

Fondamenti di Tecnologia

Cos'è un edificio?

- Per edificio si intende una costruzione edilizia realizzata dall'uomo, destinata ad accogliere al suo interno persone o attività a queste connesse.
- Qualsiasi opera in muratura o struttura prefabbricata i notevoli dimensioni, realizzata come abitazione o destinata a particolari attività umane.
- Per edificio si intende qualsiasi costruzione coperta, isolata da vie o da spazi vuoti, oppure separata da costruzioni mediante muri che si elevano, senza soluzione di continuità, dalle fondamenta al tetto; che disponga di uno o più liberi accessi sulla via, e possa avere una o più scale autonome.
- E' una struttura eretta dall'uomo con un tetto e dei muri, come una casa o una fabbrica.

1 Edificio come sistema

- il **progetto** è esito di un **processo dialettico** tra i **vincoli** che la realtà impone e le **possibilità** che la creatività riguarda
- il progetto deve essere concepito come risposta a un bisogno espresso, in modo più o meno esplicito, dai destinatari del progetto stesso
- l'**equilibrio** tra vincoli e possibilità è delicato → si rischia o l'irrigidimento dalle norme o il predominio della creatività
- i **vincoli** possono essere fisici, materici, normativi → caratteristiche fisiche dei materiali, azioni e reazioni del contesto fisico e climatico in cui l'edificio si colloca, regole che la normativa impone per garantire sicurezza e benessere
- **tipologia di vincoli:**
- vincoli normativi: paesaggistici, urbanistici (piani di governo del territorio, norme tecniche di attuazione), edilizi (codice civile, codice della strada), igienico-sanitari, prevenzione sismica (2008 norme tecniche delle costruzioni), acustici (1997 determinazione dei requisiti acustici), comfort e risparmio energetico
- vincoli culturali: insediarsi in un contesto significa saper cogliere le relazioni che l'edificio instaura con il suo intorno cogliendo e rispettando lo spirito del luogo
- obiettivo di qualità: contenimento dei costi or alte prestazioni (acustiche, termiche)
- il progetto è condizionato anche dalla disponibilità delle risorse (naturali, intellettuali, economiche)
- due tipologie di **risorse**: naturali → materie prime e i materiali alla base della costruzione dell'edificio che possono essere disp localmente o importati con costo variabile economicamente e a livello di impatto ambientale
- intellettuali → le conoscenze relative alle tecniche esecutive in relazione all'impiego di determinati materiali (risorse possedute con diversi livelli di competenza dai progettisti, dai produttori di materiale e dagli esecutori della messa in opera)
- la fase preliminare del progetto richiede la definizione delle **esigenze** e la loro declinazione in **requisiti** in modo da quantificare e qualificare i bisogni da soddisfare
- **tipologia di requisiti:**
- i requisiti orientano le decisioni progettuali che riguardano → le scelte di conformazione spaziale, le scelte dei materiali e le tecniche costruttive: spazi e tecniche dovranno quindi fornire prestazioni coerenti con le esigenze e i requisiti espressi

- i requisiti derivano dagli obiettivi di ciascun progetto, dalla sua destinazione funzionale, il modo d'uso, tipo di utente
- **sintesi progettuale**: composizione del rapporto tra forma degli spazi e materiali e tecniche utilizzate per costruirli.
- il **progetto** → esito dello stretto rapporto tra il sistema degli spazi (**sistema ambientale**) e le scelte tecniche costruttive (**sistema tecnologico**)
- progettare è un'**attività ricorsiva** che procede nelle scelte con circolarità: è impensabile definire prima la forma degli spazi poi i materiali e le soluzioni costruttive → c'è bisogno di interazione continua tra le due cose + interazione delle prestazioni di ciascun elemento
- es: benessere termico garantito dalla prestazione dell'isolamento termico delle pareti, delle superfici trasparenti, ma anche dalla prestazione degli impianti in termine di erogazione e distribuzione del calore
- **edificio** → sistema costituito da diverse parti ed elementi costituenti ciascuno con un ruolo e contributo specifico → assicurano l'unitarietà di funzionamento

