



# POLITECNICO MILANO 1863

Scuola di Architettura, Urbanistica e Ingegneria delle Costruzioni

Corso di Laurea in Ingegneria dei Sistemi Edilizi

Appunti di Direzione Lavori

Prof. G.M. Di Giuda

Anno Accademico 2020/2021

## Sommario

Introduzione: normativa, iter e fasi di costruzione.....	2
Controlli: tipologie, documenti correlati ed attori coinvolti.....	5
Controlli per manufatti strutturali.....	6
Controlli per acciaio di armatura.....	7
Controlli per calcestruzzo gettato in opera o prefabbricato.....	9
Controlli in corso d'opera.....	11
Schede di controllo per elementi tecnici.....	11
Capitolati.....	12
Progetto operativo.....	14
Fasi di vita dei prodotti in cantiere.....	14
Ufficio Direzione dei Lavori.....	15
Contabilità dei lavori.....	16
Riserve.....	19
Collaudo.....	19
Collaudo statico o strutturale.....	20
Sicurezza.....	21
Riferimenti normativi.....	22

## Introduzione: normativa, iter e fasi di costruzione.

### Normativa:

- 1- DM 49/2018
- 2- D.Lgs 50/2016 Codice contratti pubblici
- 3- DPR 207/2010 "Regolamento"
- 4- D.Lgs. 81/2008 Testo unico in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro
- 5- D.Lgs. 106/2009 Disposizioni integrative del 81/2008

La direzione dei lavori serve a trasformare la propensione qualitativa espressa dal progetto in qualità effettiva → TRAMITE IL CONTROLLO (del DL)

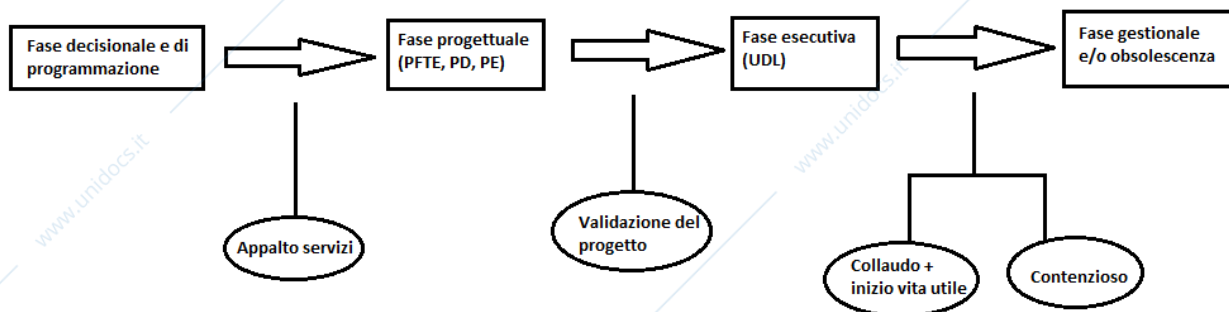
**Fasi:**

- 1- **Progettuale:** tutti i documenti redatti descrivono la “propensione qualitativa”. Parolone per dire che finchè è sulla carta son solo parole. In questa fase vengono redatti una serie di documenti da cui esce questa “propensione”:
- DIP (documento informativo precontrattuale): contiene le esigenze, gli obiettivi, le funzioni del progetto, i limiti finanziari, ...
  - PFTE: ha come destinatario il committente, ha una stima realistica dei costi.
  - PD: ha come destinatario enti esterni, magari per ottenere autorizzazioni o cose così (conferenza dei servizi). Per questo, quando non si è in ambito lavori pubblici si può saltare direttamente all'esecutivo.
  - PE: ha come destinatario l'impresa, la finalità è la cantierabilità. Deve essere approvato dal RUP.

In questa fase si effettua un controllo sulle scelte progettuali, sull'adeguatezza, sulla coerenza tra gli elaborati ecc. Insomma, la VALIDAZIONE (vedi corso di Enricone).

