

Dipartimento di Ingegneria

Università degli Studi di Ferrara

Corso di

“PROGETTAZIONE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI”

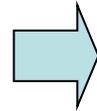
Prof. Ing. Maurizio Biolcati Rinaldi

**CONCETTI BASE
DELLA PROGETTAZIONE EDILIZIA**

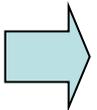
Sintesi degli argomenti trattati a lezione

TECNOLOGIA DELLA COSTRUZIONE

Studio dell'importanza
che il ruolo
decisionale
assunto dagli
operatori nel
processo edilizio
ha:



- **nella scelta delle tecniche costruttive** (industrializzazione del componente, prefabbricazione, qualità, ecc.)



- **nella definizione della qualità del procedimento costruttivo** (maggiore identificazione sociale o produttiva)

SISTEMA

*E' un raggruppamento, un **insieme di elementi** (oggetti, fenomeni, materiali, strumenti, processi...) ordinati organicamente classificati e relazionati secondo leggi precise.*

*Una proprietà del sistema è la **variabilità degli elementi con la costanza delle relazioni.***

*Aspetti della **variabilità** sono la **flessibilità** e **l'adattabilità.***

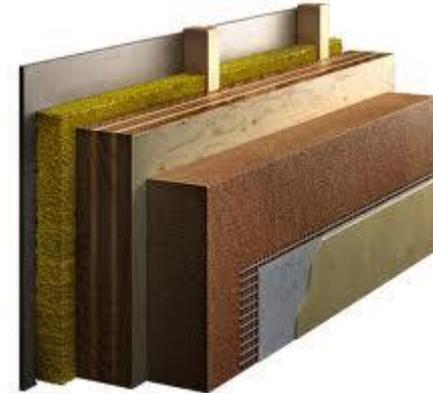


PROGETTAZIONE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI

CONCETTI BASE

SISTEMA

In architettura possiamo parlare di **SISTEMA EDILIZIO**: **insieme di elementi spaziali e tecnici che definiscono uno spazio costruito, legati da un sistema di relazioni di tipo funzionale, fisico, formali-percettive**



Elementi
spaziali



Elementi
Tecnici

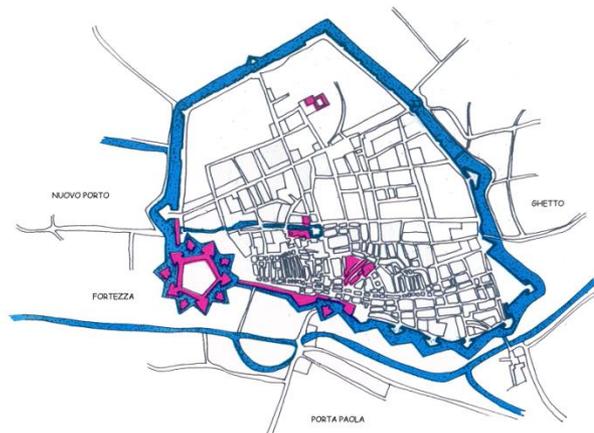
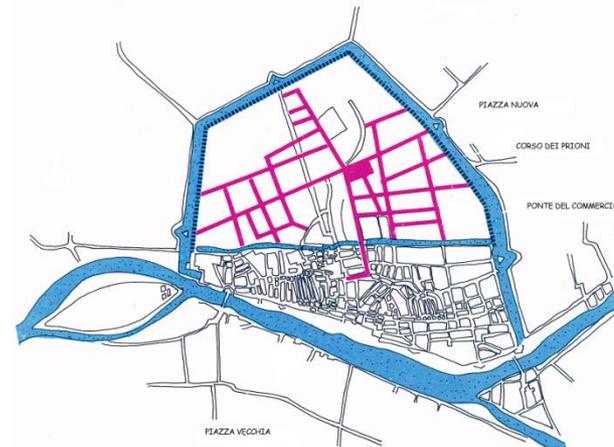
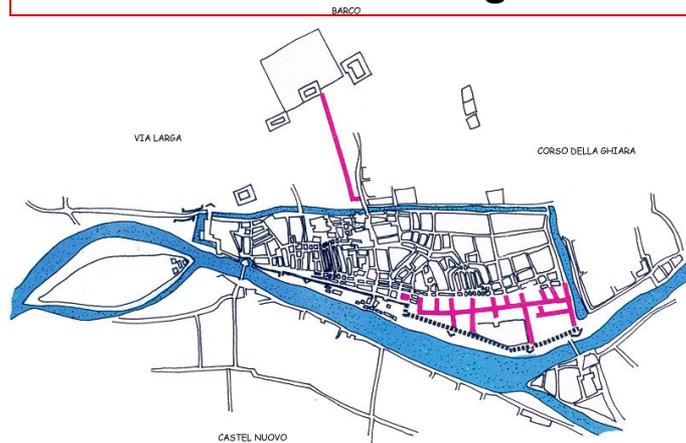


CONCETTI BASE

SPAZIO COSTRUITO – 1. Territorio e antropizzazione

Luogo e ambiente che l'uomo crea artificialmente per poter svolgere determinate attività.