1.2 Sistema ambientale e sistema tecnologico

- l'**edificio** non è una semplice sommatoria di spazi, elementi tecnici, materiali e impianti, ma è un sistema in cui ogni elemento si relaziona all'altro in modo complesso per soddisfare i bisogni dell'utenza
- **sistema edilizio**: sistema meccanico (macchina per abitare) + sistema biologico (dialoga con l'ambiente)
- la **progettazione** dell'organismo edilizio avviene tramite la def di questi due sistemi
- per **organismo edilizio** si intende "l'insieme strutturato di elementi tecnici, interni ed esterni, pertinenti all'edificio, caratterizzati dalle loro funzioni e dalle loro relazioni reciproche" (UNI 10838)
- **sistema edilizio**: insieme delle parti che compongono un'opera edilizia. E' l'insieme strutturato di unità ambientali/elementi spaziali (sistema ambientale o subsistema ambientale) e di unità tecnologica/elementi tecnici corrispondenti (sistema tecnologico o subsistema tecnologico) UNI 10838: 1999
- **sistema ambientale**: l'insieme delle unità ambientali e degli elementi spaziali definiti nelle loro prestazioni e nelle loro relazioni;
- **unità ambientale**: raggruppamento di attività dell'utente, derivanti da una determinata destinazione d'uso dell'organismo edilizio, compatibili spazialmente e temporalmente fra loro, definite in relazione a determinati modelli di comportamento dell'utente → es spazi di vita, di servizio, di circolazione (UNI 7867 parte 1) + non posseggono dimensione fisica
- **unità ambientali principali**: giorno (cucinare, pranzare, tv, svago, comfort termico, buona illuminazione naturale, buona ventilazione) → almeno 1 elemento spaziale, notte (leggere, uso serale, comfort termico notturno) → 1 elemento spaziale, studio (scrivere, disegnare, leggere, buona illuminazione naturale) → 1 elemento spaziale
- → collegate dai servizi la zona giorno e notte
- **elemento o unità spaziale**: porzione di spazio fruibile destinata allo svolgimento delle attività di un'unità ambientale (accoglie parzialmente o integralmente una o più unità ambientali) → es uffici, soggiorno, bagno, scala ect. (UNI 7867 parte 4) + posseggono dimensione fisica

- **sistema ambientale:** insieme degli spazi interni dell'edificio, nei quali si svolgono attività principali e secondarie degli utenti e dove vi sono spazi di collegamento e di servizio; è caratterizzato dalla dimensione, dalla geometria e dalla posizione reciproca indipendentemente dalle caratteristiche dei materiali che delimitano gli spazi; ha stretta relazione con la forma e l'aspetto dell'edificio
- (forma e dimensione dipendono dai requisiti ambientali legati alle attività che vi si svolgeranno)
- **sistema tecnologico:** insieme strutturato di unità tecnologiche/elementi tecnici secondo la fase operativa metaprogettuale o progettuale del processo edilizio UNI 7867 parte 4
- **elemento tecnico:** prodotto edilizio più o meno complesso capace di svolgere completamente o parzialmente funzioni proprie di una o più unità tecnologiche e che si configura come componente caratterizzante di un subsistema
- **modelli funzionali:** definiscono le parti o strati funzionali caratterizzanti gli elementi tecnici, in rapporto ai requisiti che connotano gli elementi ancora non dimensionati, che illustrano la successione di funzioni e i rapporti di funzionamento tra le parti + primo strumento concettuale da usare per definire le soluzioni tecniche definitive + consentono la classificazione delle tipologie di soluzioni disponibili in rapporto all'offerta del mercato + facilitano la ricerca dei motivi funzionali
- **AVREMO POI** requisiti e prestazioni ambientali e tecnologiche; es sicurezza requisito ambientale: legata all'efficienza morfologica dell'edificio in relazione alle azioni statiche e dinamiche + requisito tecnologico: resistenza meccanica dei singoli elementi garantita dalla forma e dalle proprietà del materiale

1.1 Esigenze, requisiti, prestazioni

- le **esigenze** si individuano attraverso l'analisi dei bisogni da soddisfare tenendo conto dei vincoli normativi, culturali, ambientali, economici del contesto in cui il progetto si colloca
- **norma UNI 10828:** 1999 Edilizia. Terminologia riferita all'utenza alle prestazioni, al processo edilizio e alla qualità edilizia contiene la def di esigenza, requisito e prestazione;
- **esigenza:** ciò che di necessità si richiede per il corretto svolgimento di un'attività dell'utente o di una funzione tecnologica + il bisogno dell'utente
- **requisito:** trad di un'esigenza in fattori atti a individuare le condizioni di soddisfacimento da parte di un organismo edilizio o di sue parti spaziali o tecniche, in determinate condizioni d'uso e di sollecitazione
- **prestazione edilizia:** servizio reso e comportamento reale dell'organismo edilizio e delle sue parti nelle effettive condizioni d'uso e di sollecitazione
- il **progettista deve** costruire un quadro delle esigenze (implicite oggettive, imposte dalla legge) e saper preventivare le esigenze future di chi usufruirà dello spazio
- **norma UNI 8289: 1981 Edilizia - Esigenze dell'utenza finale - Classificazione**
- (le prime 5 classi riguardano sia il sistema amb che tecn mentre le ultime 2 solo tecnologico)
- **sicurezza:** cond rel all'incolumità dell'utenza + difesa e prevenzione dei danni in dipendenza da fattori accidentali causati dall'esterno (terremoto, folgorazioni), causati dall'edificio (incendio, scoppio per fuga di gas)