- 2- **Esecutiva:** tutto quello che compare in questa fase riguarda la realizzazione materiale. Le varianti in corso d'opera sono pericolose perché magari non riflettono la propensione qualitativa espressa in fase progettuale, è quindi necessario un controllo sulle attività al fine di garantire tale qualità. Il progetto è collegato a delle attività che sulla carta non compaiono, ma che sono strettamente legate al risultato ottenuto. Se sul progetto è segnato un muro di mattoni con le fughe tutte uguali, si tradurrà in un controllo sulla posa a tempo debito dei corsi di mattoni: se vengono posizionati troppo velocemente la malta apposta alla prima fila finirà schiacciata e il risultato non sarà conforme al progetto. Il controllo in fase esecutivo viene svolto dal Direttore dei Lavori, che si assicura il mantenimento degli standard qualitativi espressi in fase di progetto. Anche in questo caso ci sono dei documenti di riferimento:

- Progetti operativi e costruttivi.

**N.B.**

- Il DL non era necessario (nel senso che anche dopo non era obbligatorio, ma la legislazione ha cominciato a parlarne) per i privati fino al 1971.
- Per i lavori pubblici è obbligatorio dal 1929. Si era palesata la necessità di avere un controllo sulla contabilità e sull'accettazione dei materiali per evitare truffe.
- Gli impianti vengono verificati non dal DL ma dagli installatori (tecnici) che devono fornire dichiarazioni di conformità e, se richiesti, gli As-Built.

**ITER:** a livello di progetto + esecuzione c'è un filo logico scomponibile nelle seguenti fasi, in cui va ad inserirsi il DL:

- 1- Identificazione di **ESIGENZE**: ad opera del cliente che ti viene a dire cosa vuole e quali obiettivi la sua costruzione deve soddisfare.
- 2- Vengono formulati dei **REQUISITI**: dal progettista, che vede le esigenze e dice: "se ti serve una casa forse è meglio che ci siano dei muri ed un tetto, non sarebbe male che non ti ci piova dentro" → requisito di tenuta all'acqua.
- 3- Specificazione delle **PRESTAZIONI**: proposta dall'impresa, che vede i requisiti del progettista e dice: "se ti serve uno strato che non ti faccia passare l'acqua ti propongo di usare questo materiale fatto in pelle di bambino cambogiano ecc."

**Il DL vede le prestazioni e CONTROLLA che corrispondano ai requisiti di progetto ed alle esigenze della committenza.** Se da progetto ti chiedono degli isolanti con conducibilità massima da 0,05 W/mK e l'impresa vuole fare i muri con i calzini dei barboni magari non è il caso.

**Difetti:** da uno studio della Comunità Europea è venuto fuori che l'80% dei difetti si manifesta nei primi 5 anni di vita dell'opera (macrocategorie più colpite sono le strutture, la copertura e le fondazioni) e tendenzialmente sono riconducibili ad errori in fase di progettazione ed esecuzione. Da qui l'importanza capitale del controllo in fase di progetto (validazione) e in fase di esecuzione.

Si definiscono due tipologie di costo quindi:

- a) Costo della qualità: quanto ti costa il validatore e il DL rompicoglioni.
- b) Costo della non-qualità (AKA errori): quanto ti costa mettere a posto le minchiate una volta che le hai fatte (spoiler: tanto).

**N.B.** mediamente si stima che il costo dei difetti si aggiri intorno al 12% del costo totale dell'opera, il 20% viene fuori nei primi 5 anni ed è imputabile ad errori di progetto e di posa in opera. Nel secondo caso, si dice che se il committente ha sbagliato a dare l'incarico ad uno che non ha esperienza c'è COLPA IN ELIGENDO, mentre se semplicemente il DL non ha fatto il suo lavoro e il committente non ha controllato che lo stesse facendo, c'è COLPA IN VIGILANDO.

È stato stimato che il costo ottimale della qualità è intorno al **3,7%** del costo totale di costruzione. Se si pensa a questo costo come al prezzo delle misure correttive per eliminare i difetti, è interessante come questa percentuale aumenti in funzione di quando, nell'iter costruttivo, vengono adoperate queste misure correttive. Se dei difetti me ne occupo quando è già tutto fatto col cazzo che ci spendo un 3,7%, la percentuale aumenta esponenzialmente e diventa un costo della non-qualità anziché un costo della qualità. La percentuale è infatti da ritenersi un caso limite: se faccio un controllo di validazione ed esecutivo come Dio comanda pago solo il 3,7, se invece comincio a balzare la validazione e faccio solo il controllo in esecuzione la percentuale comincia già ad aumentare: magari mentre si esegue il progetto ci si accorge degli errori che sono stati fatti dai progettisti, tuttavia fermare la lavorazione il tempo di risolvere la cosa rappresenta un costo che era evitabile se ci fosse stato un controllo anche in fase progettuale.