Evoluzione di città lungo un fiume



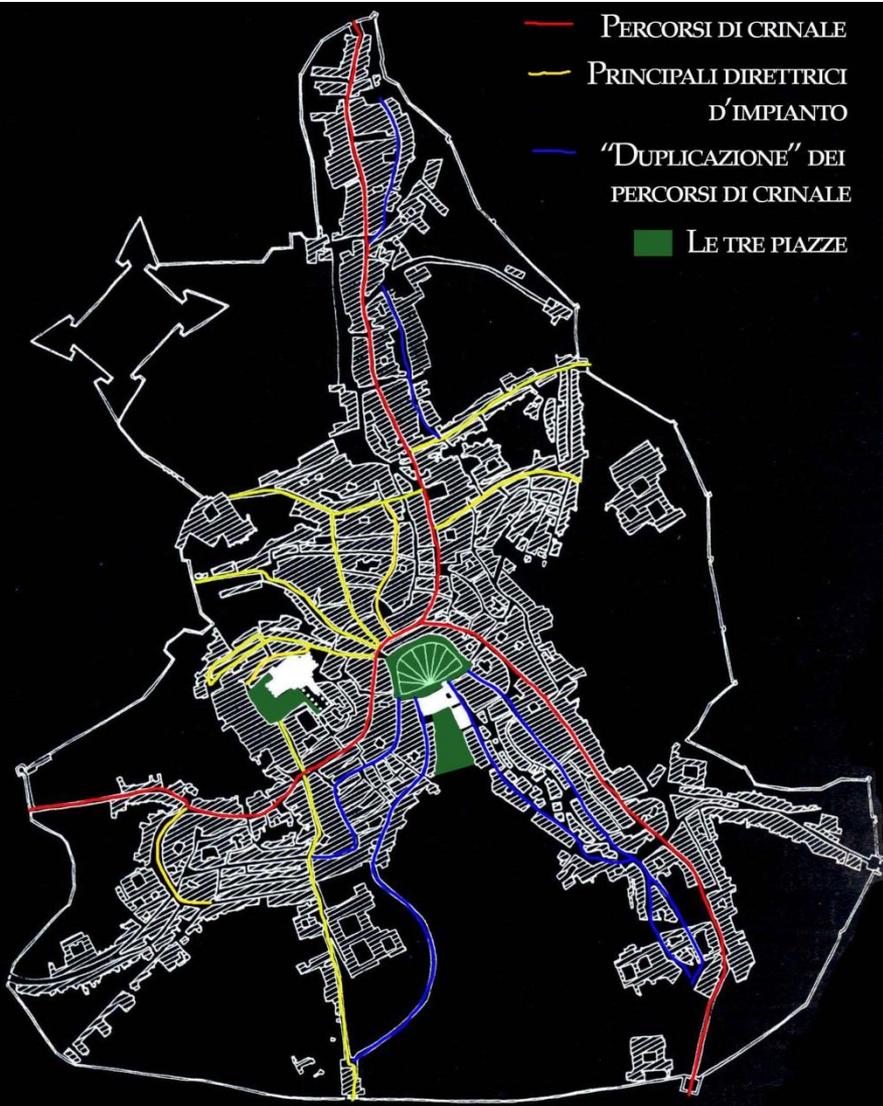
CONCETTI BASE

SPAZIO COSTRUITO – 2. Territorio, città e spazio urbano

Luogo e ambiente che l'uomo crea artificialmente per poter svolgere determinate attività.

Il tessuto urbano di Siena in una cartografia del 1848. La città è la sua divisione in terzi dai percorsi di crinale. Ad ogni Terzo corrisponde un diverso “fuso”.

Piazza del Campo, Siena

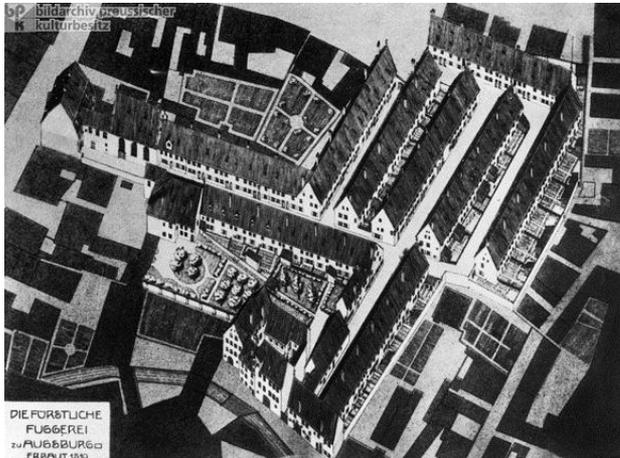


PROGETTAZIONE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI

CONCETTI BASE

SPAZIO COSTRUITO – 3. Porzione di spazio urbano

Luogo e ambiente che l'uomo crea artificialmente per poter svolgere determinate attività.



Fuggerei,
Augsburg (D)

Quartiere
residenziale per
i poveri della
città (1521)



PROGETTAZIONE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI

CONCETTI BASE

SPAZIO COSTRUITO – 3. Porzione di spazio urbano

Luogo e ambiente che l'uomo crea artificialmente per poter svolgere determinate attività.



Edificio in linea



Edificio curvo



Bruno Taut,
quartiere
Britz, Berlino
(1930)



Edificio a schiera



Edificio in linea

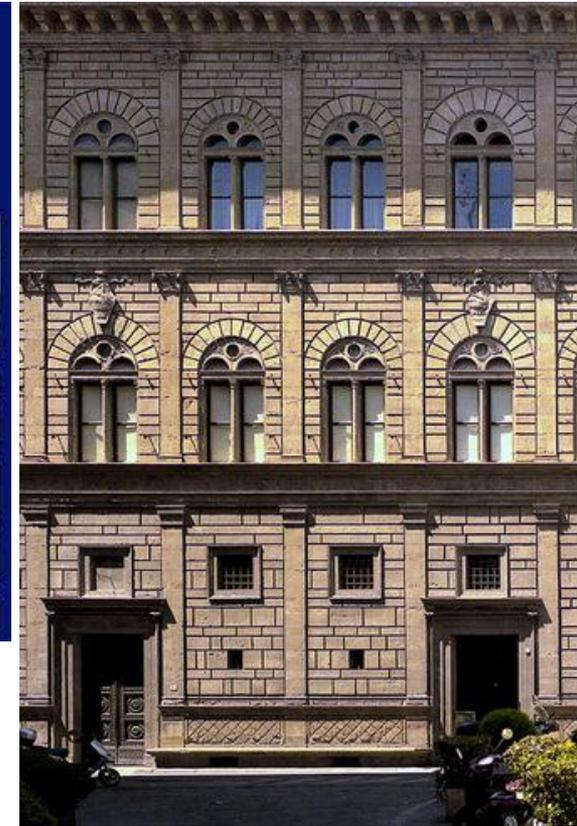
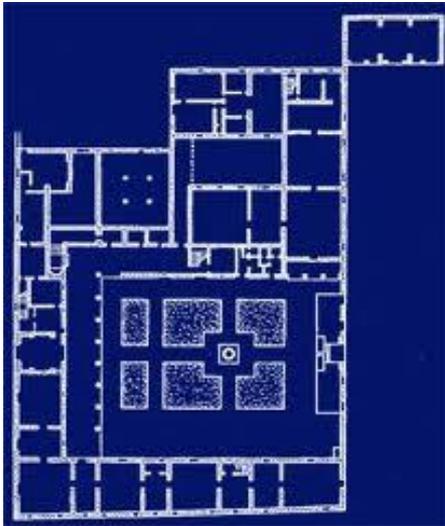
CONCETTI BASE

SPAZIO COSTRUITO - 4. Edifici

Luogo e ambiente che l'uomo crea artificialmente per poter svolgere determinate attività.