- **benessere:** cond rel allo stato del sistema edilizio adeguati alla vita alla salute e allo svolgimento delle attività (qualità di vita all'interno, benessere acustico, visivo, termoisolometrico)
- **fruibilità:** cond rel all'attitudine del sistema edilizio a essere adeguatamente usato dagli utenti nello svolgimento delle attività
- **aspetto:** cond rel alla fruizione percettiva del sistema edilizio da parte degli utenti
- **gestione:** cond rel all'economia di esercizio del sistema edilizio
- **integrabilità:** cond rel all'attitudine delle unità e degli elementi del sistema edilizio a connettersi funzionalmente tra loro
- **salvaguardia ambientale:** cond rel al mantenimento e al miglioramento degli stati dei sovrasistemi di cui il sistema edilizio fa parte + l'edificio va analizzato come elemento isolato + le ripercussioni che esso ha nell'intorno sia a livello locale che globale
- **oc non sarà possibile soddisfare tutte le esigenze, occorre scegliere delle priorità variabili (costo) → differenziazione degli edifici**
- **classificazione dei requisiti:**
- def quadro esigenze → requisiti → caratteristiche delle parti dell'edificio → soddisfazione esigenze
- UNI 8290-2: 1983 Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi dei requisiti
- affidabilità nel tempo, manutenibilità, pulibilità, riparabilità, sostituibilità, stabilità chimica, stabilità morfologica

1.3 La scomposizione dell'edificio in sub-sistemi

- l'edificio può essere composto in **subsistemi (unità tecnologiche)** ed **elementi costruttivi (elementi tecnici)** pag 9
- **unità tecnologica:** unità che si identifica con un raggruppamento di funzioni, compatibili tecnologicamente, necessarie per l'ottenimento di prestazioni ambientali
- **elemento tecnico:** si identifica come un prodotto edilizio capace di svolgere funzioni proprie di una o più unità tecnologiche
- la **norma UNI 8290:** Edilizia residenziale - sistema tecnologico - classificazione e terminologia è stata strutturata su base esigenziale e prestazionale e fornisce classificazione e articolazione del sistema tecnologico
- si articola in **8 classi di elementi tecnologici** e in **3 gradi gerarchici** di scomposizione (classe di unità tecnologica, unità tecnologica e classi di elementi tecnici)
- le 8 classi sono definite per omogeneità funzionale prevalente e per caratteristiche di continuità fisica, funzionale e tecnologica

Sostenere l'edificio: la struttura portante

- **struttura portante:** insieme delle unità tecnologiche e degli elementi tecnici appartenenti al sistema edilizio aventi funzione di sostenere i carichi del sistema edilizio stesso e di collegare staticamente le sue parti
- è composta da tutti quegli elementi che contribuiscono a sorreggere le varie parti dell'edificio, i carichi, e le sollecitazioni che esso deve sopportare e trasmettere al terreno

- comprende la **struttura di fondazione** (collegano l'edificio al suolo), di **elevazione** (si innalzano sopra il terreno) e di **contenimento**
- **tipologia di carichi:**
- forza di gravità (dall'alto al basso)
- **carichi permanenti o statici** → peso stesso dell'edificio
- **carichi accidentali** → cambiano nel tempo (persone e arredi)
- **sovraccarichi eccezionali** → neve
- **carichi dinamici** → vento, terremoto
- deve soddisfare diverse **esigenze:**
- **stabilità:** conformazione geometrica degli elementi costruttivi
- **resistenza meccanica e non deformabilità:** caratteristiche dei materiali
- la non deformabilità dipende sia dalle caratteristiche dei materiali sia dalle sollecitazioni
- **modulo di elasticità:** rapporto tra la sollecitazione e la deformazione → consente di conoscere di quanto si deformerà il materiale sottoposto a un carico
- **limite di snervamento:** limite entro il quale avviene la rottura
- **resistenza meccanica:** massimo sforzo che un generico materiale sotto forma di provino è in grado di sopportare prima della rottura
- **tipi di sollecitazione:** compressione (schiacciamento dovuto a pressione dei carichi e alla presenza del terreno), trazione (stiramento), flessione (misto dei due)
- **materiali:**
- laterizio, pietra, calcestruzzo resistono bene alla compressione
- calcestruzzo armato, acciaio e legno sono adatti a realizzare tutte le parti strutturali