Alcuni aspetti possono quindi essere modificati in corso d'opera, ma finché stanno entro il 5% del costo della lavorazione da modificare non sono considerate varianti ("varianti non varianti").

## Controlli: tipologie, documenti correlati ed attori coinvolti.

A noi interessano i controlli in esecuzione, li dividiamo in parti (da intendersi con un grado di vicinanza rispetto a chi effettua i lavori, quindi l'impresa, che ha dei controlli di "parte prima") a seconda degli attori coinvolti e via via più cagacazzo dal punto di vista dell'impresa:

1- **Parte I:** Verifica effettuata dall'impresa esecutrice → controllo interno organizzato in un sistema di gestione della qualità (ISO 9001). Si fanno dei documenti per organizzare meglio tali controlli: piani della qualità e piani dei controlli in esecuzione. Sono detti controlli di QUALIFICAZIONE.

- **Sistema di gestione della qualità:** è la struttura interna dell'impresa, compresi i processi, le risorse necessarie a mantenere lo standard qualitativo in esecuzione. Viene brevemente sintetizzato nel **manuale della qualità** (la fantasia dei nomi proprio), documento rivolto verso l'esterno (ai futuri committenti e agli enti) per comunicare come si organizza l'impresa.
- **Piano della qualità:** documento che precisa le modalità operative, risorse e attività rivolte al mantenimento della qualità di un particolare cantiere (diverso dal piano dei controlli, sostanzialmente qua si dice chi si occupa della qualità e come pensa di farlo operativamente, ma NON si parla di quali controlli deve fare).
- **Piano dei controlli:** come quello dei validatori, sostanzialmente si buttano giù i controlli da effettuare, su quali elementi e quando. Esempio, il 30 febbraio Tizio va in cantiere e controlla che le staffe sulla trave 69 vengano legate a 135° verso l'interno e non a 90°. Esistono 3 tipi di controlli:
  - a) **Controllo della strumentazione di lavoro**
  - b) **Controllo sull'accettazione dei materiali**
  - c) **Controllo in esecuzione**

Vengono identificati diversi attori che hanno la responsabilità del controllo:

- a) **Il direttore tecnico di cantiere** → Il BIG BOSS del cantiere e rappresentante di impresa, gestisce la produttività del cantiere (quantità di lavorazioni svolte) ed esegue controlli di qualità e di coerenza con il progetto, verificando che le esigenze del committente siano rispettate. Sostanzialmente quando non c'è una direzione dei lavori esterna, lui è il DL.
- b) **Capocantiere** → Coordina le maestranze, se hai dei guanti da lavoro fai riferimento a lui.
- c) **Preposti** → Sono quelli che si fanno la sbatta di controllare i singoli lavoratori mentre lavorano. Sono come i pensionati che guardano il cantiere, solo che ti stanno molto più vicino, si riesce a sentire il loro fiato sul collo. Cagano il cazzo sull'utilizzo dei DPI e sulla sicurezza in generale del cantiere.

2- **Parte II:** Verifica effettuata dal committente → e qui entra già in gioco il DL, che per conto del committente svolge dei controlli a campione e con delle tolleranze sull'interezza dell'opera. Può essere un solo personaggio o un ufficio intero (ne parliamo dopo), riguarda anche il collaudo (anche di questo ne parliamo dopo). Le schede di controllo sono generalmente fatte dai DL, costituiscono un controllo di parte II.

- **Ufficio DL** → ha come compito quello di vigilare affinché i lavori siano eseguiti a regola d'arte ed in conformità al progetto, svolge i controlli sulla quantità e sulla qualità dei materiali che entrano in cantiere, coordina l'avanzamento dei lavori rispetto alle consegne, fa osservare le prescrizioni vigenti (sicurezza) ed assisterà al collaudo. Ma sostanzialmente fa quello che fa l'impresa nei controlli di parte I. Si occupano anche dei **collaudi**. È un ufficio composto da un singolo, nel caso di cantieri molto piccoli, o da una serie di figure:

- a) **Direttori Operativi (DO)** → assistono il DL nell'identificare gli interventi necessari all'eliminazione dei difetti, identificano le cause che influiscono negativamente sulla qualità dei lavori, forniscono assistenza ai collaudi, approvano il programma delle prove di collaudo.
- b) **Ispettori di Cantiere (IdC)** → Verificano che le forniture di materiali siano conformi alle prescrizioni (sono loro che accettano i materiali), verificano la strumentazione (macchinari devono aver superato i collaudi), controllano l'attività dei subappaltatori, controllano la regolare attività dell'esecuzione dei lavori, assistono alle prove di laboratorio ed assistono ai collaudi.
- **Collaudi:** Ne esistono di due tipi, o tecnico (esempio, strutture) oppure contabile amministrativo. Il collaudo serve a verificare e a **CERTIFICARE** che l'opera sia stata eseguita a regola d'arte, secondo il progetto approvato ed in conformità al contratto. Esistono limitazioni sui collaudi in funzione dell'ambito e degli importi:
  - a) **Pubblico:** per importi superiori a **1kk** il collaudo è **OBBLIGATORIO**, per importi inferiori a **500k** il collaudo viene sostituito da un certificato detto di **regolare esecuzione**. Tutta la zona centrale è a discrezione della committenza, può richiederlo o meno.
  - b) **Privato:** è obbligatorio il collaudo **statico** se è presente una struttura regolamentata dalla legge 1086/71.
- 3- **Parte III:** Verifica effettuata da un personaggio terzo → vengono fatti dei controlli **STOCASTICI** (vuol dire aleatori) sull'attendibilità dei controlli di parte I e II (verifica della verifica). Le attività di controllo riguardano l'analisi dei documenti di progetto e dell'esecuzione delle opere e la verifica della conformità dell'opera al progetto. Viene effettuata anche un'attività informativa che consiste nella redazione di resoconti intermedi e di rapporti.
  - **UNI CEI EN ISO/IEC 10720:** definisce i criteri di riconoscimento degli organismi di parte III
    - A. Indipendenza delle parti interessate
    - B. Competenza multidisciplinare
    - C. Deontologia professionale

Adesso andremo a vedere i controlli più importanti che vengono fatti in esecuzione indipendentemente da chi li ha fatti. I controlli in cantiere riguardano soprattutto la qualità dei materiali, i criteri di accettazione e le relative tolleranze ammissibili.

- **Campo privato:** si ha il diritto al controllo, diventa un obbligo per le strutture (di conseguenza c'è l'obbligo di avere un DL strutturale)
- **Campo pubblico:** si ha l'obbligo di controllare su qualsiasi tipologia di opera, il DL è pertanto obbligatorio.

## Controlli per manufatti strutturali

**Def. Materiale da costruzione:** prodotto fabbricato al fine di essere permanentemente incorporato in un'opera da costruzione

**Def. Prodotto per uso strutturale:** materiale o prodotto che hanno caratteristiche tali per cui le opere in cui sono inglobati possono soddisfare i requisiti richiesti di resistenza meccanica e stabilità.

**N.B.** i prodotti per uso strutturale sono:

- Identificati → a cura del produttore (costruttore)
- Qualificati → sotto la responsabilità del produttore (costruttore)
- Accettati → dal DL mediante la verifica della documentazione di qualificazione e le prove svolte in cantiere

Possano arrivare in 3 forme diverse:

- Materiali: quelli di base, da assemblare per ottenere il prodotto da posare (cemento, sabbia, aggregati)
- Semilavorati: prodotti in parte pre-assemblati, da lavorare poco prima di essere posati (calcestruzzo da centrale di betonaggio)
- Componenti: prodotto già completamente assemblato (calcestruzzo prefabbricato e stagionato, gabbia di acciaio già formata)

Si identificano vari casi nel caso dei prodotti in C.A. che ci dicono cosa andare a controllare e di conseguenza le azioni del DL:

- A. È disponibile una norma armonizzata europea, ossia prodotte da uno stato e diventate valide in tutta europa → **MARCHIATURA CE**

**N.B.** Fare attenzione al China Export  $\neq$  dal marchio CE !!

**Azione di controllo:** Verificare la presenza ed autenticità della marchiatura e richiedere la DoP (Dichiarazione di prestazione)

- B. Qualificazione con le modalità e procedure indicate nelle precedenti NTC → **ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE NAZIONALE**

**Azione di controllo:** Verificare il possesso e regime dell'attestato di qualificazione

- C. Materiali e prodotti innovativi o che non rientrano nei casi A e B → **CERTIFICATO DI IDONEITÀ TECNICA ALL'IMPIEGO E BENESTARE TECNICO EUROPEO (ETA)**