Palazzo
Diamanti,
Ferrara (1493)



Leon Battista Alberti, Palazzo
Rucellai, Firenze (1446-1451)

PROGETTAZIONE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI

CONCETTI BASE

SPAZIO COSTRUITO – 5. Spazi interni

Luogo e ambiente che l'uomo crea artificialmente per poter svolgere determinate attività.

Le Corbusier
Unità di abitazione di Marsiglia (1946-52)



Sezione alloggio doppio
(giallo e verde) e
percorso interno (rosso)



Pianta due alloggi
doppi (giallo e verde)
con scala interna



ORGANISMO EDILIZIO

E' l'identificazione del sistema edilizio: è l'oggetto di ogni specifico intervento di trasformazione dell'ambiente.

*Si usa **SISTEMA EDILIZIO** quando si studia il comportamento funzionale delle sue parti.*

*Si usa **ORGANISMO EDILIZIO** quando si affronta la progettazione di uno spazio costruito specifico, ambientato, finalizzato alla soddisfazione di determinate esigenze.*

ORGANISMO EDILIZIO

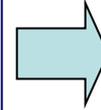
- La **FLESSIBILITA'** di un sistema o su un sistema è **l'attitudine a deformarsi non in senso irreversibile e alterativo.**
 - Si parla di **flessibilità dello spazio** intendendo l'attitudine di essere suddiviso in vari modi e in tempi successivi in relazione a vincoli geometrici, dimensionali, dei procedimenti costruttivi utilizzati, ecc.
- **L'ADATTABILITA'** è la **capacità del sistema o una sua parte a rapportarsi in modo opportuno alle esigenze di altri sottosistemi per mezzo di un sistema di nuove correlazioni esterne.**

- **PROGETTARE UN SISTEMA SIGNIFICA INDIVIDUARE GLI ELEMENTI E LE LORO REGOLE DI COMPATIBILITÀ.**
 - *Esempi: Sub-sistema delle finestre che può essere montato in luce o in gargame attraverso una particolare strumentazione d'interfaccia.*

CONCETTI BASE

SISTEMA COSTRUTTIVO

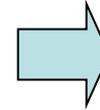
Insieme correlato di scelte a livello costruttivo avvenute nel momento progettuale di un organismo edilizio.



Fase della conoscenza delle esigenze e dei requisiti

APPARECCHIATURA COSTRUTTIVA

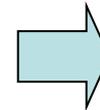
Il sistema costruttivo utilizzato in un organismo edilizio con i suoi materiali, gli elementi di fabbrica, ecc.



Fase della progettazione esecutiva degli elementi spaziali e tecnici

PROCEDIMENTO COSTRUTTIVO

Sistema delle lavorazioni e delle operazioni necessarie alla costruzione in rapporto ai materiali impiegati e ai principi costruttivi adottati.



Fase esecutiva di realizzazione in cantiere

CONCETTI BASE

TIPO

Raggruppamento di oggetti aventi un qualche carattere o una serie di caratteri in comune.

- Il tipo presuppone ***l'applicazione delle stesse regole*** nella definizione degli oggetti.
- E' sinonimo di ***qualche analogia fra gli oggetti.***
- Storicamente il tipo edilizio non ha una funzione logica, ma è il ***prodotto della concezione dell'organismo edilizio, del suo modello di utilizzazione.***
- Il tipo edilizio ***incorpora i caratteri della società di un certo periodo storico***, la cultura, le risorse, le cognizioni tecniche derivate dall'esperienza.

CONCETTI BASE

TIPO EDILIZIO

- Il **tipo edilizio** può essere visto come un raggruppamento di edifici capace di esprimere l'insieme unitario delle condizioni che in un momento storico o in un luogo l'hanno determinato.
 - In ottica, prevalentemente storica, avremo la chiesa di tipo gotico, il palazzo di tipo rinascimentale, la casa a schiera di tipo medioevale, il teatro di tipo greco ...
- Storicamente, essendo il **tipo edilizio** l'esplicitazione spontanea del rapporto esigenze-risorse, si riscontra una precisa relazione fra tipologia edilizia e morfologia urbana, attraverso la ripetizione e la disposizione di uno o più tipi.
- Il tipo può essere visto come **modello a posteriori**.

FATTORI DEFINITORI DI UN TIPO EDILIZIO (1)

- Fattori che esprimono nel tempo la costanza delle modalità di fruizione dello spazio da parte dell'individuo e dei gruppi sociali, ovvero del modello d'uso.
- Fattori inerenti l'uso del suolo a scopi edilizi: geometria del lotto, rapporti dimensionali fra edificazione e superficie del lotto, rapporto dell'uso privato-pubblico, numero dei piani.
- Fattori di carattere formale, espressivo e simbolico.
- Fattori inerenti i materiali e le tecniche costruttive.

PROGETTAZIONE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI

CONCETTI BASE

TIPO EDILIZIO

Rurale di montagna →

Rurale di pianura padana ↓



FATTORI DEFINITORI DI UN TIPO EDILIZIO (2)

Il **TIPO EDILIZIO**, così classificato secondo i fattori, diviene un **modello finale che indica il livello di soddisfazione di determinate esigenze** e può essere ultimato nella progettazione comune iniziale matrice qualitativa.