1.3 Strutture di fondazione

- **def:** Insieme degli elementi tecnici del sistema edilizio aventi funzione di trasmettere i carichi del sistema edilizio stesso al terreno (UNI 8290)
- è il piede della struttura in elevazione → ha una dimensione allargata rispetto alla sezione degli elementi strutturali verticali vs cedimenti differenziati
- si **deve tener conto di:** tipo di struttura di elevazione (puntiforme o continua) e il tipo di terreno
- **dati necessari alla def della fondazione:** la capacità portante del terreno, i carichi trasmessi a terra, la posizione delle strutture portanti verticali, la forma dell'area e la posizione in essa dell'edificio, la profondità del piano di posa delle fondazioni, presenza di falda acquifera
- **tipologia di fondazione:**
- **diretta** → terreni resistenti raggiungibili con opere di scavo di pochi metri
- **indiretta** → terreno resistente si trova in strati profondi oppure il terreno è di scarsa resistenza
- indicando con B la larghezza della fondazione e D la profondità la suddivisione può essere basata sul **rapporto D/B:** diretta ($r < 4$), semi-profonda ($4 < r < 10$), profonda o indiretta ($r > 10$)
- **realizzazione della fondazione:**
- **sbancamento** → asportazione del terreno all'interno dell'area che costituisce l'impronta a terra dell'edificio; la profondità è di almeno 1 m quando non sono previsti interramenti altrimenti more

- il proseguimento dipende dal terreno e dalla dimensione dell'area di pertinenza dell'edificio
- terreno coerente → scavi in verticale vs terreno incoerente → allargare il perimetro dello scavo prevedendo un andamento a gradoni del perimetro per evitare crolli
- **diaframmi** → fatti con benne mordenti che consentono la realizzazione di scavi a sezione rettangolare larghi 40-120 cm e lunghi 1,5-3 m nei quali vengono inserite le armature e il getto di calcestruzzo
- **diaframmi contigui** → **paratia** → pareti continue
- vs acque superficiali → barriere → **palancole**
- **magrone** → sopra lo strato di sbancamento → strato di calcestruzzo magro → piano di appoggio che facilita la costruzione delle cassetture e la predisposizione delle armature metalliche

Fondazioni dirette:

strutture che trasmettono direttamente i carichi al terreno attraverso la superficie d'appoggio; sono usate in terreni resistenti o a poca profondità; sono il sistema più semplice ed economico e sono suddivise in **continue** (ordinarie, travi rovesce e platee) e **discontinue** (plinti e zattere);

continue: l'elemento fondale poggia direttamente sul terreno (fondazione diretta) ed è costituito da un cordolo continuo di calcestruzzo debolmente armato. Si adotta quando il terreno fondabile si trova a profondità economica rispetto al piano di campagna e la struttura portante del fabbricato è anch'essa continua: a muratura o a pilastri molto ravvicinati

- distribuzione dei carichi sulla superficie in modo uniforme
- in presenza di terreni resistenti e di carichi non eccessivi → uso calcestruzzo non armato eseguite con il getto entro casseri or direttamente nello scavo
- è buona regola → un graduale allargamento della base con inclinazione di 60° + cordolo centrale sotto la muratura dotato di due mensole laterali
- è possibile usare una fondazione diretta continua con una struttura di elevazione discontinua a telaio in cemento armato quando il passo tra i pilastri è molto fitto or quando i carichi dell'edificio richiedono big superfici or quando il terreno ha scarse capacità portanti

a) travi rovesce:

- soluzione efficace per contrastare i cedimenti differenziati del terreno e nella progettazione antisismica, poiché non è soggetta allo spostamento orizzontale relativo in caso sisma
- strutture in cemento armato (inverso delle travi nella struttura ad elevazione), presentano una sezione a T capovolta, munita di due mensole inferiori che hanno la funzione di allargare la superficie poggiate sul terreno
- si sviluppano in modo monodirezionale + unite da cordoli trasversali di irrigidimento
- per irrigidire la fondazione i cordoli trasversali diventano travi trasversali creando un sistema di travi rovesce incrociate → distribuzione omogenea ed evitano assestamenti
- **per realizzare le travi rovesce** è necessario il magrone, l'armatura sul magrone, posizionati i casseri poi il getto di calcestruzzo, quando il calce solidifica si disarmo togliendo i casseri
- **travi rovesce sotto muratura portante:**

- Quando la fondazione continua serve per supportare murature portanti queste possono essere di diverso tipo: - su calcestruzzo non armato - su calcestruzzo non armato gettato direttamente sul terreno - su calcestruzzo armato

a) platee:

- è fra le fondazioni superficiali (ampie aree) e si adatta a contrastare i cedimenti differenziali; viene realizzata in calcestruzzo armato a forma di parallelepipedo con spessore che varia in genere da 40 a 100 cm, mentre lunghezza e larghezza sono legate alla geometria della sovrastruttura
- ogni porzione di piastra ha l'onere di sostenere un pilastro che sorregge a sua volta una porzione della sovrastruttura trasferendone il carico in fondazione
- la piastra di fondazione viene realizzata sopra un getto di pulizia vs aggressioni chimiche del suolo → strato di conglomerato di calcestruzzo non armato, privo di armatura metallica, a basso contenuto di cemento, chiamato **magrone**, posizionato alla quota di scavo, stabilita dal progettista. Dalla piastra di fondazione si dipartono anche i ferri di ripresa verticali staffati per il pilastro
- sono pesanti e costosi → sistemi per alleggerire la platea e ridurre il consumo di materiale necessario per il getto → l'uso di **alleggeritori** non riduce le prestazioni della platea, poiché questa lavorerà come un sistema graticciato → **casseri a perdere**

discontinue: si usano per strutture in elevazione intelaiate a scheletro indipendenti con terreno resistente sia affiorante o poco profondo e abbia una resistenza elevata che consente di ripartire su una superficie limitata il carico concentrato trasmesso dai pilastri; si creano dei punti di contatto con il terreno di tipo puntiforme; è fatta in calcestruzzo e può essere armato oppure no; (zattere o plinti)

b) plinti:

- fatti di calcestruzzo armato prefabbricati o gettati in opera oppure realizzati con putrelle imbullonate (strutture di elevazione in acciaio)
- ha la funzione di ripartire i carichi puntuali elevati dalla struttura su un terreno con resistenza uniforme vs cedimenti
- hanno la funzione di ampliare il pilastro → allargare la sezione del pilastro fino a ripartire gli sforzi su una superficie sufficiente
- ha una forma troncopiramidale a zoccolo o a gradoni, su pianta quadrata o rettangolare, $area = P/S$ (at) → $P =$ peso trasmesso, $S(at) =$ carico di sicurezza ammissibile
- tra plinto e terreno c'è uno strato di calcestruzzo (magrone) alto almeno 10 cm
- è buona norma realizzare dei cordoli di collegamento tra i plinti
- plinti **isolati** in cemento armato possono essere alti e rigidi, o bassi e flessibili.
- **rigidi**, hanno forma a tronco di piramide o a gradoni, ma l'altezza del plinto è notevole rispetto alla base e la pendenza laterale è compresa fra i 45° e i 60° (sono da preferirsi)
- **flessibili**, hanno forma a tronco di piramide o a parallelepipedo, la pendenza laterale è uguale o inferiore a 45°
- in zona sismica → devono essere collegati tra loro da un reticolo di travi, ogni collegamento deve essere proporzionato in modo che sia in grado di sopportare una forza assiale di trazione o di compressione pari a un decimo del maggiore dei carichi verticali agenti sui plinti posti all'estremità della trave; possono essere omessi solo nel

caso di terreni di elevate caratteristiche meccaniche (es. rocce) e in zone a bassa sismicità

- plinti in acciaio: i plinti per le strutture ad elevazione in acciaio hanno bisogno di un piatto metallico collocato sopra al dado in calcestruzzo e ancorato a esso tramite bulloni chiamati tirafondi annegati nel calcestruzzo

b) zattere:

- quando il piano di posa presenta una resistenza scarsa e i carichi che graveranno sulla fondazione sono elevati o quanto il terreno resistente si trova ad una profondità eccessiva, si ricorre ad un plinto di dimensioni maggiorate, chiamato zattera, costituito da una piastra di spessore notevole, armata con reti di ferro poste nella parte superiore ed inferiore

Fondazioni indirette:

- strutture di fondazione necessarie quando il terreno superficiale presenta una resistenza unitaria modesta rispetto al carico trasmesso dalla costruzione (quando il terreno resistente si trova a 5-6 m di profondità)
- se il terreno resistente è raggiungibile → fondazioni su pali o pozzi
- **pali:**
- ha la funzione di trasmettere una parte non trascurabile del carico verticale per attrito lungo la superficie laterale della fondazione oltre che, a seconda del rapporto tra diametro del palo e altezza dello stesso, con la pressione agente sul piano di appoggio alla base del palo
- vantaggio → di ridurre i cedimenti a lungo termine potendo sfruttare la resistenza (sia per attrito che in appoggio) di strati di terreno profondi e adeguatamente portanti (superando in profondità eventuali terreni soffici e inadatti, falde o cavità)
- **pali infissi:**
- pali prefabbricati e quindi infissi nel terreno mediante battitura e si possono distinguere in:
 - in **cemento armato vibrato**, possono avere sezione piena oppure cava, di forma circolare, quadrata o poligonale
 - in **cemento armato centrifugato**, con sezione circolare cava, e diametro costante o variabile lungo l'asse longitudinale
 - in **cemento armato precompresso**, hanno sezione e forma come i precedenti, il calcestruzzo può essere vibrato o precompresso
- **giuntati**, costruiti in due o più elementi da unire in opera
- **pali gettati in opera:**
- possono essere eseguiti con sistemi diversi, che si distinguono in funzione della tipologia di attrezzatura usata e per il procedimento di cantiere seguito
- pali a cassaforma recuperabile sono caratterizzati dall'impiego di un tubo forma metallico dentro cui viene versato il getto di cls. Il tubo, che viene in seguito al getto recuperato, viene infisso nel terreno a mezzo di un vibratore applicato alla sommità del tubo, oppure con altri mezzi, come il battipalo, le morse o i giratubi. Dopo l'infissione, si asporta il terreno che riempie il tubo, mediante benne, sonde, etc. Quindi si inserisce l'armatura metallica e si procede all'immissione del getto di cls a mezzo di un tubo di getto
- **micropali:**