**N.B.** tale certificato viene rilasciato da 3 diversi organi:

- Il servizio tecnico centrale del consiglio superiore dei lavori pubblici (resistenza meccanica e stabilità)
- Il centro studi ed esperienze dei vigili del fuoco (sicurezza in caso di incendio)
- ICITE del CMR (igiene, salute, riparazioni, ... )

**Azione di controllo:** Verificare il possesso del Certificato di Idoneità tecnica all'impiego

## Controlli per acciaio di armatura

### 1. Documenti:

In generale, tutte le forniture di armature sono accompagnate dalla **Copia dell'Attestato di Qualificazione del produttore** del Servizio Tecnico Centrale del consiglio superiore dei lavori pubblici.

Per armature **presagomate o saldate**:

- Attestazione di denuncia dell'attività

- Notifica sul documento di trasporto degli estremi dell'attestato di denuncia dell'attività
- Attestazione dell'esecuzione delle prove di controllo interno, con indicazione dei giorni in cui è stato lavorato

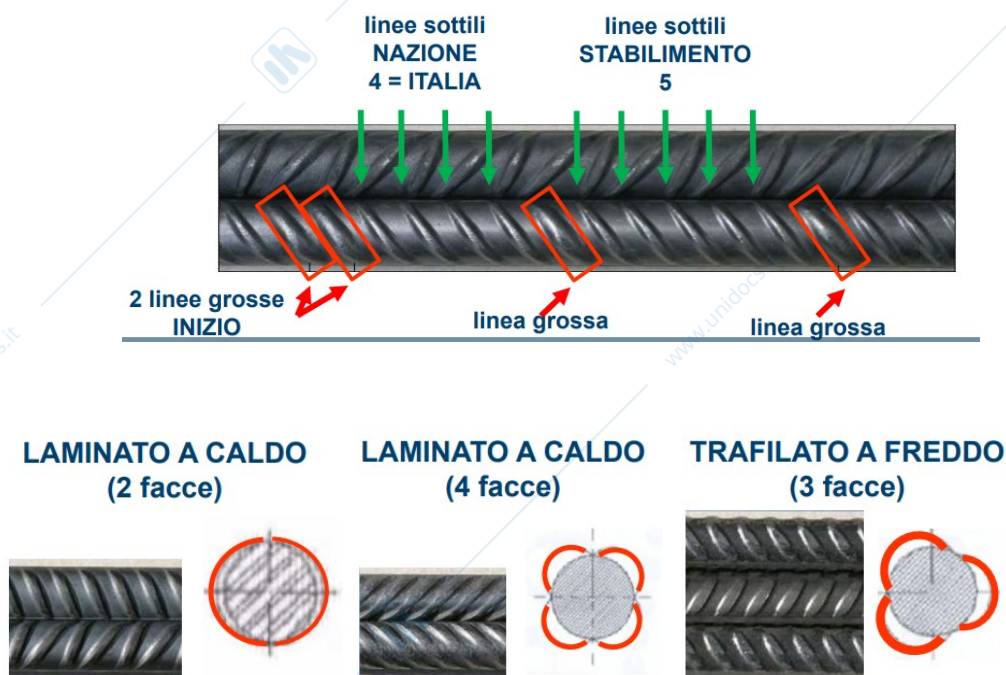
## 2. Azioni di controllo: verificare le conformità col progetto dei seguenti parametri

- Resistenza nominale a Snervamento
- Processo di laminazione (a caldo B450C o a freddo B450A)
- Trattamento (inox, zincato,...)

Vengono richiesti ulteriori requisiti riguardo a vincoli dimensionali legati al trasporto e alla movimentazione in cantiere:

- Il diametro di fasci di barre di lunghezza compresa tra 12 e 6 metri deve essere compreso tra 6 e 40 mm
- I rotoli con peso di circa 2000 kg dev'essere compreso tra 6 e 16 mm
- Le reti e i tralicci elettrosaldati devono avere diametro compreso tra 6 e 12 mm
- I mandrini per la piegatura devono avere diametro pari a 4 mm se i ferri hanno diametro minore di 16 mm oppure diametro pari a 7 mm se i ferri hanno diametro maggiore di 16 mm.

Al fine dell'accettazione in cantiere, tali controlli devono essere fatti prima della posa in opera ed entro 30 giorni dalla consegna in cantiere. Per ogni lotto, prelevare 3 spezzoni da 150 cm, marchiati, con stesso diametro per ciascun stabilimento di produzione.