- Una tale operazione è utile, ad esempio, per definire regole di progettazione, norme tecniche riferite ai livelli di agibilità dello spazio, alle dimensioni, alle geometrie, ai rapporti fra superficie utile e superficie lorda costruita (efficienza dello schema), individuazione di schemi di organizzazione degli elementi costruiti ecc.
- Tipo edilizio a schiera, a blocco, in linea, a torre, monopiano, pluripiano, intensivi, estensivi, a connettivo verticale, orizzontale (ballatoio), ecc.

PROGETTAZIONE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI

CONCETTI BASE

FATTORI DEFINITORI DI UN TIPO EDILIZIO (2)

- Tipo edilizio a schiera, a blocco, in linea, a torre, monopiano, pluripiano, intensivi, estensivi, a connettivo verticale, orizzontale (ballatoio), ecc.

A torre



Studio BBPR, Torre Velasca, Milano (1957)



CONCETTI BASE

FATTORI DEFINITORI DI UN TIPO EDILIZIO (2)

- Tipo edilizio a schiera, a blocco, in linea, a torre, monopiano, pluripiano, intensivi, estensivi, a connettivo verticale, orizzontale (ballatoio), ecc.

A torre



van den Broek + Bakema, quartiere Hansa, Berlin (1957)

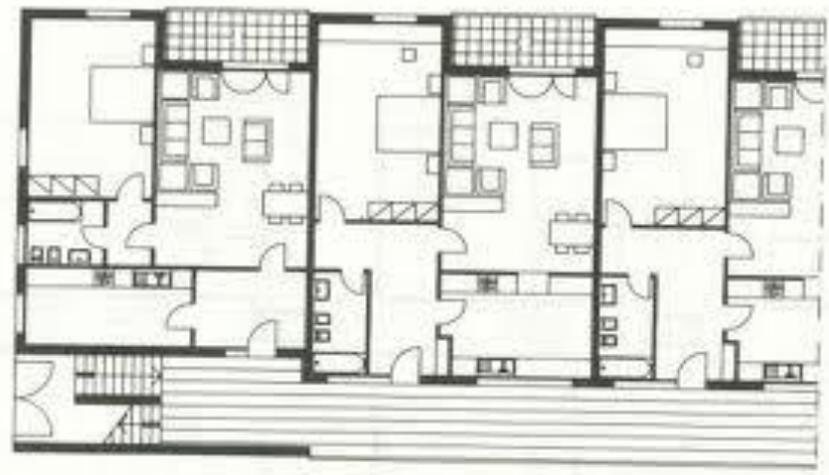
PROGETTAZIONE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI

CONCETTI BASE

FATTORI DEFINITORI DI UN TIPO EDILIZIO (2)

- Tipo edilizio a schiera, a blocco, in linea, a torre, monopiano, pluripiano, intensivi, estensivi, a connettivo verticale, orizzontale (ballatoio), ecc.

A ballatoio



PROGETTAZIONE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI

CONCETTI BASE

FATTORI DEFINITORI DI UN TIPO EDILIZIO (2)

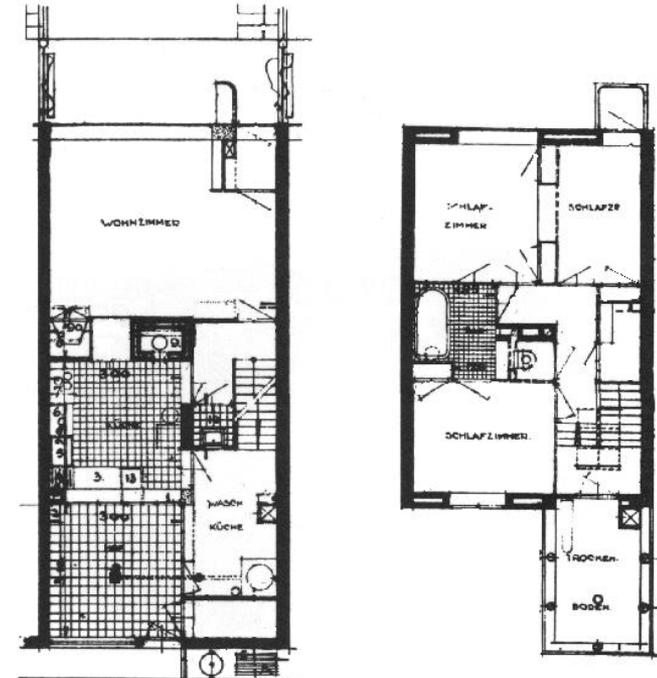
A schiera

Jacobus J.P. OUD – Weissehof
Siedlung, Stuttgart (D) (1927)

Fronte
interno



Accesso fronte strada



PROGETTAZIONE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI

CONCETTI BASE

FATTORI DEFINITORI DI UN TIPO EDILIZIO (2)

- Tipo edilizio a schiera, a blocco, in linea, a torre, monopiano, pluripiano, intensivi, estensivi, a connettivo verticale, orizzontale (ballatoio), ecc.

A corte chiusa (edificio con più corti chiuse)



Aldo Rossi – Schützenstrasse, Berlin-Mitte (1994-1997)



PROGETTAZIONE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI

CONCETTI BASE

FATTORI DEFINITORI DI UN TIPO EDILIZIO (2)

- Tipo edilizio a schiera, a blocco, in linea, a torre, monopiano, pluripiano, intensivi, estensivi, a connettivo verticale, orizzontale (ballatoio), ecc.

Pluripiano



Walter Gropius, quartiere Hansa, Berlin (1957)

Saverio Muratori, Palazzo ENPAS, Bologna (1956-57)

PROGETTAZIONE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI

CONCETTI BASE

FATTORI DEFINITORI DI UN TIPO EDILIZIO (2)

- Tipo edilizio a schiera, a blocco, in linea, a torre, monopiano, pluripiano, intensivi, estensivi, a connettivo verticale, orizzontale (ballatoio), ecc.

In linea / a corte con servizi interni alle corti (kidergarten, ecc.)

