

# Materiali per l'Architettura (6CFU)

Prof. Arch. Alberto De Capua, coll. Arch. Valeria Ciulla

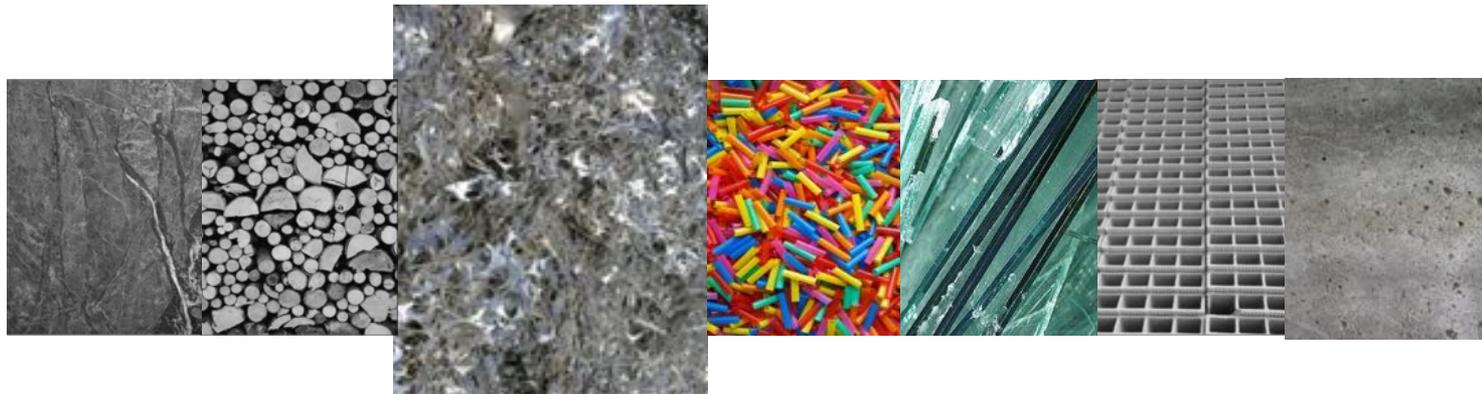
## MpA seminario materiali d'architettura

- ACCIAIO
- PLASTICHE
- VETRO
- CALCESTRUZZO



*Seminario a cura di Valentina Palco*

- **ACCIAIO**
- PLASTICHE
- VETRO
- CALCESTRUZZO



## ACCIAIO - definizione e classificazione

Gli acciai in sono **leghe di ferro e carbonio** con tenore in carbonio inferiore al 2%.

In genere sono presenti anche percentuali di altri elementi come il silicio, manganese, fosforo, zolfo, necessari per conferire particolari caratteristiche al prodotto finito oppure aggiunti per migliorare il processo siderurgico.

All'aumentare della percentuale di carbonio variano le caratteristiche resistenti del prodotto e precisamente:

- ✓ diminuisce la duttilità,
- ✓ aumenta la resistenza;

Esistono moltissimi tipi di acciaio, le cui composizioni e denominazioni sono stabilite da apposite norme tecniche: in Europa le euronorme (EN) emesse dal Comitato Europeo di Normazione (CEN) e nel continente americano l'ASTM (American Society Testing Materials), in collaborazione con l'AISI (American Iron and Steel Institute) ed internazionalmente le ISO (International Standard Institute).

Gli acciai possono essere classificati in diverse angolazioni:

- **gruppo I** (UNI EN 10027-2): **acciai di base e di qualità**, detti anche acciai da costruzione di uso generale.
- **gruppo II: acciai speciali**, differiscono dagli altri acciai per la loro composizione chimica e per il trattamento termico che subiscono che conferisce a questi acciai particolari caratteristiche meccaniche.

## ACCIAIO – classificazione in base al contenuto di carbonio

si classificano in:

- **acciaio tipo I** (extra dolce, dolce o ferro), indicato con i simboli Fe37 e Fe45, facilmente saldabile e con un elevato limite di snervamento, utilizzati per lamiera, tubi, bulloni, chiodi, ferri da costruzione;
- **acciaio tipo II** (semiduro e duro), indicato con i simboli da Fe52 a Fe65 e di scarsa saldabilità, utilizzati per componenti di macchine, cavi metallici, tondini per c.a.;

➡ se il contenuto di carbonio è molto *basso si hanno metalli teneri e plastici,*

data l'importanza della duttilità gli **acciai da carpenteria** debbono avere un basso tenore di carbonio: in linea generale minore dello 0,24%.

➡ se il contenuto di carbonio è *elevato si hanno metalli duri e fragili.*

## ACCIAIO – classificazione in base alla composizione chimica

Oltre al carbonio possono essere presenti degli ulteriori elementi alliganti aggiunti per lo più sotto forma di ferroleghe. In base alla composizione chimica gli acciai si possono distinguere in :

- **acciai di base debolmente legati:** sono acciai nel quale i tenori degli elementi di lega rientrano nei limiti indicati dalla UNI EN 10020 (“Definizione e Classificazione dei tipi di acciaio”), non è richiesta alcuna prescrizione di qualità che comporti precauzioni speciali durante il processo produttivo.
- **acciai legati o speciali:** sono acciai per i quali almeno un limite indicato dalla UNI EN 10020 viene superato. Contengono, oltre al ferro ed al carbonio, silicio, manganese, nichel, cromo, che conferiscono particolari caratteristiche meccaniche/chimiche. Gli acciai speciali sono denominati anche **Ex-ten**, e **Triten**, consentono di ottenere strutture con peso limitato poiché possiedono un elevato limite di snervamento, con l’aggiunta di rame e cromo assumono una discreta resistenza all’ossidazione (**CorTen**, Itacor e patinabili).



## ACCIAIO – Caratteristiche fisiche

- **PESO SPECIFICO e di VOLUME.** Il peso specifico dell'acciaio  $7860 \text{ kg/m}^3$  (valore della densità)  $\times 9,8 \text{ m/s}^2$  (costante di accelerazione gravitazionale terrestre).
- **COEFFICIENTE di DILATAZIONE TERMICA.** Il coefficiente di dilatazione termica, è una variazione frazionale nella lunghezza di un barra per grado di variazione nella temperatura, nell'acciaio è pari a  $12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ . La dilatazione termica dei corpi, quantificata da questo coefficiente, indica il variare delle proprie dimensioni all'aumentare della temperatura, nell'acciaio è un dato importante in quanto influisce sulla progettazione strutturale.
- **COEFFICIENTE di CONDUCIBILITA' o CONDUTTIVITA' TERMICA.** L'acciaio ha un'elevata conduttività termica, quindi, produce perdita di calore per riscaldamento e formazione di condensa sulle superfici fredde dell'acciaio

## ACCIAIO – Caratteristiche meccaniche

Negli acciai la resistenza meccanica a rottura non è elevata, ma gli acciai speciali presentano, invece, valori del carico di rottura più elevati ed hanno migliori prestazioni grazie all'aggiunta, nella lega, di manganese, silicio ecc.

- **RESISTENZA A TRAZIONE, FLESSIONE, TAGLIO, TORSIONE.** L'acciaio presenta elevata resistenza a trazione ed agli sforzi longitudinali o trasversali.

- **RESISTENZA AL FUOCO.** L'acciaio non brucia e non conduce il fuoco perché è un materiale non combustibile, tuttavia le sue proprietà meccaniche variano sensibilmente in funzione della temperatura.

Si definisce resistenza al fuoco di un elemento strutturale la sua attitudine a conservare: stabilità “R”, tenuta “E”, isolamento termico “I” (REI). L'intervallo di tempo in cui un elemento strutturale sottoposto all'azione del fuoco non viene danneggiato è definito “durata di resistenza al fuoco”. I provvedimenti applicabili per la protezione antincendio possono essere di tipo: isolante; schermante; sottraente di calore. Attraverso:

- rivestimenti specifici aderenti o scatolari, come intonaci applicati a spruzzo;
- vernici intumescenti, materiali che alle alte temperature si rigonfiano creando una struttura cellulare a strati sovrapposti e stagni di elevatissimo potere coibente;
- soluzioni strutturali ibride, profilati inseriti in getti di calcestruzzo.

## ACCIAIO – Caratteristiche meccaniche

- **RESISTENZA ALLA CORROSIONE.** Per corrosione si intende la reazione misurabile, di un materiale metallico con il suo ambiente che modifica il materiale in maniera negativa.

- *c. chimica*, cioè diretta tra ferro ed ossigeno con formazione di ossido di ferro che diventa significativa a temperature elevate;

- *c. elettrochimica o fisica*, cioè la reazione che si verifica a temperatura ambiente in presenza di ossigeno e di acqua.

La corrosione è influenzata dalla composizione chimica dell'atmosfera, dalla composizione chimica dell'acciaio e degli elementi di lega, dalla situazione meteorologica e dagli “attacchi climatici”, dai rivestimenti.

Nelle costruzioni gli elementi di acciaio sono protetti con dei rivestimenti/pitture applicate dopo aver preparato opportunamente la superficie.

## ACCIAIO – Caratteristiche tecniche e tecnologiche

Le principali caratteristiche tecniche e tecnologiche dell'acciaio riguardano proprietà importanti per la lavorazione del materiale e per l'impiego del materiale, tra queste:

- **SALDABILITÀ.** Gli acciai utilizzati nelle costruzioni sono tutti saldabili, questa caratteristica è condizionata dalla % di carbonio, infatti, sopra lo 0,3% di carbonio diminuiscono saldabilità ed allungamento percentuale.
- **PLASTICITÀ.** Nelle deformazione dell'acciaio si distingue tra la deformazione a caldo e la deformazione a freddo. Quest'ultima deve essere intesa come deformazione al di sotto della temperatura di ricristallizzazione e, a seconda del grado di deformazione, determina una alterazione delle proprietà. Questo incrudimento è soggetto col tempo a un processo di invecchiamento e porta a una ulteriore fragilità, che danneggia soprattutto la saldabilità del prodotto. Attraverso una seconda lavorazione come la ricottura o la bonifica è possibile eliminare tali svantaggi.
- **DUREZZA.** Può essere determinata in modo non distruttivo, comunica l'omogeneità del materiale, la sua resistenza alla trazione ed eventualmente la sua resistenza all'usura.