Le barre di armatura hanno una codifica interna che riporta le informazioni sulla provenienza e lo stabilimento dove sono state create e sul tipo di trafilatura.

**ATTENZIONE:** a meno che non sia esplicitamente permesso dal DL, è vietato riscaldare le barre per facilitarne la piegatura ed è ugualmente vietato lavorare il ferro a temperature minori di 5°C.

## 3. Prove di laboratorio certificate e riconosciute:

- Resistenza a trazione
- Allungamento
- Formazione di cricche in seguito a piegamento e raddrizzamento
- Prova di distacco dei nodi elettrosaldati

Se un provino non soddisfa i requisiti minimi si fa un'ulteriore prova. Se più provini non superano le prove, si ispezionano altri spezzoni (10) e si guarda il valore medio. Se il valore medio non è adeguato si fa una notifica ufficiale.

## Controlli per calcestruzzo gettato in opera o prefabbricato

I requisiti vengono specificati nel DM 14/2003, aggiornato più di recente nel 2019. La tipologia di controlli sul calcestruzzo varia in funzione della fase di produzione del calcestruzzo che si sta considerando:

1. **Fase preliminare:** il controllo viene effettuato quando il mix è ancora in stabilimento di produzione, si distinguono dunque due casistiche
  - A. Impianto industrializzato (>1500 mc) → Certificato FPC (dura 5 anni)
  - B. Impianto non industrializzato → vanno fatte delle prove preliminari e sono diretta responsabilità dell'appaltatore.

Nel caso in cui l'impianto di confezionamento sia esterno al cantiere (come succede sempre se si hanno tanti metri cubi da fare), è necessario il Documento di Trasporto (DDT) che certifica la qualità, l'ora di carico (va gettato entro 2 ore dalla miscelazione) e la tipologia (es. fibrato, additivi, dimensione aggregati, in generale mix design). Vengono fornite due tipologie di certificazioni in funzione delle richieste del progettista:

- A prestazione garantita: viene garantita la resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni, è facilmente controllabile in cantiere.
  - A composizione richiesta: viene riportato il mix design. È piuttosto rara poiché generalmente non è il produttore ad occuparsi del mix design ma il progettista.
2. **Conformità rispetto alle prescrizioni di progetto:** una volta che ti arriva il calcestruzzo, oltre alla presenza dei documenti di cui sopra guardare anche che corrispondano le prescrizioni del progettista rispetto al materiale fornito dal produttore
    - Classe di resistenza a compressione (es. C25/30)
    - Classe di consistenza (es. S5)
    - Dimensione massima aggregati (D<sub>max</sub>) (es. 32 mm)
    - Classe di esposizione (es. XO, XC, ...)
    - Classe di contenuto di cloruri (es. Cl = 0.4)

Si possono verificare tali informazioni guardando i certificati forniti dal produttore qualora le riportassero e paragonarle rispetto alle prescrizioni del progettista. Comunque, vanno svolte delle prove che avranno come risultato tali informazioni, una sorta di conferma di quanto dichiarato dal produttore. Inoltre, si ha la certezza matematica che quanto richiesto dal progettista sia rispettato. Si possono svolgere prove sia sul calcestruzzo fresco che su quello indurito con risultati distinti:

- **Calcestruzzo fresco:** controllo della lavorabilità → Prova del cono di Abrams, permette di identificare la classe di consistenza del conglomerato a seconda dello **SLUMP** (compreso tra 10 e 210 mm). Il calcestruzzo viene classificato in una delle 5 classi da S1 a S5 (la prova non è completamente attendibile, essendo una cosa fatta in cantiere con un metro su una roba con una superficie non nettissima).
- **Calcestruzzo indurito:** si possono effettuare delle prove di resistenza, ma solo su un provino solido e con una certa consistenza

**3. Controlli in fase di accettazione:** Al fine di consentire l'utilizzo del materiale, va verificata la resistenza a compressione a 28 giorni secondo il seguente iter:

**A. Prelievo dei campioni:** Le tipologie di prelievo variano in funzione dei metri cubi totali di calcestruzzo da gettare: se si hanno quantità minori di 1500 mc si svolge un prelievo di tipo A, per quantità maggiori di 1500 mc si svolge un prelievo di tipo B. Va svolto un prelievo per ogni giorno di getto e per ogni miscela utilizzata. Vanno prelevati due provini per ogni prelievo, di forma cubica e spigolo di 15 cm, in casseri plastici e vibrati.