Karl Ehn, Karl Marx-Hof (1930-35), quartiere Heiligenstadt, Wien



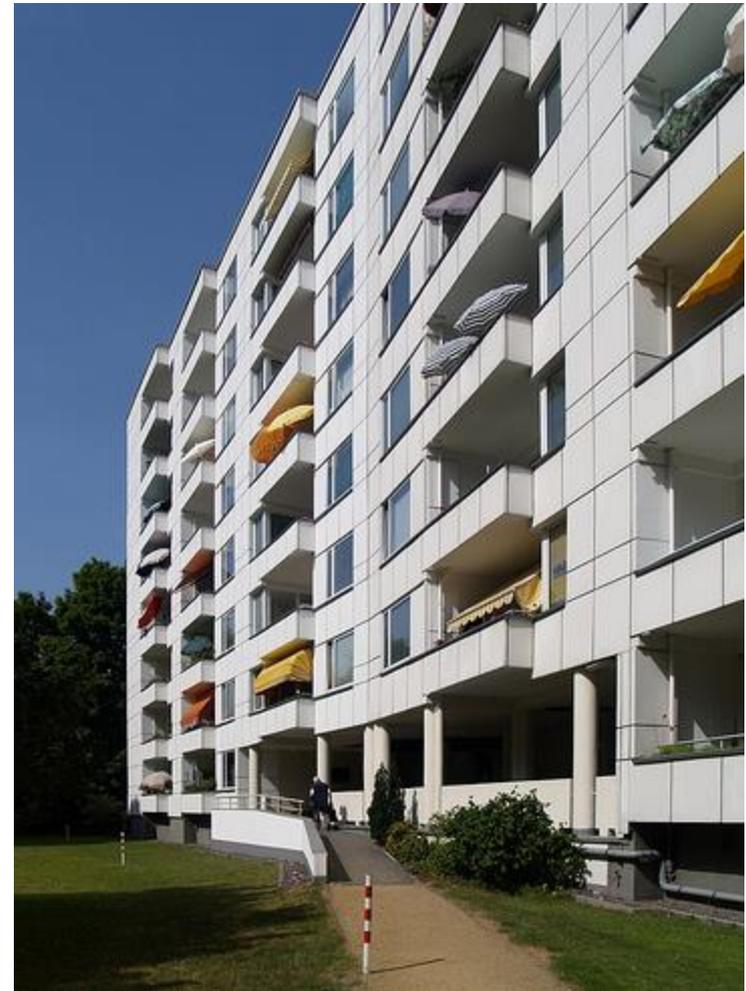
CONCETTI BASE

FATTORI DEFINITORI DI UN TIPO EDILIZIO (2)

- Tipo edilizio a schiera, a blocco, in linea, a torre, monopiano, pluripiano, intensivi, estensivi, a connettivo verticale, orizzontale (ballatoio), ecc.



Alva Aalto, quartiere Hansa, Berlin (1957)



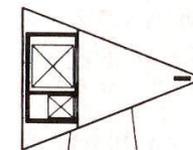
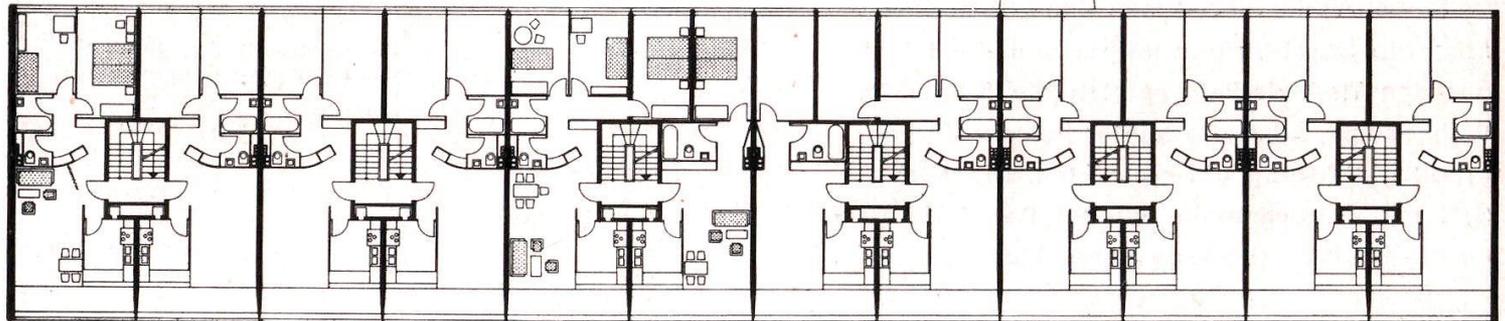
PROGETTAZIONE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI

CONCETTI BASE



Oscar Niemeyer, unità di abitazione, quartiere Hansa, Berlin (1957)

Grundriß, Normalgeschoß



PROCEDIMENTO EDILIZIO (1)

E' il modo in cui si svolgono e si organizzano le attività edilizie intellettuali e materiali.

E' la sequenza coordinata di attività finalizzata alla realizzazione dell'organismo edilizio e/o di sue parti, facenti capo a operatori (attori) diversi: utente, committente, progettista, impresa, produttivo di componenti.