## ACCIAIO – Impieghi e Prodotti

Gli acciai vengono utilizzati:

- nelle opere di carpenteria, strutture spaziali e sistemi costruttivi reticolari;
- nelle opere di lamiera, chiusure orizzontali;
- nel cemento armato e nel c.a. precompresso;
- come materiali di rivestimento e arredamento;

Sono prodotti **tre tipi** di acciaio indicati come: Fe 360; Fe 430; Fe 510 dove **il numero indica il valore della resistenza a rottura espresso in N/mm<sup>2</sup>.**

Con tali acciai, laminati a caldo, si ottengono:

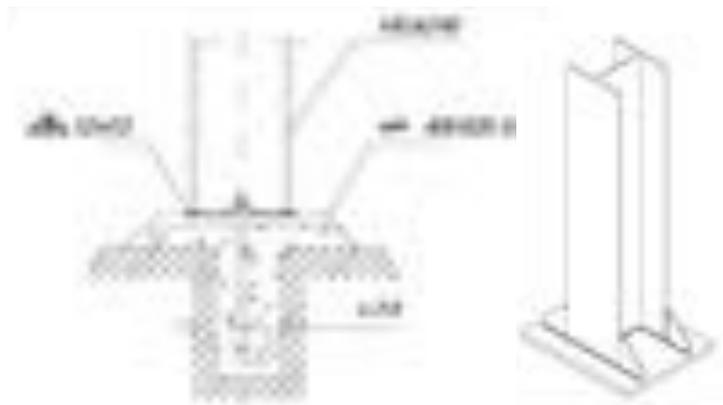
- profilati, barre, larghi piatti, lamiere;
- profilati cavi.

La normativa indica, per i due tipi di prodotti sopra definiti, i valori minimi:

- della tensione unitaria di rottura  $f_t$  (N/mm<sup>2</sup>);
- della tensione unitaria di snervamento  $f_y$  (N/mm<sup>2</sup>);
- della resistenza KV alle temperature +20°, 0°, -20° (J = Nm);
- dell'allungamento percentuale a rottura et .

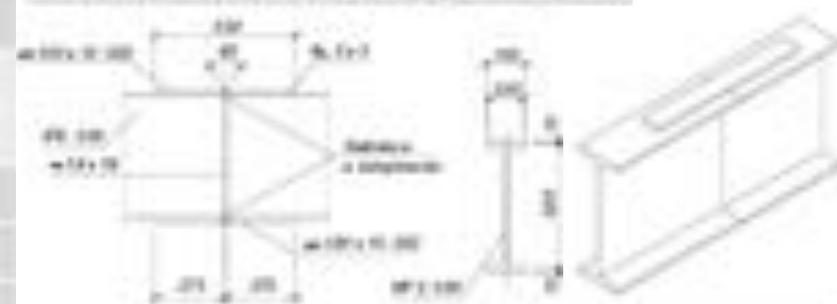
# ACCIAIO – Profilati

PROFILATI A DOPPIO T	ad ali strette e rastremate	IPN
	ad ali medie e parallele	IPE
	serie leggera	HEA
	ad ali larghe	serie normale
	serie pesante	HEM



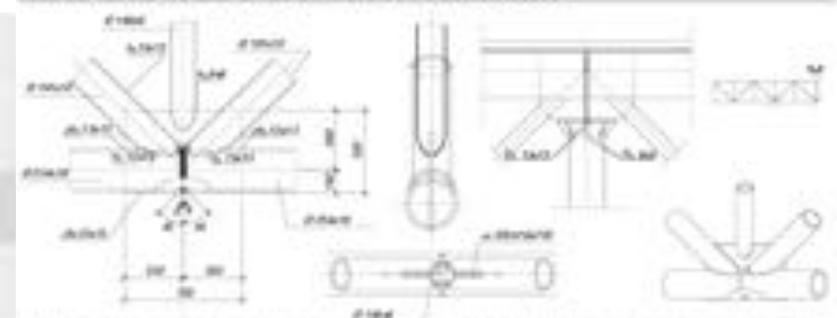
PROFILATI	a doppio T ad ali strette e rastremate (IPN)	
	a T	ad ala stretta
		ad ala larga
	a L	ali uguali
		ali disuguali
	a C	serie normale
		serie pesante
		serie speciale
	a Z	a spigoli vivi

FIG. 21.111. CANTO E PUNTA CON FORTISSIMO PER PROFILI A DOPPIO T.



PROFILI A SEZIONE CAVA	a sezione circolare	saldati
		senza saldatura
	a sezione quadrata senza saldatura	
	a sezione rettangolare senza saldatura	

FIG. 21.112. REDI INALTI E PUNTE INALTI E PUNTE INALTI PER PROFILI A SEZIONE CAVA.



Tab. 03.15.1 PROFILATO L-GETTO IN ACCIAIO – UNI EN 10025 – 100x100x10



$h$  = altezza del profilo  
 $b$  = larghezza del profilo di base  
 $t$  = spessore di lamina per un modo di base

Dimensione nominale (mm)	Proprietà geometriche					
	$h$ (mm)	$b$ (mm)	$t$ (mm)	$r$ (mm)	$I_x$ (cm <sup>4</sup> )	$I_y$ (cm <sup>4</sup> )
100x100x10	100	100	10	10	1,07	1,07
100x100x12	100	100	12	12	1,30	1,30
100x100x14	100	100	14	14	1,57	1,57
100x100x16	100	100	16	16	1,87	1,87
100x100x18	100	100	18	18	2,19	2,19
100x100x20	100	100	20	20	2,54	2,54

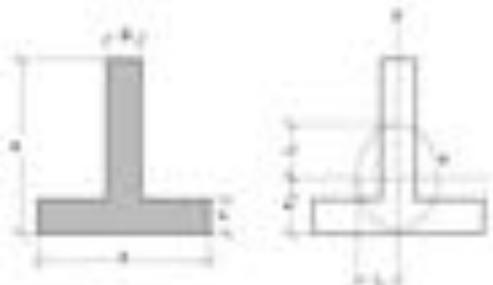
Tab. 03.15.2 PROFILATO L-GETTO IN ACCIAIO – UNI EN 10025 – 100x100x12



$h$  = altezza del profilo  
 $b$  = larghezza del profilo di base  
 $t$  = spessore di lamina per un modo di base

Dimensione nominale (mm)	Proprietà geometriche					
	$h$ (mm)	$b$ (mm)	$t$ (mm)	$r$ (mm)	$I_x$ (cm <sup>4</sup> )	$I_y$ (cm <sup>4</sup> )
100x100x12	100	100	12	12	1,30	1,30
100x100x14	100	100	14	14	1,57	1,57
100x100x16	100	100	16	16	1,87	1,87
100x100x18	100	100	18	18	2,19	2,19

Tab. 03.15.3 PROFILATO L-GETTO IN ACCIAIO – UNI EN 10025 – 100x100x14



$h$  = altezza del profilo  
 $b$  = larghezza del profilo di base  
 $t$  = spessore di lamina per un modo di base  
 $a$  = altezza della saldatura  
 $c$  = distanza dal vertice al centro della saldatura  
 $r$  = R20 = raggio di base

Dimensione nominale (mm)	Proprietà geometriche					
	$h$ (mm)	$b$ (mm)	$t$ (mm)	$r$ (mm)	$I_x$ (cm <sup>4</sup> )	$I_y$ (cm <sup>4</sup> )
100	100	100	14	14	1,57	1,57
100	100	100	16	16	1,87	1,87
100	100	100	18	18	2,19	2,19
100	100	100	20	20	2,54	2,54
100	100	100	22	22	2,91	2,91
100	100	100	24	24	3,29	3,29
100	100	100	26	26	3,69	3,69
100	100	100	28	28	4,10	4,10
100	100	100	30	30	4,52	4,52
100	100	100	32	32	4,95	4,95
100	100	100	34	34	5,39	5,39
100	100	100	36	36	5,84	5,84
100	100	100	38	38	6,30	6,30
100	100	100	40	40	6,77	6,77

## ACCIAIO – Barre e lamiera

Gli acciai da cemento armato vengono prodotti per trafilatura in **barre** tonde e lisce o ad aderenza migliorata; hanno diametri variabili da 4mm a 34mm.

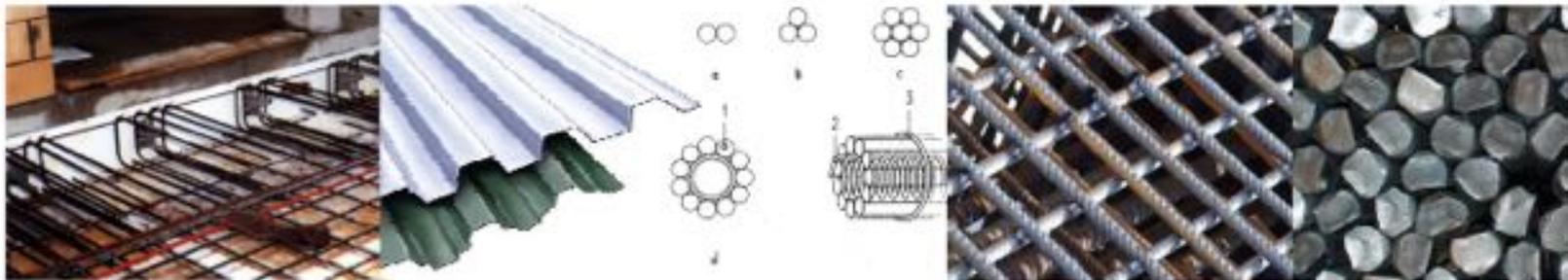
Gli acciai da precompresso, sono acciai speciali prodotti a freddo in fili di circa 2÷3mm di diametro, di elevata resistenza a rottura, in seguito avvolti ad elica (trefoli).

Fra i prodotti di acciaio in forma di lamiera vi sono le lamiere “grecate” e quelle “ondulate”.

