzzo tradizionale.

### PANNELLI PORTANTI PREFABBRICATI

- Classificazione dei sistemi prefabbricati in CC
  - » elementi piani
  - » elementi bidimensionali
- Classificazione rispetto alla costituzione del pannello
  - » monostrato
  - » multistrato
  - » a sezione cava



## CONGLOMERATI CEMENTIZI – STRUTTURE

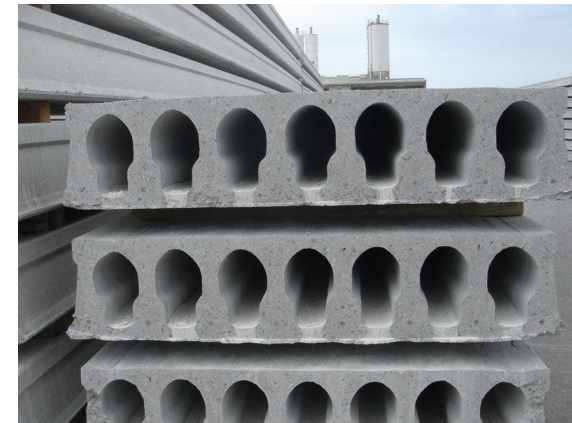
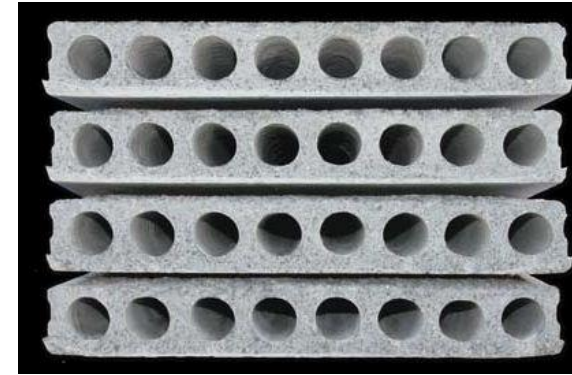
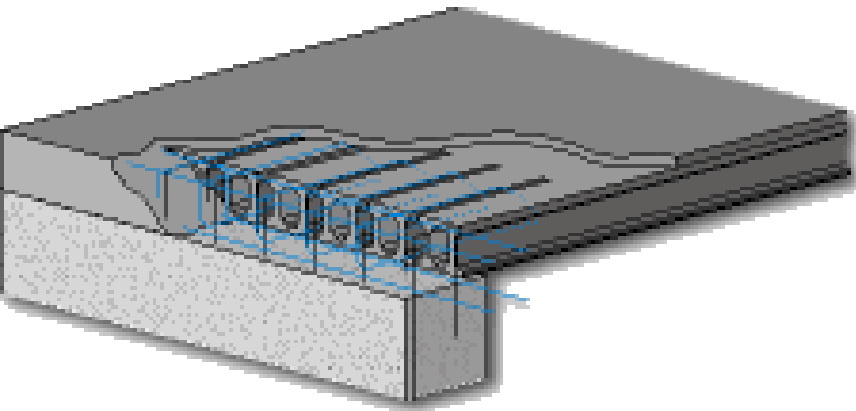
### • LASTRE PER SOLAI

- Le lastre per solai e coperture piane in CCA possono essere: piene, alveolari, a Pi greco, a T.
- Le lastre piene vengono usate per luci e (quindi) spessori ridotti.
- Per luci più grandi si utilizzano lastre alveolari, più spesse di quelle piane e dotate di cavità longitudinali che eliminano il CC privo di funzione strutturale.
- Per luci ancora più elevate si utilizzano lastre a Pi greco o a T.
- Prodotte con finitura superiore superficiale ruvida.
- Dopo la posa si esegue un *getto di completamento* di CC di 5 cm., lisciato.



# CONGLOMERATI CEMENTIZI

## CONGLOMERATI CEMENTIZI – *STRUTTURE*



## CONGLOMERATI CEMENTIZI – STRUTTURE

### COPERTURE

Tegoloni binervati



Tegoloni curvi



Tegoloni piani