Il processo edilizio, come qualsiasi processo industriale, può essere diviso in 4 sottosistemi di attività, definite fasi:

- 1 – PROGRAMMAZIONE
- 2 – PROGETTAZIONE
- 3 – ATTUAZIONE
- 4 – GESTIONE

PROCEDIMENTO EDILIZIO (2)

- 1 - **PROGRAMMAZIONE**: durante la quale vengono messe a punto, dopo le opportune analisi preventive, le scelte di base dalle quali dovrà partire la progettazione o scelte strategiche
- 2 - **PROGETTAZIONE**: coincidente con la definizione dell'organismo edilizio e/o di parti di esso
- 3 - **ATTUAZIONE**: durante la quale si realizza il modello definito durante la progettazione
- 4 - **GESTIONE**: intesa come direzione e controllo dello stesso processo edilizio e della fase di esercizio dello stesso

CONSIDERAZIONI GENERALI

A - COMPRENDERE L'ARCHITETTURA

- Capire la **Concezione** ovvero i **Principi Costruttivi** dell'Organismo Architettonico
- Capire la **correlazione** con **l'Uso dei Materiali** e la **Tecnologia**
 - la **Materia** + la **Scelta** dell'uomo diventa **Materiale**
 - il **Materiale** + **l'Azione** dell'uomo diventa **Elemento Costruttivo**

CONSIDERAZIONI GENERALI

B - COMPRENDERE *L'USO DEI MATERIALI*

- Esplicitarne i caratteri in funzione di:
 - tipologia di base
 - tipologia di base delle strutture
 - criteri di classificazione
 - ruolo nell'ambito della configurazione spaziale

CONSIDERAZIONI GENERALI

**C - COMPRENDERE L' ORGANISMO
ARCHITETTONICO**

- Esplicitare la relazione fra **Materiali** e **Articolazioni volumetriche** mediante:
 - il concetto di Zona architettonica,
 - la conoscenza degli Elementi funzionali come espressione spaziale-tecnologica,
 - l'individuazione delle Funzioni e della Conformazione geometrica

PROGETTAZIONE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI

MATERIALE E PROCEDIMENTO COSTRUTTIVO

A. MATERIALI PER L'EDILIZIA

- materie prime naturale (legno, acqua, pietra, argilla, sabbia)
- materie prime artificiali (materie siderurgiche, resine sintetiche, prodotti chimici)
- materiali base sciolti o preconfezionati (bitumi, cementi, calcestruzzi)
- materiali
 - **elementi costruttivi base preformati o preassemblati** (semilavorati da montare, quali: mattoni, blocchi di pietra, profilati metallici, lastre di vetro, ecc.)
 - **elementi costruttivi base funzionali**
 - **elementi di fabbrica prefabbricati in officina** (capriate, serramenti, blocchi funzionali, pannelli prefabbricati, ecc.)
 - **elementi impiantistici** (tubazioni, sanitari, caldaie, cucine, monoblocchi, ecc.)

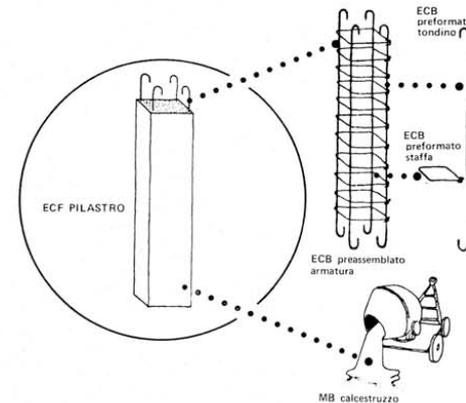
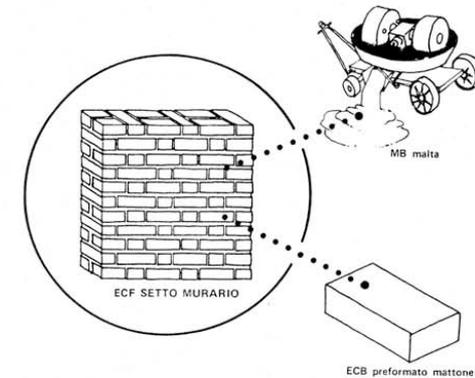
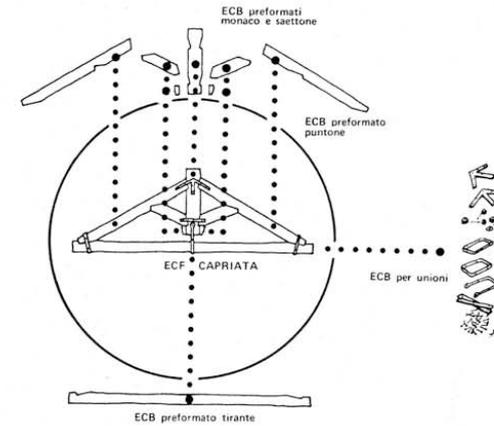
B. MATERIALI IMPIEGATI NELLE STRUTTURE

- pietra naturale
- pietra artificiale (laterizi: mattoni, blocchi)
- legname
- acciaio, alluminio
- calcestruzzo armato e precompresso
- materie plastiche

Materiali strutturali artificiali

- **Da migliaia di anni si usa ferro e legno e si conoscono le loro proprietà di resistenza: acciaio a trazione, legno a compressione.**
- **I progressi nella metallurgia, chimica, fisica hanno consentito di migliorare in misura sostanziale le proprietà dei materiali:**
 - **acciai inossidabili**
 - **leghe di acciaio** : con carico di rottura a 14.000 kg/cm^2 .
 - **fili di acciaio e trefoli** : con carico a trazione di centinaia di migliaia di kg/cm^2 .
 - **adesivi plastici** : trasformano il legno in materiale durevolissimo e quasi isotropo.
 - **Calcestruzzo** : necessita di attenzione accurata nella composizione granulometrica degli inerti, nella definizione della quantità e della qualità del cemento e dell'acqua, nella fase di costipamento, nella gestione della fase di stagionatura.
 - **calcestruzzi con inerti leggeri**
 - **calcestruzzi a presa rapida**
 - **calcestruzzi precompressi** : ottenuti utilizzando fili di acciaio armonico ad elevata resistenza, raggruppati in cavi (trefoli) attraversano il calcestruzzo, che vengono posti in trazione e provocano la compressione della massa. La trazione provocata dai cavi riduce, o annulla, la compressione iniziale del c.c.a., che quindi non lavora mai a trazione e non tende a fessurarsi.
 - **plastiche** : materiali sintetici che utilizzano come leganti sostanze organiche. Le plastiche strutturali (costose) sono rinforzate con fibre di vetro che possono raggiungere a trazione una resistenza di 40.000 kg/cm^2 .
 - **poliuretani e polistiroli** : espansi ed estrusi, hanno sufficiente resistenza al taglio e vengono utilizzati come anima dei pannelli sandwich.