### Connessioni

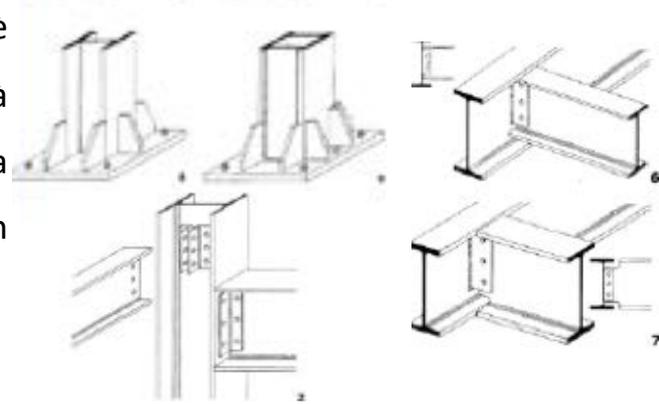
I collegamenti possono essere realizzati per:

- **chiodatura**: si effettua forando i due elementi da unire e facendovi passare il chiodo, la cui estremità viene ribattuta, assicurando il collegamento;
- **bullonatura**: viene eseguita impiegando viti e bulloni;
- **saldatura**: unione stabile e continua lungo la superficie di contatto, ottenuta mediante l'azione del calore;
- **incollaggio**: si utilizzano adesivi acrilici, vinilici, epossidici, fenolici.

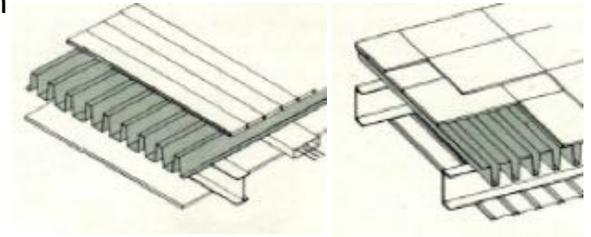


## ACCIAIO – Elementi Tecnici

**STRUTTURA PORTANTE** Grazie alle sue caratteristiche meccaniche l'acciaio è usato per realizzare strutture dotate di leggerezza rispetto alla capacità portante. Il nodo trave-pilastro è la tipologia strutturale tradizionalmente usata nell'edilizia in acciaio: è il punto più problematico, dove la presenza di sforzi in direzioni diverse rende necessaria una progettazione accurata.



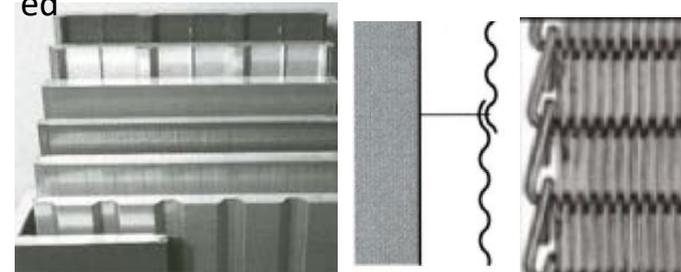
**CHIUSURE ORIZZONTALI** Solaio in lamiera semplice o grecata collaborante con getto in cls



## CHIUSURE VERTICALI

• **elementi sandwich** in cui due lamiere metalliche sono accoppiate ed interposte da uno strato di materiale isolante;

- **facciate metalliche**
- **tessuti metallici**



## COPERTURE

- ACCIAIO
- **PLASTICHE**
- VETRO
- CALCESTRUZZO



## PLASTICHE - definizione e classificazione

Le materie plastiche e gli elastomeri (gomme) sono sostanze macromolecolari (polimeri). Le prime, ottenute con procedimenti di sintesi della chimica organica, sono caratterizzate dal comportamento plastico alle alte temperature che consente la formatura;

Gli elastomeri, che presentano a temperatura ambiente un comportamento elastico, sono ottenuti da polimeri liquidi, naturali o sintetici, le cui strutture lineari sono vincolate tra loro attraverso il processo chimico di indurimento, chiamato vulcanizzazione.

Le plastiche utilizzate in edilizia sono classificate in:

1. resine termoindurenti
2. resine termoplastiche

1. Sono definite **termoindurenti** quelle resine che, dopo un'iniziale azione prolungata del calore, diventano infusibili in modo irreversibile.

2. Sono definite **termoplastiche** quelle resine che rammolliscono con il calore, e che con il raffreddamento, riacquistano lo stato iniziale senza variazione della struttura chimica.

## PLASTICHE - definizione e classificazione

**RESINE TERMOINDURENTI.** Il gruppo di queste resine ha la caratteristica di formare legami tridimensionali tra i monomeri di partenza, la reazione irreversibile che indurisce queste resine avviene con l'aumento di temperatura, spesso con l'aggiunta di catalizzatori di indurimento.

Tra le resine termoindurenti si individuano:

### - Resine Epossidiche

Presentano: Buone proprietà meccaniche, buona resistenza chimica, basso ritiro e ottima adesività. Trovano largo impiego, come collanti su calcestruzzi – metalli - legno, per additivazione di malte e calcestruzzi, vengono utilizzate come sigillanti, per rinzaffi resistenti agli attacchi chimici, come impregnanti, come manti per pavimentazioni.

### - Resine Poliuretaniche

Presentano: Buone proprietà meccaniche, buona resistenza chimica, basso ritiro, buona adesività. Caricate con additivi assumono la proprietà di espandersi (poliuretano espanso) determinando elevata coibentazione, sono utilizzate come sigillanti, rivestimenti e incamiciature, per rinzaffi resistenti agli agenti chimici, come impregnanti, collanti e manti per pavimentazioni.

### - Resine Poliestere

Queste resine sono caratterizzate da: indurimento rapido, temperatura d'indurimento bassa, buona facilità di miscelazione, resistenza agli agenti chimici, buone proprietà meccaniche e bassa viscosità. Combinate con fibre di vetro o nylon danno luogo a materiali compositi che trovano largo impiego nella produzione di infissi, pannelli, tubazioni.

## PLASTICHE - definizione e classificazione

**RESINE TERMOPLASTICHE** Le resine termoplastiche sono polimeri lineari o ramificati che possono essere fusi fornendo loro una appropriata quantità di calore; durante la fase di plastificazione non subiscono alcuna variazione a livello chimico. Possono essere forgiati (e ri-forgiati) in qualsiasi forma usando come tecniche lo stampaggio ad iniezione e l'estrusione.

Tra le resine termoplastiche si individuano:

### - Polietilene

Si ottiene polimerizzando l'etilene, può essere: a bassa, media, alta densità. Le differenze tra le tre formulazioni sono relative alla resistenza a trazione, al modulo di resistenza a flessione, e al punto di rammollimento. Viene impiegato per canalizzazioni e per apparecchiature elettriche.

### -Polistirene

Gli impieghi principali sono connessi ai sistemi di isolamento termico e acustico ed alle realizzazioni di solai in calcestruzzo alleggerito. E' commercializzato in blocchi, pannelli, piastrelle, palline, schiume espansive.

### - Polivinilcloruro PVC, rigido e plasticizzato

E' la resina più usata nel settore delle costruzioni. Il **PVC rigido** presenta buona resistenza agli attacchi chimici, elevata resistenza a trazione e flessione, buona resistenza all'abrasione. E' impiegato per la produzione di tubi e telai per infissi, lastre piane e ondulate per coperture o per la realizzazione di divisori. Il **PVC plasticizzato** non possiede caratteristiche di rigidità. E' utilizzato prevalentemente per pavimentazioni viniliche.

## Plastiche – Caratteristiche fisiche

In generale le plastiche riducono la trasmissione di energia sia che si tratti di corrente elettrica, calore, suono.

- **COEFFICIENTE di COIBENZA TERMICA.** E' in genere elevata.
- **COEFFICIENTE di CONDUCIBILITA' o CONDUTTIVITA' TERMICA.** In genere è bassa.

## Plastiche – Caratteristiche meccaniche

Le caratteristiche meccaniche e tecniche delle materie plastiche variano in relazione alla differenza tra termoindurenti e termoplastiche.

Nelle **termoindurenti** la resistenza meccanica e le caratteristiche tecniche di *rigidezza* e *fragilità* sono tanto maggiori quanto più fitta è la reticolazione.

Nelle **termoplastiche** le caratteristiche meccaniche e le caratteristiche tecniche di *rigidezza* variano con la temperatura e sono suscettibili di scorrimento sotto l'azione di sforzi applicati.

## Plastiche – Elementi tecnici

### IMPERMEABILIZZAZIONE

I materiali impermeabilizzanti sono impiegati per impedire l'infiltrazione di acqua, per risalita capillare o gravità in quella parti del organismo edilizio maggiormente a rischio (fondazioni, solai a terra, chiusure verticali dei piani interrati, balconi, coperture).

Oltre al principale requisito di impermeabilità, questi materiali devono avere (UNI 8202)

- ✓buone caratteristiche meccaniche per resistere ai movimenti strutturali,
- ✓adeguata resistenza al punzonamento statico e dinamico,
- ✓stabilità dimensionale,
- ✓plasticità,
- ✓resistenza agli agenti atmosferici e all'invecchiamento,
- ✓devono essere imputrescibili.

Se esposti ai raggi UVA, alle piogge acide e alle escursioni termiche richiedono un'adeguata protezione superficiale.

I materiali impermeabilizzanti sono di tipo *naturale* o *sintetico*.

1. Alla prima categoria appartengono i materiali bituminosi, impiegati anche nella produzione delle **membrane bituminose** e come sigillanti;
2. alla seconda categoria appartengono le **membrane sintetiche**.

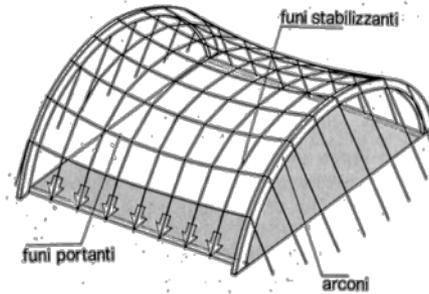
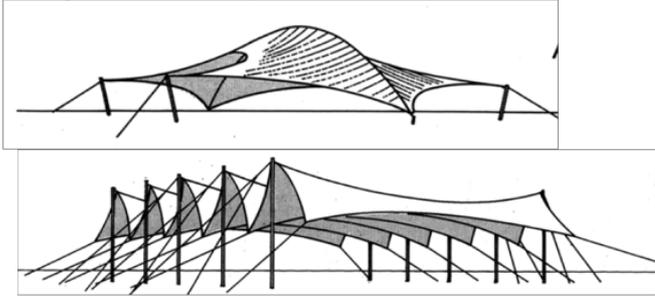
I prodotti impermeabilizzanti, applicabili a freddo o a caldo, sono commercializzati in forma liquida o pastosa in membrane mono o pluristrato.

Un'eventuale armatura, che migliora le caratteristiche meccaniche, può essere integrata nella fase di posa in opera o predisposta già nel prodotto prefabbricato.