- Il micropalo, con riferimento all'ingegneria civile, è un palo di fondazione avente dimensioni comprese tra 90 ed 250 mm di diametro e lunghezze fino a 12 - 15 metri; sono pali trivellati e costruiti in opera con tubo-forma dotato di valvole laterali in modo da far uscire all'esterno il calcestruzzo in modo da aumentare il diametro complessivo e consolidare il terreno circostante

3.2 Strutture in elevazione

- Insieme degli elementi tecnici del sistema edilizio aventi **funzione di sostenere i carichi verticali e/o orizzontali**, trasmettendoli alle strutture di fondazione (UNI 8290)
- costituisce l'**ossatura** portante dell'organismo architettonico e delimita involucro e spazi interni
- si realizzano secondo due sistemi strutturali distinti → **continui e discontinui**
- devono avere 6 caratteristiche principali: resistenza meccanica, resistenza al fuoco, durabilità, conformabilità degli spazi, protezione agenti esterni, resistenza sismica
- **resistenza meccanica**: carichi accidentali variabili (neve, vento), carichi eccezionali (urti, esplosioni, incendi), carichi permanenti (strutturali e non), carichi accidentali di esercizio (arredamento), terremoti
- si dividono in:
 - **elevazione verticale** → parete portante, telaio, arco
 - **elevazione orizzontale ed inclinati** → impalcati piani, coperture inclinate
 - **elevazione spaziale** → tridimensionali, grigliati piani e curvi, superficie curva continua

Struttura ad elevazione verticale

- **a) continua**: elementi verticali continui come i **muri o pareti portanti** → serve a scaricare a terra il peso delle strutture sovrastanti al muro stesso. In condizioni normali il carico, dalla sommità del muro si ripartisce su tutto lo spessore, esercitando una pressione omogenea sulla sezione della struttura;

è limitato in numero e la dimensione delle aperture in facciata vs cedimenti

- **b) discontinua**: elementi lineari come i **telai e gli archi** → è la struttura portante costituita da plinti, pilastri, travi e solai con il compito di sostenere il peso dell'edificio e dei carichi da esso portati e di scaricarlo a terra. Tra i materiali: calcestruzzo armato, l'acciaio, il legno e loro combinazioni, adottati con tecniche costruttive diverse per ciascun caso;

assolve solo la funzione statica while la funzione delimitativa è affidata ad altri elementi, ha una maggiore flessibilità distributiva in pianta in quanto la divisione degli spazi non è limitata dai setti portanti; quindi le pareti esterne e interne svolgono la sola funzione di chiusura o partizione

a) pareti portanti

si tratta della tipologia strutturale verticale più antica, e nel tempo e nelle diverse civiltà si è evoluta caratterizzandosi rispetto alla tipicità dei materiali locali. Le tipologie più note sono le murature in **pietra a secco**, le murature in **pietra squadrata** e le murature in **mattoni**. Oltre queste tipologie vanno citate anche le murature **a sacco**, le murature **miste** e le pareti in **cls portante** (setti).