- **ORGANISMO ARCHITETTONICO:** sotto il profilo costruttivo la struttura è frutto di un sistema di relazioni fra gli aspetti costruttivi, materici, tecnologici che evidenzia:
 - modo per materializzare quella forma per la realizzazione
 - ruolo delle parti costituenti al fine di delimitare e classificare:
 - lo spazio costruito
 - il comfort ambientale
 - la sicurezza statica
- **ELEMENTI DI FABBRICA:** componenti dell'organismo che hanno dignità geometrico-spaziale, funzionale e tecnologica propria.



Materiali

Materia prima che ha
capacità potenziale di
costruire
“pezzo” a cui è stata
conferita la capacità di
costruire

da E. Mandolesi, “Edilizia, vol I”

L'elemento costruttivo funzionale come insieme
correlato di elementi costruttivi base e di materiali base.

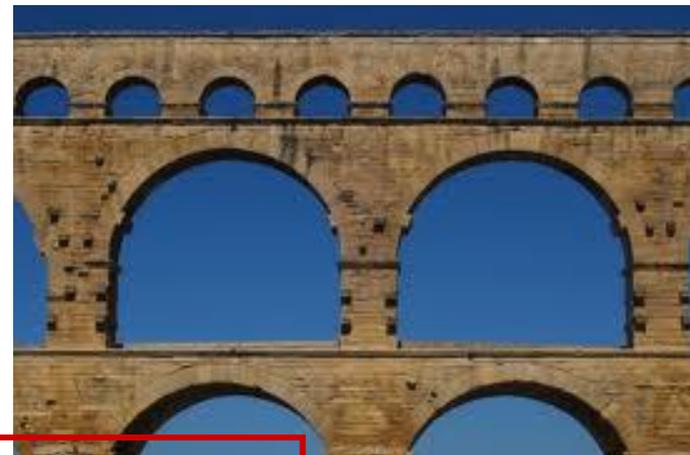
PROGETTAZIONE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI

APPARECCHIATURA COSTRUTTIVA

Materiali - La pietra naturale è un materiale che consente di costruire strutture imponenti



Pont del Garde, Nimes, France
(ponte + acquedotto romano)



PROGETTAZIONE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI

APPARECCHIATURA COSTRUTTIVA

Materiali - Il laterizio è un materiale che consente di costruire strutture che funzionano a massa (con aperture di dimensioni limitate)



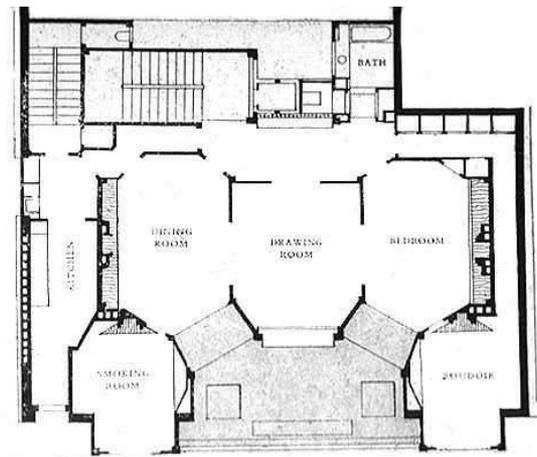
Palazzo Schifanoia,
Ferrara, (1385)



PROGETTAZIONE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI

APPARECCHIATURA COSTRUTTIVA

Materiali - Il calcestruzzo è il nuovo materiale che ai primi del '900 conferisce capacità di costruire liberamente anche gli edifici abitativi



Auguste Perret, rue Franklin 25 , Paris (edificio ad appartamenti, 1902-04)

PROGETTAZIONE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI

APPARECCHIATURA COSTRUTTIVA

Materiali - Il calcestruzzo è il nuovo materiale che conferisce capacità di costruire liberamente anche forme ardite



G. Mattè-Trucco, Lingotto, Torino
(1926)



P.L. Nervi, Palazzetto dello Sport,
Roma, (1960)



P.L. Nervi, Cartiere Burgo, Mantova, (1960-64)



S. Musumeci, Ponte sul Basento, (1972)

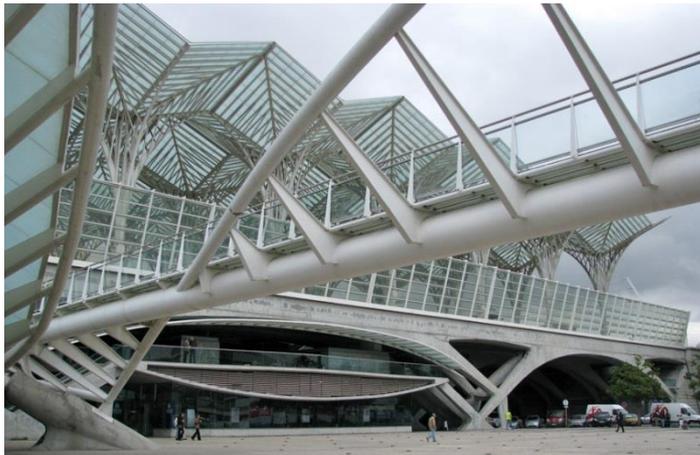


R. Morandi, Ponte Bisantis,
Catanzaro, (1962)

PROGETTAZIONE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI

APPARECCHIATURA COSTRUTTIVA

Materiali - Il ferro e poi l'acciaio sono materiali che conferiscono capacità di costruire in forme snelle ma di grande capacità portante



Santiago Calatrava, Gare do Oriente,
Lisboa (1998)