## Plastiche – Elementi tecnici

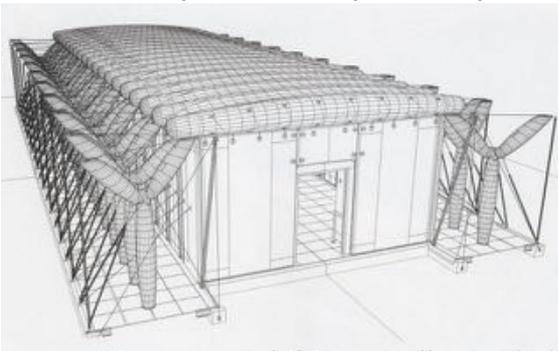
### STRUTTURE PORTANTI

**Strutture con reti di funi:** Sono costituite da una rete in cui le funi (fili di acciaio zincato) si pre-tendono reciprocamente, conferendo all'orditura una doppia curvatura. La copertura è realizzata con poliestere trasparente.



**Strutture a tenda** Per tenda si intende una lamina di materiale talmente sottile da non presentare alcuna resistenza a flessione, compressione, e taglio capace, invece, di reagire solo a trazione. Tale sistema è limitato a strutture provvisorie di piccole dimensioni.

**Strutture pneumatiche:** Sono caratterizzate dall'essere sostenute da gas, la forma e la stabilità sono determinate dallo stato di pressione, superiore rispetto all'esterno, prodotto dal gas immesso al loro interno. I sistemi pneumatici possono essere: a parete semplice, a parete doppia.



Airtecture Exhibition Hall , A. Thallemer, 1996, (struttura



- ACCIAIO
- PLASTICHE
- **VETRO**
- CALCESTRUZZO



## VETRO - definizione e componenti

Il vetro è il prodotto del raffreddamento di un miscuglio omogeneo di minerali che, dopo essere stati portati alla fusione, passano allo stato rigido senza cristallizzare, ma assumendo una struttura molecolare disordinata e piuttosto instabile (stato amorfo).

I costituenti principali del vetro sono:

- la **silice** è il componente principale della miscela di base (sostanza vetrificante); è presente nella miscela per circa il 75%;
- i **solforati di sodio o potassio** (ossidi alcalini) contribuiscono ad abbassare il punto di fusione del vetrificante (1100°C); sono presenti per il 10-15%;
- i **carbonati di calcio o di magnesio** (ossidi alcalino terrosi), presenti per il 10-15%,

La sostituzione dell'ossido di sodio (feldspato) con ossidi di piombo e di potassio consente di ottenere il **cristallo**, ovvero una lastra di vetro particolarmente trasparente e brillante.

La sostituzione nella miscela di solforati di sodio (vetri sodico-calcici) con il solforato di potassio rende l'impasto più lavorabile e il vetro ancora più brillante (cristallo di Boemia).

Con il termine **cristallo** vengono spesso indicati anche i vetri sodico-calcici, caratterizzati da alta resistenza, bassa fragilità e ottenuti per ricottura delle lastre.

## VETRO - classificazione

I prodotti vetrari si distinguono, sulla base dei processi di lavorazione subiti, in:

- **prodotti vetrari di base**, che non presentano altre lavorazioni oltre quella di fabbricazione;
- **prodotti vetrari trasformati**, che sono ottenuti grazie a ulteriori lavorazioni atte a migliorare la prestazione

### PRODOTTI VETRARI DI BASE

I prodotti vetrari di base si distinguono, in funzione della tecnologia di produzione, in:

- *vetri tirati*;
- *vetri colati e laminati*;
- *vetri float*;
- *vetri profilati*;
- *vetri pressati in stampi*;
- *vetri temprati*.

## VETRO - prodotti vetrari di base

I **vetri tirati** (UNI EN 572(1996)) sono realizzati facendo passare l'impasto attraverso una fenditura, realizzata su una lastra di materiale refrattario; l'impasto viene tirato e successivamente sottoposto a ricottura, ciò consente di eliminare le tensioni interne che possono essere causate dal raffreddamento differenziato subito dalla lastra.

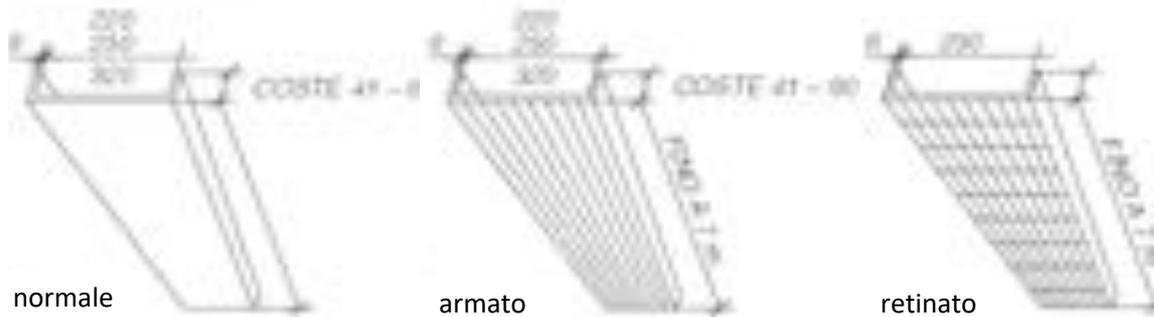
I **vetri colati e laminati** (UNI EN 572) vengono realizzati mediante colatura diretta dell'impasto fuso tra i rulli laminatori. La diversa superficie dei rulli, liscia o a rilievo, consente di ottenere **lastre di vetro lisce o stampate**, su di una faccia o su entrambe.

La deposizione di una sottile pellicola di ossido metallico consente la **colorazione** superficiale della lastra. Con la stessa tecnica, ma senza la ricottura, si producono le **lastre di vetro armate** derivanti dalla laminazione di massa vetrosa fusa nella quale è stata introdotta una rete metallica.

I **vetri float** (UNI EN 572) che prendono il nome anche di **crystalli**, sono ottenuti mediante colatura, in atmosfera inerte della massa vetrosa su un bagno di stagno fuso (to float = galleggiare). Il vetro si deposita sullo stagno secondo uno spessore naturale di 6 *mm* e viene poi sottoposto a una successiva ricottura e raffreddamento. È possibile produrre lastre di spessori compresi tra 2 e 19 *mm*, intervenendo nella fase di colatura con opportuni accorgimenti. Questo procedimento produttivo consente di ridurre al minimo le fessurazioni, grazie alle minori sollecitazioni subite dalle lastre.

## VETRO - prodotti vetrari di base

I **vetri profilati** (UNI EN 572) sono elementi traslucidi, caratterizzati dal caratteristico profilo a “U”. Ottenuti per trafilatura, hanno lunghezze fino a 4 m. I vetri profilati possono essere di tipo semplice o armato con sottili fili d'acciaio, disposti in lunghezza. Sono impiegati come elementi traslucidi e trasparenti in CV.



I **vetri pressati in stampi**, detti anche **diffusori** per la scarsa trasparenza, vengono realizzati per colatura in appositi stampi e successiva compressione, operata tramite punzoni, dell'impasto vetroso, che è in questo modo costretto ad assumere la forma dello stampo. Con tale procedimento è possibile ottenere diffusori sotto forma di blocchi cavi o a camera d'aria (UNI 9303), dal bordo rialzato.

I **vetri temprati:** la tempra (UNI EN 12150, UNI 7697) è un processo termico il cui scopo è quello di indurre particolari tensioni sulla lastra di vetro per conferirle migliori caratteristiche di resistenza, soprattutto a flessione. La lastra che ha subito la tempra, oltre a una migliore resistenza a flessione e allo shock termico, ha la caratteristica, una volta che ne sia provocata la rottura, di ridursi in frammenti minuti piuttosto che in schegge taglienti.

## VETRO - PRODOTTI VETRARI TRASFORMATI

Sono ottenuti per successiva lavorazione operata sui prodotti vetrari di base al fine di migliorare le caratteristiche del vetro; tra questi si distinguono:

- vetri riflettenti o vetri basso emissivi;
- vetri camera;
- vetri stratificati;
- vetri cromogenici.

I **vetri riflettenti**, grazie al trattamento superficiale subito, sono in grado di riflettere almeno in parte la radiazione solare incidente filtrando energia solare, a evitare che questa sotto forma di luce o di calore, penetri all'interno dell'ambiente.

Analogamente i **vetri basso-emissivi** sono utilizzati per contenere le dispersioni termiche, mediante l'azione riflettente esplicita verso l'interno dell'ambiente.

Il calore irraggiato dai corpi scaldanti (termosifoni, pannelli radianti) viene intercettato e riflesso all'interno dell'ambiente riscaldato.

La superficie della lastra viene resa riflettente mediante il deposito di metalli e ossidi metallici per pirolisi (a caldo) o per polverizzazione (a temperatura ambiente); e mediante l'applicazione di pellicole sintetiche applicate sulle lastre anche successivamente alla loro posa in opera.