- **carichi verticali** → **solai (elementi orizzontali)** → **muri (elementi verticali)** → **travi rovesce (fondazioni)**

- ha maggiore resistenza alle forze complanari che a quelle ortogonali, infatti sono necessari dei controventamenti
- **elementi di irrigidimento**: elementivertiali come pareti di taglio o nuclei di controventatura disposti ortogonalmente ai muri verticali portanti
- l'edificio in muratura è un **assemblaggio tridimensionale di muri e solai** caratterizzati da un **funzionamento di tipo scatolare**, che conferisce stabilità e robustezza all'insieme
- **muri portanti + muri di controventamento + solai** devono essere ben collegati tra loro → «**cordoli continui in cemento armato**» lungo tutti i muri, all'altezza dei solai di piano e di copertura
- **cordoli** → **funzione di vincolo** alle pareti sollecitate ortogonalmente al proprio piano vs meccanismo ribaltamento + **collegare** longitudinalmente **muri di controvento** complanari consentendo la redistribuzione delle azioni orizzontali fra di essi e conferendo **maggiore iperstaticità e stabilità** al sistema resistente
- **catene con capochiave**, parallele ed adiacenti ai muri perimetrali: sono collegate alle pareti solamente in alcuni punti e non sono dotate di rigidità flessionale
- $S_{max} = 6m$, $l_{max} = 1,5 m$ (slide 21)
- **vantaggi**: contemporanea costruzione di involucro e struttura, la massa data dall'elevato spessore delle mura, isolamento termico e acustico
- **svantaggi**: lentezza costruttiva, scarsa flessibilità degli interni

mattoni o blocchi:

assemblaggio di elementi modulari prefabbricati di piccole dimensioni con strati di materiale legante (malta) con funzione di ripartire in modo uniforme i carichi + murature a 1-2-3 teste, today si usano mattoni forati per la leggerezza (12 x 25)

- **tessitura a blocco**: presenta un corso (ovvero uno strato) di elementi apparenti di lista ed un corso di elementi apparenti di testa
- **tessitura a croce**: differisce dalla precedente per avere gli elementi dei filari di fascia (o lista) sfalsati di una testa in modo che ogni elemento di fascia ritrovi la sua posizione sulla verticale ogni quattro filari (ovvero al quinto filare)
- **tessitura gotica**: in ogni filare si alternano elementi di fascia e di punta; variazione → addensamento in verticale delle presenze degli elementi apparenti di testa e degli elementi apparenti di lista che si presentano sfalsati, da un filare a quello superiore, di mezza testa
- **tessitura in spessore**: corsi apparenti di lista: i giunti verticali sono sfalsati in modo da ritrovarsi al terzo corso; in altre soluzioni i giunti verticali sono sfalsati in modo da ritrovarsi dopo alcuni corsi per esempio al quinto corso

calcestruzzo:

forma parallelepipedica, prodotto industrialmente, che presenta le stesse caratteristiche fisico-chimiche dei **conglomerati cementizi**; può essere **pieno, semipieno o forato** e di dimensioni variabili; la **finitura** varia se il blocco è da intonaco o se è faccia a vista; miscele mod per ottenere prestazioni più elevate (blocco in cls alleggerito, cls cellulare, vibrocompresso)

le **caratteristiche prestazionali dei blocchi** (resistenza meccanica, resistenza al fuoco, isolamento acustico e termico) dipendono dalla **massa volumica, dalla composizione, dalla forma e percentuale di foratura**

svantaggi: scarsa coibenza termoacustica

blocchi possono essere **portanti o non portanti**, utilizzati per murature o come elementi di tamponamento;

setti → elementi verticali come **pareti in cemento armato**, che data la loro massa e la loro elevata inerzia hanno il compito di contrastare le forze sismiche orizzontali (muri del vano scala e degli ascensori) + costi e dispersioni termiche (casseri a perdere)

casseri → forme di contenimento: possono essere anche pannelli in fibre di legno o polistirene o in schiume poliuretatiche rigide → leggerezza / casseri reimpiegabili

per l'irrigidimento: inserimento di armature verticali all'interno dei blocchi forati e armature orizzontali nei giunti di malta

x-lam:

materiale costruttivo di nuova generazione (metà degli anni 90 in Austria), con proprietà meccaniche migliori e caratteristiche deformative più uniformi; sono composti da **tavole in legno massiccio** disposte a **strati incrociati** (cioè con direzione delle fibre alternata), incollate insieme sotto grandi pressioni per formare un unico elemento massiccio piano, con **capacità portante** in entrambe le direzioni. I pannelli vengono realizzati, in base al tipo di utilizzo e alle richieste di resistenza, con un **numero dispari di strati 3,5,7 o più** fino ad uno **spessore massimo di 60 cm**. L'orientamento relativo delle tavole nei singoli strati è di 90° e la sezione del pannello è sempre simmetrica

vantaggi → velocità dei tempi di realizzazione, isolamento termoacustico, no architravi, suff. inerzia termica

b) telai

funzione: sostenere i solai i vari piani dell'edificio la copertura + trasmette alle fondazioni le sollecitazioni