PROGETTAZIONE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI

APPARECCHIATURA COSTRUTTIVA

Elementi costruttivi base o materiali di base

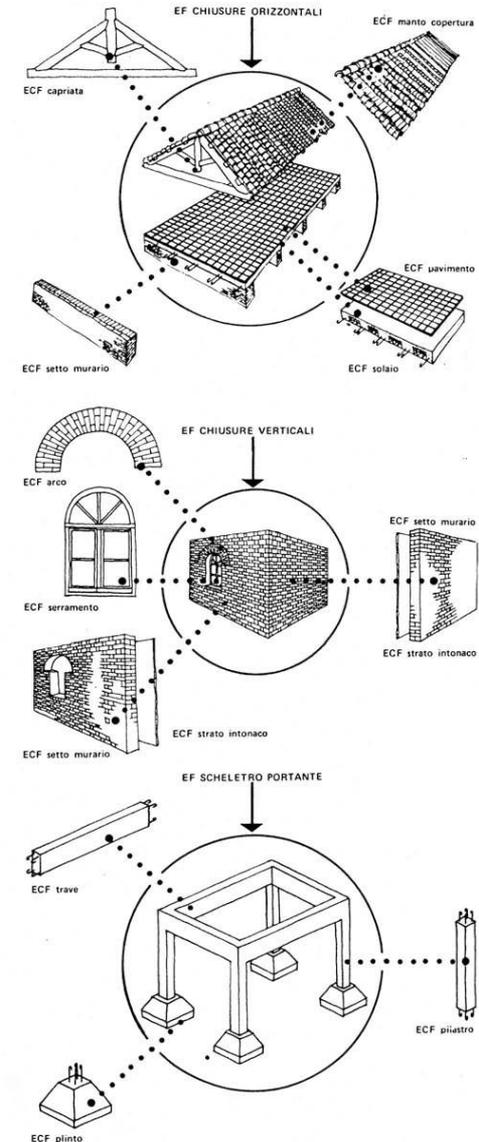
Parti che formano gli elementi costruttivi funzionali non dotati di propria riconoscibilità costruttiva e tecnologica

Elementi costruttivi funzionali semplici e complessi

Parti costituenti gli elementi di fabbrica dotati di collocazione e funzione precise e di una organizzazione interna ai fini della costruibilità

Elementi di fabbrica

Parti dell'apparecchiatura costruttiva dotati di assoluta autonomia funzionale, formale, geometrica, costruttiva e tecnologica, messi in opera in un determinato contesto produttivo e edilizio ma esportabili in altri organismi edilizi delimitano e classificano lo spazio assicurano le condizioni di comfort garantiscono la sicurezza statica



L'elemento di fabbrica come insieme correlato di elementi costruttivi funzionali.

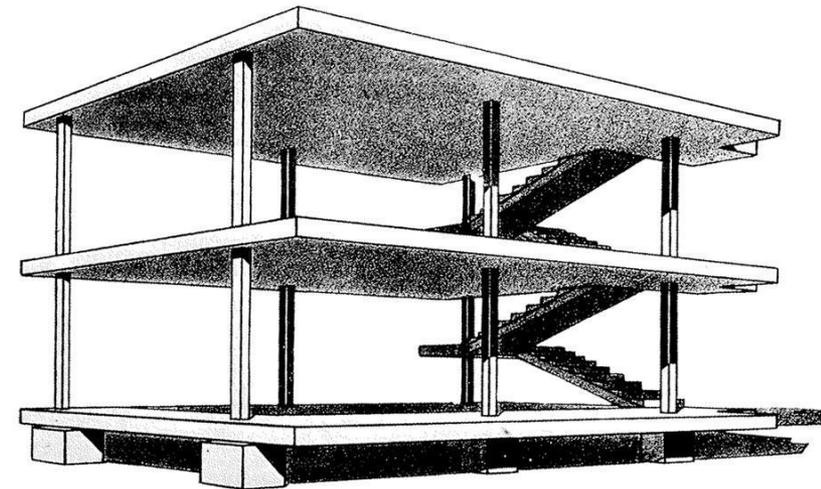
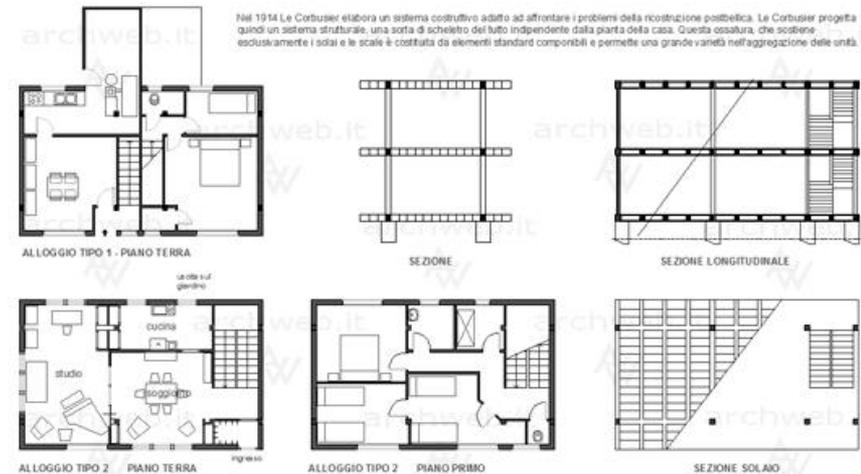
da E. Mandolesi, "Edilizia, vol I"

PROGETTAZIONE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI

APPARECCHIATURA COSTRUTTIVA

SISTEMA COSTRUTTIVO

- Insieme di **elementi** (costruttivi, organizzativi, funzionali) che, **collegati secondo specifiche "regole"**, sono in grado di **fornire determinate prestazioni (qualità)** per la realizzazione degli organismi edilizi ed architettonici.
- E' il risultato della scelta costruttiva effettuata nel momento progettuale. Individua il criterio di realizzazione (tecnica) della forma che ha, come spazio costruito, specifiche capacità di prestazione in rapporto a:
 - *agibilità*
 - *percezione*
 - *comfort ambientale*
 - *sicurezza statica*



L'ossature standard « Dom-ino », pour exécution en grande série

Casa DOM-INO, Le Corbusier (1915)

PROCEDIMENTO COSTRUTTIVO

- Insieme delle **lavorazioni** e delle **operazioni** necessarie alla costruzione in rapporto:
 - ai materiali impiegabili
 - ai **principi costruttivi** adottati e alle relative **tecniche**

Insieme di operazioni tecniche costruttive caratterizzate da specifici aspetti