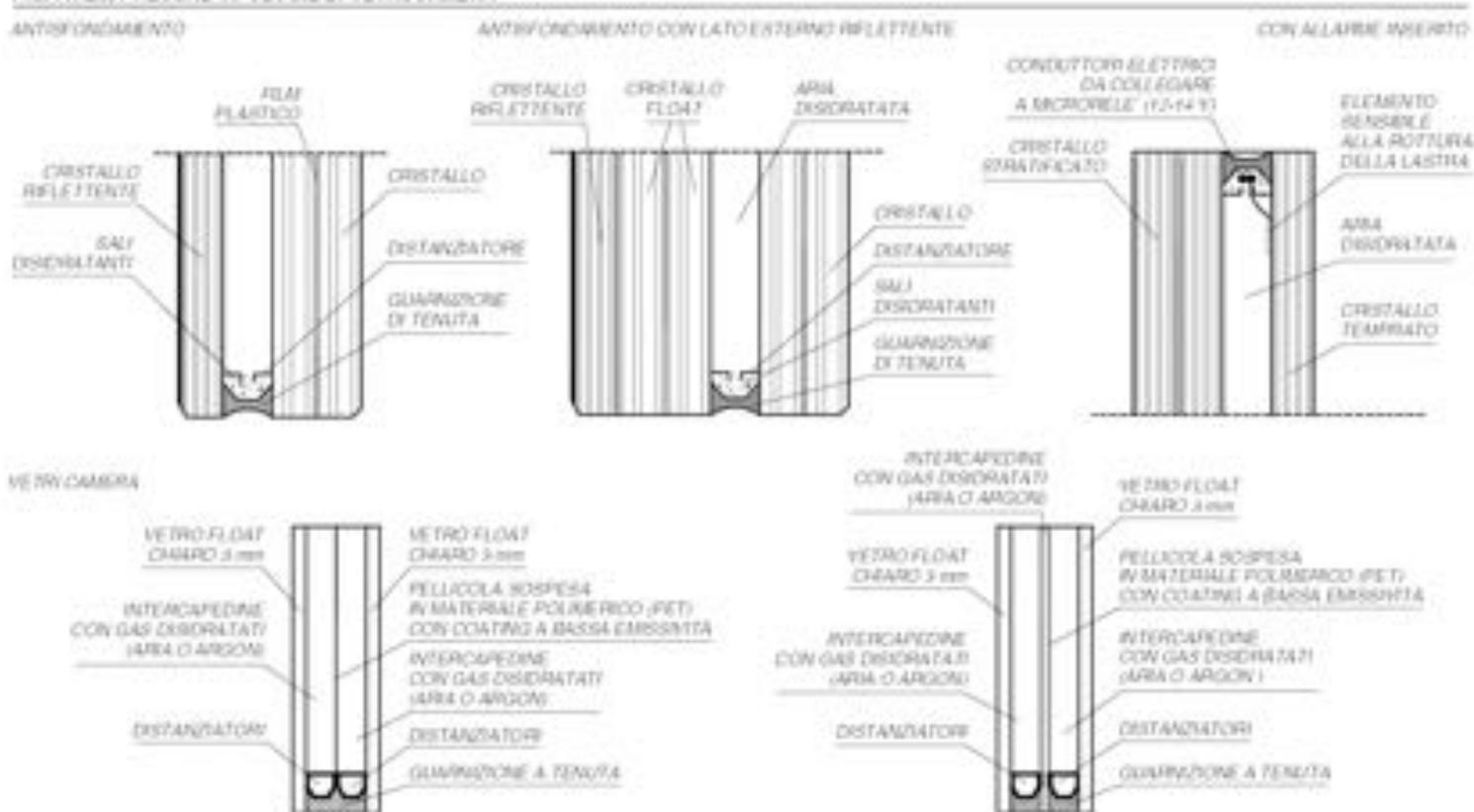
## VETRO - PRODOTTI VETRARI TRASFORMATI

Il **vetro camera** (UNI 10593) è un pannello caratterizzato da proprietà isolanti, sia termiche che acustiche.

I pannelli sono ottenuti sigillando ermeticamente lungo il perimetro due o più lastre di vetro, in modo da lasciare tra esse un'intercapedine contenente aria secca o gas nobili (argon).

Le lastre vengono distanziate mediante l'interposizione di un profilato in materiale plastico o metallico (distanziatore) contenente polveri disidratanti, mentre un'opportuna sigillatura perimetrale in materiale plastico impedisce lo scambio con l'ambiente esterno (tenuta).

FIG. F.1.36/7 ALCUNE TIPOLOGIE DI VETROCAMERA



## VETRO - PRODOTTI VETRARI TRASFORMATI

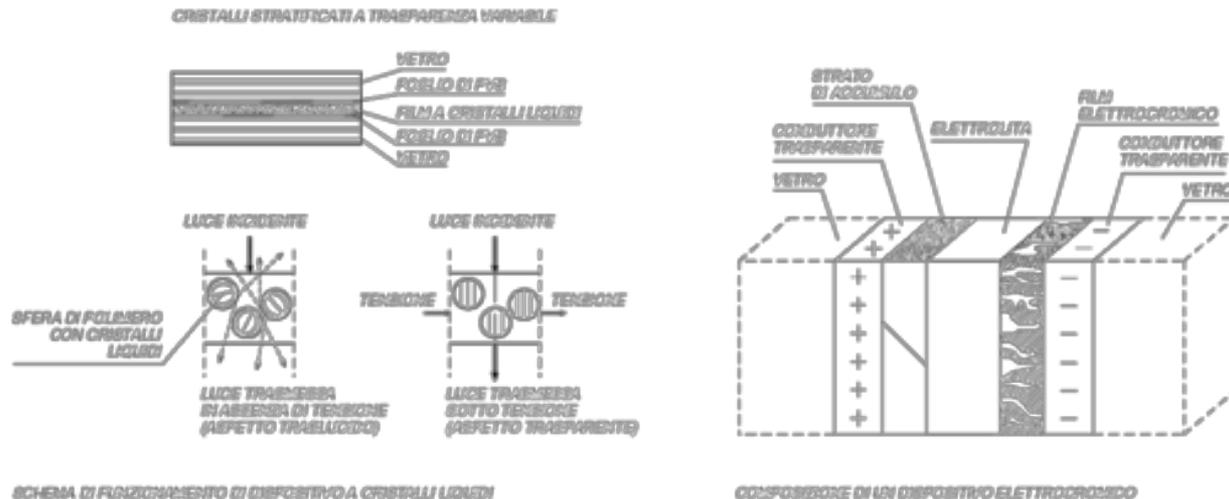
Il **vetro stratificato** (UNI EN ISO 12543, UNI EN 356, UNI EN 1063) è un pannello costituito dall'accoppiamento di più lastre di vetro, che sono unite su tutta la superficie mediante l'interposizione di un film plastico (0,3-0,5 *mm*) trasparente di polivinilbutirrale (PVB) o policarbonato.

La presenza del film plastico conferisce al pannello una buona resistenza agli urti e allo sfondamento; inoltre, nel caso in cui l'urto ne determini la rottura, i frammenti rimarranno attaccati alla plastica senza disperdersi.

I **vetri cromogenici**, pannelli in grado di variare a comando la propria opacità. Questi sono realizzati accoppiando due cristalli mediante due fogli di PVB con interposto uno speciale film a cristalli liquidi che in assenza di tensione elettrica è opaco, mentre la presenza di un campo elettrico consente alla lastra il passaggio allo stato trasparente.

L'intensità del campo elettrico può essere regolata mediante diversi stimoli esterni,:

- ✓ quali la variazione di intensità della luce (fotocromici),
- ✓ l'applicazione di un campo elettrico (elettrocromici e a cristalli liquidi),
- ✓ variazione della temperatura (termocromici).



- ACCIAIO
- PLASTICHE
- VETRO
- **CALCESTRUZZO**



## CALCESTRUZZO - definizione

Il **calcestruzzo** è una miscela di tre componenti fondamentali:

1. il *cemento*, che costituisce il legante,
2. *l'acqua*, che idrata il cemento conferendo all'impasto caratteristiche di lavorabilità e plasticità,
3. gli *inerti* o aggregati che, per il calcestruzzo ordinario, sono di origine naturale (sabbia, ghiaia o pietrisco) e costituiscono lo scheletro dell'impasto.

Gli inerti, di granulometria opportunamente assortita, devono essere bene avvolti dalla pasta di cemento e ben distribuiti.

L'impiego di *additivi* (agenti acceleranti, ritardanti, fluidificanti plastificanti, aeranti, impermeabilizzanti) migliora la lavorabilità dell'impasto e le prestazioni del prodotto indurito, la cui resistenza dipende dal rapporto acqua/cemento, dalla qualità e dalle caratteristiche meccaniche e geometriche degli inerti, dalla modalità di mescolamento, messa in opera e compattazione.

Il **calcestruzzo alleggerito** (UNI 7548) impiega come inerti il polistirolo l'argilla espansa, la pomice, il gesso, trucioli o cascami di legno, le fibre vegetali, il magnesio, l'alluminio.

Il **calcestruzzo cellulare gassificato** è un materiale molto leggero,  $450 \text{ kg/mc}$ , facilmente lavorabile; è ottenuto con impasto di sabbia e carbonato di calcio miscelato in acqua con polvere di alluminio; la polvere sviluppa gas espandendo il volume della miscela iniziale. Per l'assemblaggio dei blocchi in calcestruzzo cellulare gassificato si impiega malta collante con giunti di spessore di circa  $1 \text{ mm}$ .

## Leganti

Sono detti leganti tutti quei materiali che previo impasto con acqua, assumono nel tempo consistenza litoide, soggetti a due momenti di trasformazione il primo detto presa il secondo detto indurimento. Tradizionalmente i leganti impiegati sono 4 e hanno affinità di comportamento, sono:

1. *Calci*
2. *Agglomerati cementizi*
3. *Gessi*
4. *Cementi*

### 1. Calci

Le calci sono i leganti più antichi. Sono classificate in due categorie relativamente a come effettuano la presa:

- Calci aeree: fanno presa a contatto dell'aria reagendo con l'anidride carbonica, è un legante derivato dalla cottura tra gli 800 e 900° C di rocce calcaree in cui il carbonato di calcio sia presente in quantità non inferiore al 90%.
- Calci idrauliche: fanno presa reagendo con l'acqua e la cui temperatura di cottura supera i 1000°

### 2. Agglomerati cementizi

Hanno caratteristiche fisiche migliori rispetto alle calci idrauliche ma hanno minore resistenza a compressione, sotto i minimi di legge richieste ai cementi.

### 3. Gessi

Sono leganti idraulici utilizzati per interni, provengono dalla cottura di rocce selenitose. Il minerale cuocendo perde parte dell'acqua per riassorbirla successivamente aumentando di volume e consistenza tanto da costituire una massa dura e compatta

#### 4. Cementi

Sono leganti idraulici capaci di raggiungere, dopo la presa ad indurimento avvenuto, resistenze meccaniche molto elevate. Chimicamente le miscele per ottenere i cementi sono costituite da: silice, alluminia e ossidi di ferro, ossido di calcio e gesso.

Possono essere classificati in base alla loro composizione o in base alla loro resistenza, riferita alla resistenza massima alla compressione ottenuta fino alla schiacciamento dopo 28 gg.

Dal punto di vista dei componenti sono classificati in:

- Cementi naturali o Portland: sono ottenuti dalla cottura di marne con una piccola aggiunta di gesso per regolare il processo di idratazione e successiva macinazione. Le marne vengono macinate finemente, quindi stagionate e cotte. Il prodotto che fuoriesce dal forno di cottura si presenta a granelli di colore scuro ed è detto *clinker*, questo viene quindi polverizzato.
- Cementi artificiali: sono tutti quei leganti idraulici ottenuti con miscele di sostanze di diversa provenienza:

**cemento pozzolanico**: ottenuto dalla miscelazione di clinker di cemento portland con pozzolana, in grado di definire resistenza alle azioni di acque salmastre.