→ si compongono di **elementi verticali, elementi orizzontali e assolvono solo alla funzione statica** // insieme di aste + resiste alla compressione, alla flessione e al taglio + **cemento armato, acciaio e legno** + può essere irrigidito con sistema di **controventatura**

azioni principali: carichi permanenti Carichi di esercizio Neve Spinta del terreno; Effetti dinamici

azioni complementari: Vento, Variazioni termiche, Ritiro, Fenomeni viscosi, Imperfezione dei vincoli, Difetti di montaggio

equilibrio: materiali tecnologie impiegate, Tecniche costruttive, Condizioni dell'ambiente (suolo, clima, etc.)

pilastrati: è uno degli elementi che compongono i telai, la sua definizione più corretta è «elemento portante verticale in pietra, mattoni, cemento armato o acciaio, destinato a sorreggere le volte degli edifici»

vantaggi: facilità di esecuzione, impiego di manodopera non specializzata, possibilità di pianta libera, resistenza a sforzi orizzontali e verticali, modellabilità, poco ingombrante, uso flex degli interni

svantaggi: scarso isolamento termico e acustico dovuto alla scarsa massa

calcestruzzo armato: miscela di sabbia, ghiaia con cemento e acqua

vantaggio: protezione dal fuoco, dall'ossidazione dei ferri d'armatura

svantaggio: scarsa coibenza termica e acustica, difficoltà di adattamento, demolizione e smaltimento → fanno preferire altri materiali

calcestruzzo armato in opera: avviene mediante il getto in casseri; le casseformi sono in legno a perdere o a pannelli componibili metallici ripiegabili

metodologia: pilastri fino all'intradosso delle travi → tavolato continuo orizzontale con armatura delle travi → travetti dei solai e le pignatte → getto di calcestruzzo; i ferri ei pilastri del piano inferiore devono sporgere per un possibile getto successivo
calcestruzzo prefabbricato: assemblaggio a secco, raramente utilizzati per progetti residenziali ma usati molto per i capannoni e per le industrie

mattoni:

acciaio: consente la copertura di ampi luci e la messa in opera di costruzioni ad elevata altezza e di notevole capacità portante + riduzione delle sezioni e dei pesi degli elementi portanti

elementi verticali e orizzontali con profili laminati, estrusi o articolati collegati con giunzioni mediante bullonature

vantaggi: soluzioni architettoniche ardite, pianta libera, elevata resistenza agli sforzi

svantaggi: costi elevati + insonorizzazione + isolamento termico degli interni + estrema leggerezza + elevata conducibilità + poca resistenza al fuoco e agli agenti atmosferici (max 300°) quindi sistemi di riv e protezione adeguati + peso molto alto

punti critici: giunzioni, ponti termici, connessioni con gli elementi portanti, resistenza al fuoco, controventi

legno: facile reperimento, notevole reperibilità, buon rapporto peso/resistenza, facilità di riparazione, buone caratteristiche termoisolanti

svantaggi: disomogeneità di comportamento meccanico a seconda della direzione delle fibre (anisotropia) + umidità + infiammabilità + bassa resistenza all'attacco biologico + disponibilità limitata

legno ricomposto → legno lamellare, compensati, pannelli di fibre o engineered lumber dove si usano legni uniti mediante incollatura (colla alla caseina o a base di resina sintetica, assi di spessore tra 2-3 cm)

vantaggio: uniforme resistenza meccanica, resistenza al fuoco, resistenza all'attacco biologico grazie alla presenza delle resine e dei trattamenti + notevole stabilità all'ambiente like umidità e dilatazione termica

legno massello e lamellare

giunzioni: unioni a tenone e mortasa, a tenaglia, a forbice o a incastro, chiodi o viti, piastre o camicie metalliche, protesi metalliche a dischi con corona dentata, biette discoidali o anelli

nb → il raccordo tra fondazione e telaio deve avvenire con la presenza di un profilo metallico

b) archi

è un elemento strutturale a forma curva che si appoggia su **due piedritti** e tipicamente (ma non necessariamente) è sospeso su uno **spazio vuoto**

è costituito normalmente da **conci**, cioè pietre tagliate, o da laterizi, i cui giunti sono disposti in maniera **radiale** verso un ipotetico centro: per questo hanno forma trapezoidale e sono più propriamente detti **cunei**; nel caso di una forma rettangolare (tipica dei mattoni) hanno bisogno di essere uniti da malta che riempia gli interstizi; essenzialmente l'arco con cunei non ha bisogno di essere sostenuto da malta, stando perfettamente in piedi anche a secco, grazie alle spinte di contrasto che si annullano tra concio e concio. Il **cuneo fondamentale** che chiude l'arco e mette in atto le spinte di contrasto è quello centrale: **la chiave d'arco**, o, più comunemente detta, **chiave di volta**;

è una **struttura bidimensionale** e viene spesso utilizzato per sovrastare aperture. Per costruire un arco si ricorre tradizionalmente a una particolare impalcatura lignea, chiamata **centina**