**cemento d'alto forno**: ottenuto dalla miscelazione di clinker di cemento portland con loppe basiche granulate (sottoprodotti della siderurgia), in grado di garantire un elevato valore idraulico.

**cementi speciali**: sono quei cementi la cui composizione è risultante da miscele di particolari composti o da elevate temperature di cottura o dall'uso di additivi specifici.

1. *cementi bianchi*
2. *cementi colorati*
3. *cementi alluminosi, determinano elevata resistenza meccanica in tempi brevi*
4. *cemento ferrico*
5. *cemento ad indurimento extrarapido*

## CALCESTRUZZO - componenti

I componenti del calcestruzzo sono: Cemento, Acqua, Inerti, Additivi

**Cemento:** Il cemento è il componente attivo del calcestruzzo. A contatto con l'acqua di impasto in ogni granulo di cemento si avvia un processo di "idratazione" con la formazione di uno strato gelatinoso colloidale (gel). Questo gel, indurendo e facendo presa, congloba tutti gli elementi inerti della miscela in un'unica massa compatta. Oggi si dispone di una vasta gamma di cementi: cemento portland, cemento pozzolanico, cemento d'alto forno, cemento alluminoso, cemento a rapido indurimento, cementi colorati.

**Acqua:** L'acqua è indispensabile nell'impasto poiché determina la reazione di idratazione del cemento. Il rapporto acqua/cemento di norma si attesta sul valore pari a 0.50, ossia: 50 litri di acqua per 100 Kg di cemento.

L'acqua dell'impasto deve essere limpida, non contenere sali in percentuali dannose e non essere aggressiva.

Il parametro cardine della resistenza del calcestruzzo è il rapporto acqua/cemento, ovvero a parità di contenuto di cemento risulta maggiormente resistente una miscela con un minore contenuto di acqua.

Tabella IV - Rapporto acqua/cemento

Tipo di struttura	Clima variabile alternanze gelo e disgelo		Clima temperato raramente sotto zero	
	all'aria	all'acqua	all'aria	all'acqua
I) Sezioni sottili: pali, tubi, ringhieri, velle, grondaie, pareti, soglie, stipiti ecc.	0,50	0,40-0,45	0,53	0,40-0,50
II) Sezioni moderate: muri, travi, pilastri	0,53	0,45-0,50	0,55	0,45-0,53
III) Lastre di calcestruzzo posate sul suolo	0,53	—	—	—
IV) Strutture di calcestruzzo protette all'interno di edifici	Il rapporto acqua-cemento deve essere stabilito in base alla resistenza necessaria ed alla lavorabilità, ma non superiore mai a 0,90.			

## Dosaggio del cemento

Il dosaggio del cemento è in relazione agli altri componenti dell'impasto ed in oltre in funzione al diametro massimo dell'inerte impiegato.

Aumentando la quantità del cemento nell'impasto, si ottiene un cls di maggiore resistenza. La dosatura del cemento viene determinata quindi in funzione dell'uso a cui è destinato l'impasto.

Impiego del calcestruzzo	Quantità di cemento per metro cubo di impasto	Tipo di cemento
<b>Opere non armate</b>		
Fondazioni all'asciutto, murature di grandi spessori e riempimenti	kg 150	R. 325
Fondazioni in acqua, murature a sottile	kg 200	R. 325
<b>Opere debolmente armate</b>		
Architravi, fondazioni in acqua e simili	kg 250	R. 325
<b>Opere armate</b>		
Strutture in C. A. normali	kg 300	R. 325 R. 425
Strutture in C. A. notevolmente sollecitate, solai, solette, ecc.	kg 350	R. 325 R. 425
Strutture in C. A. molto sollecitate o di spessore sensibile (inferiore a 10 cm) da lasciare in vista	kg 400-500	R. 425

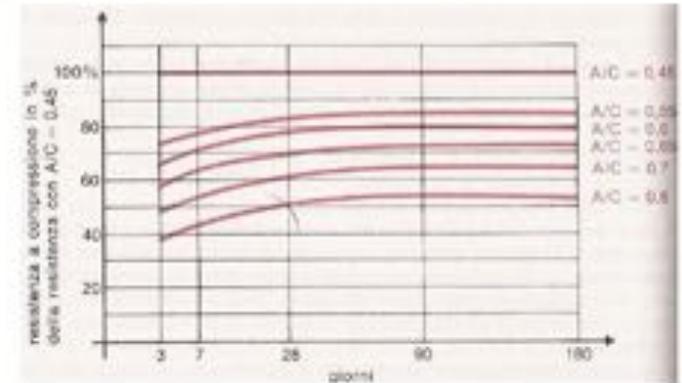
## ECCESSO DI ACQUA NELL'IMPASTO

L'eccessivo quantitativo di acqua è un problema costante nella preparazione del cls. Ciò è dannoso e provoca:

- Diminuzione della resistenza del calcestruzzo
- Aumento del fenomeno di ritiro
- Rischio di separazione degli inerti

### Diminuzione della resistenza del calcestruzzo

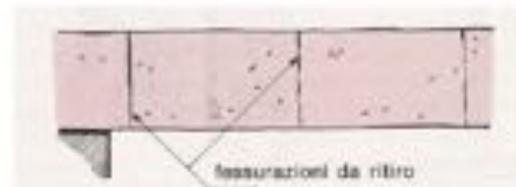
Appare più accentuata nei primi giorni e poi si stabilizza su valori costanti. Nel grafico sono confrontate le resistenze di calcestruzzo con vari rapporti acqua-cemento, rispetto a quello con  $a/c = 0,45$ .



Variazione di resistenza del calcestruzzo al variare del rapporto acqua-cemento

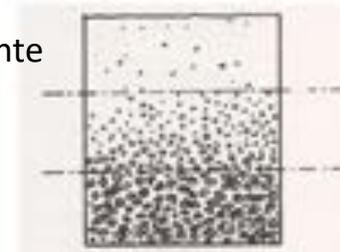
### Aumento del fenomeno di ritiro

Determina fessurazioni nella massa con gravi conseguenze per l'impermeabilità delle strutture.



### Separazione degli inerti

In tal caso gli inerti tendono a stratificarsi in base al loro peso specifico, alterando completamente le caratteristiche granulometriche del calcestruzzo.

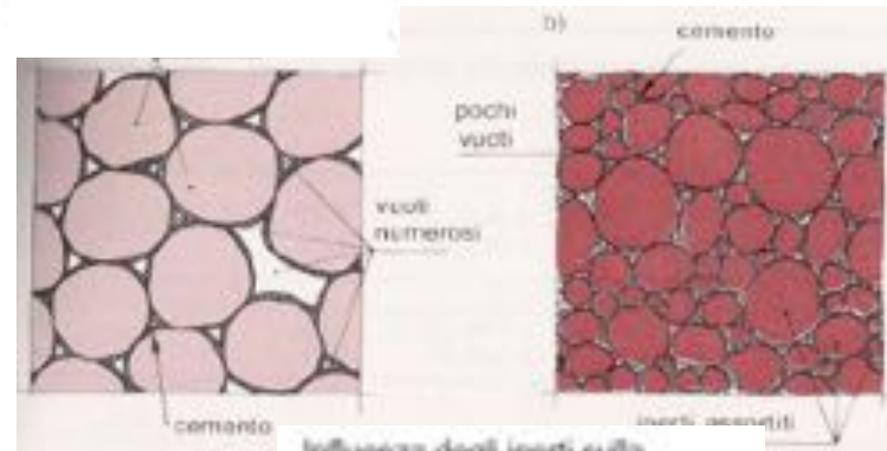


## Composizione del calcestruzzo

**Inerti:** Sabbia, pietrisco o ghiaia costituiscono gli inerti o aggregati, questi non hanno alcun ruolo durante la presa, ma sono determinanti nel definire le caratteristiche. La sabbia e la ghiaia devono essere costituite da elementi di granulometria assortita in maniera da costituire una miscela con il minor volume di vuoti.

Gli inerti devono essere costituiti da elementi non gelivi, privi di parti friabili, polverulenti, terrose o di altre sostanze dannose all'indurimento dell'impasto ed alla conservazione delle armature.

Infine, gli elementi devono essere di diverse dimensioni in modo da ridurre al minimo i vuoti, ciò è determinante per conferire compattezza all'impasto quindi una buona resistenza meccanica al calcestruzzo



Influenza degli inerti sulla compattezza di un calcestruzzo.

**Additivi:** Questi componenti hanno la funzione di esaltare determinate prestazioni e possono essere enunciati in base all'azione che esercitano sul materiale:

acceleratori di presa/indurimento, solubili in acqua (cloruri carbonati);

ritardatori di presa, (lignosolfati, fosfati, cellulosa);

plastificanti, prodotti insolubili (bentonite, silice fossile);

fluidificanti, solubili in acqua (resine, lignosolfati);

generatori di gas per calcestruzzi alleggeriti (polvere di alluminio);

coloranti per caratteristiche estetiche (ossidi o sali minerali).

## calcestruzzo armato

L'unione del calcestruzzo con l'acciaio costituisce un materiale da costruzione dalle notevoli caratteristiche di resistenza sia a compressione che a trazione.

Tale unione è possibile poiché questi materiali hanno un coefficiente di dilatazione termica molto simile.

L'esecuzione di un'opera in calcestruzzo armato prevede:

- preparazione del calcestruzzo;
- preparazione delle casseforme;
- preparazione e posa in opera dell'armatura metallica;
- trasporto e getto del calcestruzzo.

## calcestruzzo armato precompresso

Si definisce "pre-sollecitata" una struttura posta artificialmente in stato di "coazione", creando in essa uno stato di tensione interno. Le tensioni così generate modificano le caratteristiche meccaniche apparenti del materiale.

Nel calcestruzzo armato precompresso la pre-sollecitazione conferisce la resistenza agli sforzi di trazione, previa l'applicazione di una precompressione, prodotta da armature metalliche poste in tensione.

I sistemi di precompressione del c.a. possono suddividersi in:

- + sistema ad armatura pre-tesa;
- + sistema ad armatura post-tesa.

## Confezionamento del calcestruzzo

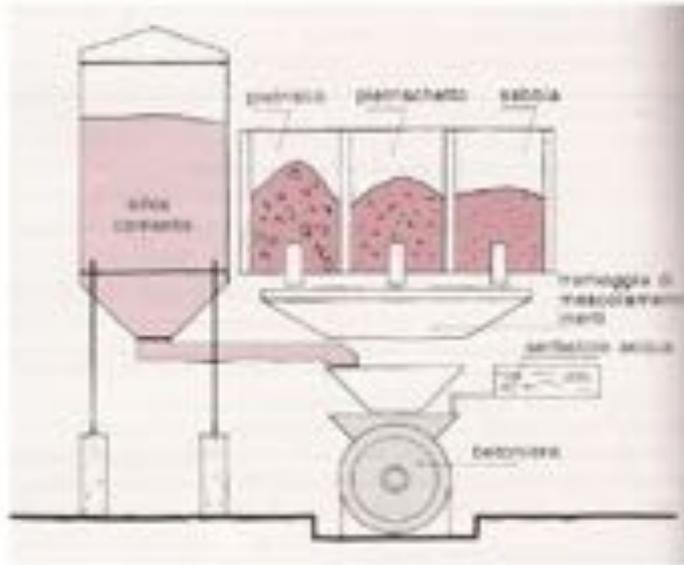
Il confezionamento del calcestruzzo è l'operazione dalla quale dipende l'omogeneità del calcestruzzo stesso. In una centrale di betonaggio si distinguono più settori operativi:

- sfocaggio;
- dosaggio degli inerti e del cemento;
- dosaggio dell'acqua;
- miscelazione dei componenti.

Per confezionare un buon calcestruzzo è necessario tener conto: delle caratteristiche dei componenti, delle condizioni di posa in opera, dei rapporti quantitativi tra i componenti stessi.

## Trasporto del calcestruzzo

Il trasporto dell'impasto per brevi distanze può avvenire mediante carriole, nastri trasportatori, tubi a pressione. Per distanze maggiori si usano le autobetoniere, in cui si caricano i componenti asciutti e durante il tragitto avviene l'impasto con l'acqua contenuta in un apposito serbatoio.



**Centrale di betonaggio**



**Trasporto tramite autobetoniera**

## Preparazione delle casseforme

Le casseforme atte a contenere il getto devono possedere determinati requisiti:

- essere impermeabili al calcestruzzo;
- resistere alle sollecitazioni trasmesse durante il getto e il costipamento;
- essere realizzate con materiali che non reagiscono a contatto con l'impasto e permettono il disarmo dei getti senza pericolo di aderenze;
- nel caso di getti a faccia vista, le pareti devono essere opportunamente rifinite allo scopo di ottenere l'effetto superficiale desiderato.

## Posa in opera del calcestruzzo

Il calcestruzzo preparato in cantiere o trasportato mediante autobetoniera viene gettato in opera, cioè depositato nei casseri predisposti per accoglierlo.

L'operazione richiede attenzione perché in questa fase il calcestruzzo, può segregarsi, separando le parti grosse dalle fini.

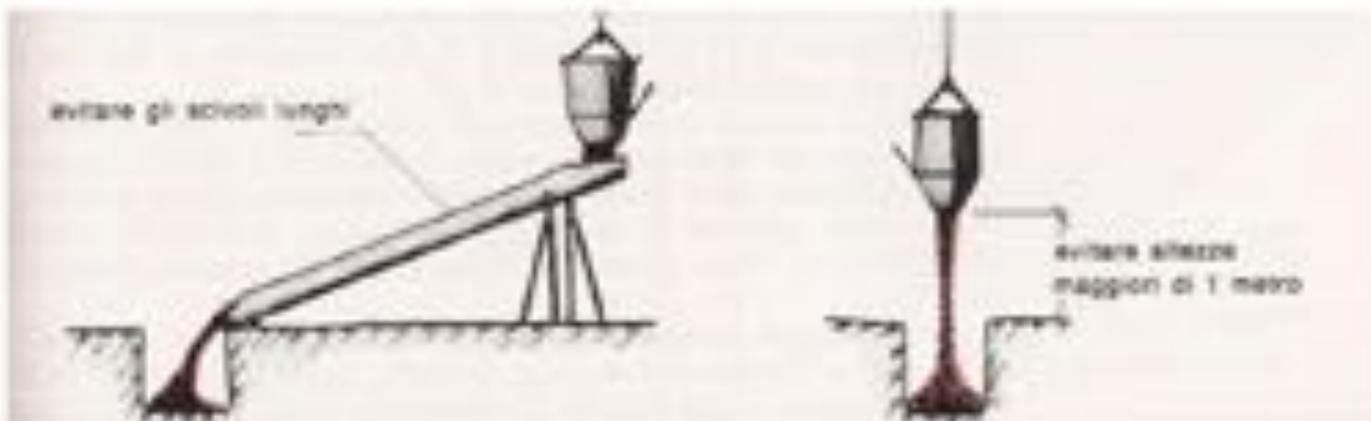
Ciò deve essere evitato realizzando un getto uniforme e soprattutto riducendo al minimo l'altezza da cui il calcestruzzo viene gettato e la velocità di caduta.



**Getto dell'impasto tramite pompa per cls**



**Costipamento dell'impasto nella cassaforma tramite vibratura**



Getto dell'impasto

## Stagionatura del calcestruzzo

La stagionatura è la fase successiva alla posa in opera, nella quale avviene la maturazione dell'impasto attraverso:

- il progressivo indurimento;
- l'acquisizione delle resistenze meccaniche.

Si distinguono due fasi:

1. la presa, in cui il calcestruzzo passa dallo stato plastico a quello solido;
2. l'indurimento, in cui il materiale acquista tutte le sue capacità di resistenza e si ritiene ultimata in 28 giorni.

Tabella II – Tempi di presa

	Tipo del cemento	Inizio presa	Temine presa
A	normale e ad alta resistenza	dopo 45 minuti	entro 12 ore
B	alluminoso	dopo 30 minuti	entro 10 ore
C	per sbarramenti	dopo 45 minuti	entro 12 ore

## Disarmo delle casseforme

Il disarmo è l'operazione di asporto delle casseforme entro le quali è stato eseguito il getto di calcestruzzo. Deve avvenire gradualmente per evitare azioni dinamiche e non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario, in relazione all'impiego specifico.

## Caratteristiche fisiche

Il calcestruzzo è un materiale eterogeneo, le sue caratteristiche dipendono pertanto dalla composizione della miscela e dalla qualità dei componenti.

- **PESO SPECIFICO** e di **VOLUME**. Varia in relazione al grado di compattezza ed alla qualità del cemento impiegato. Le norme UNI 10012/67 stabiliscono: Kg 2400 per 1 m<sup>3</sup> di C/s ordinario; Kg 2220 per 1 m<sup>3</sup> di C/s magro; Kg 2500 per 1 m<sup>3</sup> di C/s armato.

## Caratteristiche tecniche e tecnologiche

Le caratteristiche che si richiedono ad un buon calcestruzzo sono:

- lavorabilità;
- durabilità;
- resistenza alle sollecitazioni meccaniche;
- resistenza alle sollecitazioni fisiche.

L'acquisizione di queste caratteristiche avviene in modo progressivo; si assume come valore ufficiale della resistenza, quella raggiunta dal calcestruzzo dopo 28 giorni.

- **LAVORABILITÀ**. È l'attitudine a lasciarsi conformare, è un requisito fondamentale per la qualità del prodotto finale, dipende da coesione e consistenza dell'impasto. È tanto maggiore quanto più è elevato il rapporto acqua/cemento.

- **DURABILITÀ**. È l'attitudine a conservare nel tempo le caratteristiche fisico-chimiche. Dipende da fattori intrinseci (dosaggio del cemento; inerti; rapporto acqua-cemento; vibratura del getto) ed estrinseci (temperatura in fase di getto; corrosione; carbonatazione) agenti da soli o congiuntamente.

## Caratteristiche meccaniche

- **RESISTENZA A COMPRESSIONE.** Consente di accertare il carico di rottura a compressione necessario per classificare i vari tipi di calcestruzzo. Varia da 80/100 Kg/cm<sup>2</sup> fino a valori compresi tra 600/700 Kg/cm<sup>2</sup>.
- **RESISTENZA A TRAZIONE.** E' molto bassa (15/20 Kg/cm<sup>2</sup>), non viene considerata nei calcoli strutturali, infatti, tutte le resistenze a trazione vengono assolte dall'armatura in ferro.
- **RESISTENZA A FLESSIONE.** Nel calcestruzzo non armato varia tra 1/5 ed 1/10 della resistenza a compressione (15Kg/cm<sup>2</sup> - 100Kg/cm<sup>2</sup>).
- **RESISTENZA AL TAGLIO.** Può raggiungere valori pari a 35/50 Kg/cm<sup>2</sup>, il doppio della resistenza a trazione.

## Elementi tecnici

### FONDAZIONI

Trasferiscono i carichi delle strutture verticali al terreno, possono essere:

- dirette, operano direttamente su strati superficiali del terreno;
- indirette, raggiungono gli strati profondi del terreno di posa quando quelli superficiali non forniscono sufficienti garanzie (portanza, stabilità).

### PILASTRI

I pilastri possono essere classificati in relazione alle modalità di realizzazione, si avranno così: pilastri gettati in opera, pilastri prefabbricati.

### TRAVI

Sono elementi strutturali orizzontali, di tipo lineare, a sezione variamente poligonale, per lo più rettangolare. Una classificazione può essere basata sulle modalità di realizzazione, si hanno quindi: travi completamente gettate in opera entro casseri in legno o metallo, travi semi-prefabbricate, travi prefabbricate che necessitano di collegamenti in opera.

### SOLAI

Sono elementi strutturali orizzontali destinati a chiudere e suddividere gli spazi verticalmente.

## Elementi tecnici

### BLOCCHI IN CALCESTRUZZO

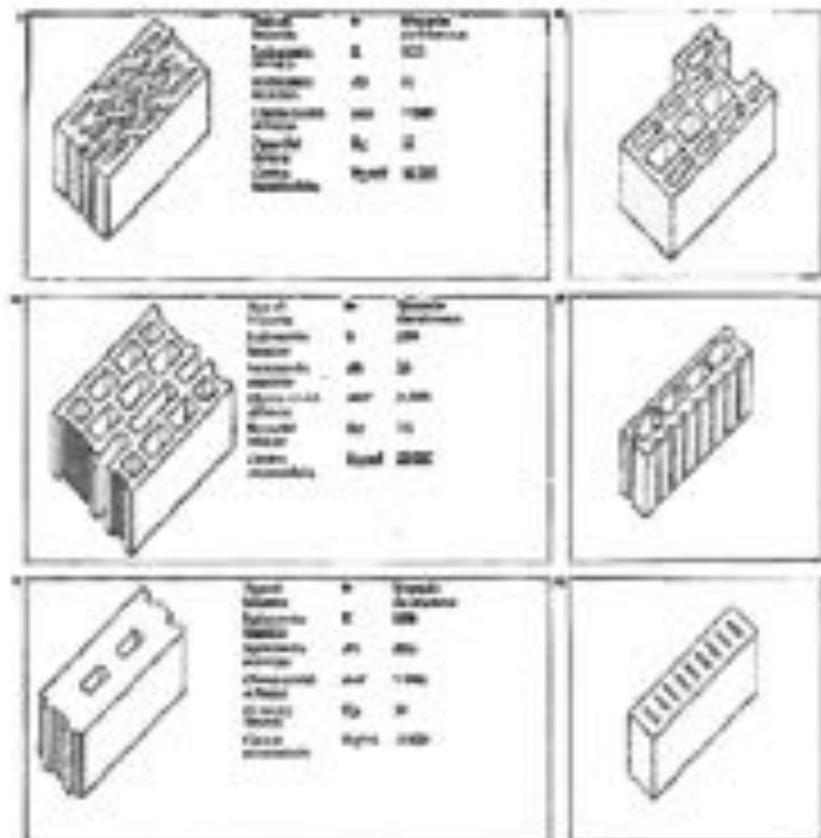
Sono prodotti in calcestruzzo pieno, alleggerito o forato, talvolta sagomati per consentire la connessione anche a secco. Sono disponibili in: calcestruzzo normale, calcestruzzo cellulare.

La tecnica di produzione prevede:

- conformazione dell'impasto utilizzando leganti speciali o additivi;
- vibro-compressione e centrifugazione;
- finitura con pigmenti colorati e trattamenti per pareti faccia a vista.

Possono essere impiegati per realizzare:

- pavimentazioni auto-bloccanti;
- muri di sostegno.



# Degrado e difetti

## CREPE, DISTACCHI E DEFORMAZIONI



**Alveolizzazione** – causa: condizioni ambientali

Degradazione che si manifesta con la formazione di cavità di forma e dimensione variabile. Gli alveoli sono spesso interconnessi e hanno distribuzione non uniforme. Nel caso particolare in cui il fenomeno si sviluppa essenzialmente in profondità con andamento a diverticoli si può usare il termine 'alveolizzazione a cariatura'.

Mercoledì 10 Dicembre 2014



**Bolle d'aria** – causa: errore di posa

Alterazione della superficie del calcestruzzo caratterizzata dalla presenza di fori di grandezza e distribuzione irregolare generati dalla formazione di bolle d'aria al momento del getto.



**Cavillature superficiali** - causa: errore di posa

Sottile trama di fessure sulla superficie del calcestruzzo.



**Degrado dei giunti** - causa: errore di posa

Decoesione, distacco, cambiamento di colore dei giunti

- [Home](#)
- [Patologie e degradi](#)
- [Patologie e degradi: i componenti](#)
- [Materiali e loro caratteristiche](#)
- [Guasti e deterioramenti](#)
- [Prevenzione e manutenzione](#)
- [Risorse](#)
- [Chi siamo](#)



**Distacco** – causa: Errore di progettazione

Alveolizzazione: prelude in genere alla caduta degli strati stessi. Il termine si usa in particolare per gli intonaci e i mosaici. Nel caso di materiali lapidei naturali le parti distaccate assumono spesso forme specifiche in funzione delle caratteristiche strutturali e tessiturali, e si preferiscono allora voci crosta, scagliatura, esfoliazione.



**Esfoliazione** – causa: invecchiamento naturale

Degradazione che si manifesta con distacco, spesso seguito da caduta, di uno o più strati superficiali sub paralleli fra loro.



**Esposizione dei ferri di armatura** – cause: errore di progettazione, errore di posa, causa accidentale

Distacchi di parti in calcestruzzo con conseguente messa a nudo e corrosione dei ferri di armatura.



**Fratturazione o fessurazione** – cause: errore di progettazione, errore di posa, causa accidentale

Degradazione che si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità nel materiale e che può implicare lo spostamento reciproco delle parti.



**Nidi di ghiaia** – causa: errore di posa

Degrado della superficie per segregazione dei componenti del calcestruzzo in fase di getto, caratterizzata da cavità irregolari, superficie disgregata e inerti di maggior diametro in evidenza.



**Pitting** – causa: condizioni ambientali

Degradazione puntiforme che si manifesta attraverso la formazione di fori ciechi, numerosi e ravvicinati. I fori hanno forma tendenzialmente cilindrica con diametro massimo di pochi millimetri.



**Rigonfiamento** – cause: errore di progettazione, condizioni ambientali  
Sollevamento superficiale e localizzato del materiale, che assume forma e consistenza variabili.

## MACCHIE DEPOSITI E PATINE



**Alterazione cromatica** – causa: condizioni ambientali  
Alterazione che si manifesta attraverso la variazione di uno o più parametri che definiscono il colore: tinta, chiarezza, saturazione. Può manifestarsi con morfologie diverse a seconda delle condizioni e può riferirsi a zone ampie o localizzate.

**Deposito superficiale** – cause: invecchiamento naturale, condizioni ambientali  
Accumulo di materiali estranei di varia natura, quali, ad esempio, polvere, terriccio, guano, ecc. Ha spessore variabile e, generalmente, scarsa coerenza e aderenza al materiale sottostante.



**Incrostazione** – causa: condizioni ambientali  
Deposito stratiforme, compatto e generalmente aderente al substrato, composto da sostanze inorganiche o da strutture di natura biologica.



**Macchia di ruggine** – cause: errore di progettazione, errore di posa, evento accidentale, invecchiamento naturale  
Macchie bruno-rossastre dovute alla corrosione dei ferri di armatura.



**Patina biologica** – causa: condizioni ambientali

Strato sottile, morbido ed omogeneo, aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. La patina biologica è costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere, terriccio, ecc.



**Presenza di vegetazione** – causa: condizioni ambientali

Locuzione impiegata quando vi sono licheni, muschi e piante.

## MALTE Definizioni

L'impasto di un legante con acqua o di un legante con acqua e un inerte, prende il nome di malta. Con il generico termine di **legante** o **agglomerante** si comprendono:

- Il Gesso
- Le Calci
- I Cementi

Le malte vengono denominate in base al legante utilizzato il quale trasferisce alle malte le proprie caratteristiche di presa, si distinguono quindi:

- malte che fanno presa in presenza d'aria (malte aeree);
- malte che fanno presa in presenza d'acqua (malte idrauliche).

Nell'industria delle costruzioni la malta viene adoperata nella esecuzione di murature, nella preparazione degli intonaci, nella posa di pavimenti o rivestimenti.

## Composizione delle malte

Oltre al legante le malte sono costituite da acqua e da inerti.

**Acqua:** L'acqua deve rispondere ad alcuni requisiti:

- deve essere pura e pulita;
- non deve contenere Limo, Humus o Argilla.

**Inerti:** Gli inerti (sabbia) da usare nel confezionamento delle malte devono presentarsi privi di impurità organiche ed inorganiche. Le sabbie si distinguono in base a:

- componente litoidi predominante nella loro composizione;
- granulometria, variabile da 0.05 a 2 mm;
- provenienza (fiume, cava, lago, mare).

## Classificazione delle malte

### MALTE AEREE

Sono malte aeree quelle che avviano il processo di presa del legante che le compone esclusivamente in presenza d'aria. Esse sono:

- la malta di calce spenta, malta il cui legante è costituito dalla calce spenta o calce aerea.
- la malta di gesso, caratterizzata da una rapida presa che può essere rallentata dall'uso nell'impasto di calce aerea.

### MALTE IDRAULICHE

Si definiscono malte idrauliche, le malte che avviano il processo di presa del legante che le compone, anche in presenza d'acqua. Esse sono:

- le malte di calce aerea e pozzolana, queste acquistano particolari doti di idraulicità con l'aggiunta nell'impasto di pozzolana.
- le malte di calce idraulica, il cui legante è la calce idraulica, derivata da calcari con un contenuto d'argilla che oscilla tra il 6 e il 22 %.
- le malte di cemento, il cui legante è il cemento, legante idraulico che si ottiene da una roccia calcarea che contiene argilla in quantità > 27%.

### MALTE BASTARDE

Si definiscono malte bastarde quelle composte da una mescolata di più leganti, tale da conferire alla malta finale caratteristiche che l'utilizzo di un solo tipo di legante potrebbe non garantire. Si hanno:

- malte di calce aerea e cemento, queste offrono una sufficiente impermeabilità ed una presa meno lenta della malta di sola calce, mantenendo comunque una buona lavorabilità. Risultano adatte per la realizzazione di intonaci esterni.
- malte di calce idraulica e cemento, queste presentano maggiore resistenza pertanto vengono impiegate per la realizzazione di murature particolarmente sollecitate, intonaci speciali e per i sottofondi delle pavimentazioni.

## Riferimenti bibliografici

- AAVV *Il nuovissimo manuale dell'architetto*, Mancosu editore, 2011
- Tatano Valeria (a cura di), *Dal manuale al web. Cultura tecnica, informazione tecnica e produzione edilizia per il progetto di architettura*, officina edizioni, 2007, (1.5 *Le materiotecche*)
- Hegger Ausch-Schwelk Fuchs RosenKranz, *Atlante die materiali*, Utet, Torino, 2006.
- A.A.V.V., *Atlante delle facciate*, Utet, Torino, 2006.
- Schafer, Stefan-(2003), *Finiture in metallo per facciate*, Detail, n. 1-2, gennaio-febbraio 2003.
- A.A.V.V., *Atlante dell' acciaio*, Utet, Torino, 1999.
- Maura G., *Materiali per l'edilizia*, ed. DEI (in particolare capp. I, II, III) , Roma, 1988
- AAVV *Tecnologia delle costruzioni*, Le Monnier, Firenze, 1987
- Negro A., *Tecnologia dei materiali da costruzione* ,ed. Libreria Cortina (in particolare: capp. 1,2,3,4), Torino, 1986

## Riferimenti sitografici

- [www.iuav.it/artec](http://www.iuav.it/artec)
- [www.unibo-lezione](http://www.unibo-lezione) prof. L.Venturi