- **Tipo A:** è obbligatorio svolgere 3 prelievi per volumi inferiori a 100 mc, altrimenti 3 prelievi ogni 300 mc fino alla soglia dei 1500 mc
- **Tipo B:** sono da fare 15 prelievi ogni 1500 mc, cioè 1 prelievo ogni 100 mc

Attenzione a prelevare dopo aver effettuato lo scarico di circa 1/3 del volume, prelevare il doppio della quantità necessaria per le prove, identificare il provino annegando un'etichetta sulla sua superficie e lasciare i provini nelle casseforme per almeno 16h ma non oltre 3 giorni, protetti da eventuali urti e ad una temperatura compresa tra i 15 e i 25 °C.

**B. Prove di laboratorio:** la responsabilità di portare tali provini in laboratorio è del DL. Per ogni prova si fa una carta d'identità del provino con informazioni quali:

- Località e nome del cantiere
- N° e sigla prelievo
- Composizione del calcestruzzo
- Data e ora di provenienza del prelievo
- Posizione del prelievo (fondazioni, pilastri, ... )

Principalmente viene effettuata una prova di **RESISTENZA A COMPRESSIONE** in cui si svolgono le seguenti operazioni:

- Pesatura e rilevamento della geometria del campione
- Se necessario, rettifica delle superfici
- Posizionamento del campione sotto la pressa e applicazione del carico
- Raggiungimento del carico di rottura e valutazione delle modalità di collasso

**C. Verifica dei risultati:** si comparano i risultati ottenuti dalle prove di laboratorio ai requisiti progettuali ed alle esigenze del committente.

## Controlli in corso d'opera

Vengono svolti ulteriori controlli non sui materiali in sé ma sulla costruzione dei manufatti edilizi

**1. Casserature:** Verifica della compatibilità del sistema di casseformi con le prescrizioni da capitolato per quanto riguarda le prestazioni in termini di isolamento e il grado di finitura richiesto (ordinaria, piana, speciale). Vanno anche svolte delle prove di compatibilità tra il disarmante e i casseri: applicare con strati sottili e regolari. Quando c'è qualcosa che non va, alcuni dei possibili difetti riscontrabili sono:

- **Nidi di ghiaia**
- **Giunti delle casseformi in evidenza**
- **Vuoti o bolle** dovuti ad un'eccessiva vibratura
- **Variazioni di colore** dovuti a una qualità scadente dei casseri o del materiale di cui sono fatti, magari vengono da altri cantieri.

**N.B.** esistono delle tolleranze per quanto riguarda vuoti e giunti.

**2. Armature:** Il posizionamento delle armature va fatto secondo le tavole esecutive, ciò include le dimensioni di sovrapposizione dei ferri di armatura, la disposizione delle armature complementari, la lunghezza di interferro e il copriferro. In particolare, a diverse classi di resistenza al fuoco e durabilità corrispondono valori diversi di copriferro minimo.

**3. Getto:** va effettuata una bagnatura preliminare sui casseri per evitare che venga sottratta acqua al calcestruzzo. Va controllato il rigonfiamento (che porta a sfarinamento) e la tensione (che porta a scagliatura), in caso il getto avvenga a temperature minori di 3 o 4 °C, riscaldare i casseri. Fare attenzione a mantenere un'altezza libera di getto di massimo 50 cm e un getto verticale (mai diagonale). Pena la segregazione degli aggregati.

## Schede di controllo per elementi tecnici

Le schede di controllo sono i documenti che operativamente aiutano il DL nella verifica di ogni elemento tecnico, organizzano temporalmente i controlli e stabiliscono chi li debba effettuare. Si identificano diverse fasi temporali relativamente allo svolgimento della lavorazione: prima, durante e dopo. I controlli possono cambiare a seconda di queste fasi: prima di fare un getto guarderò se la superficie è pulita, durante guarderò l'altezza del tubo di getto, dopo che non ci piova sopra.

OGGETTO	TIPO DI CONTROLLO	RIFERIMENTO NORMATIVO	CRITERI DI ACCETTAZIONE	LIVELLO DI ISPEZIONE		
Precedenti la lavorazione				I	II	III
SCAVO	Verifica stratigrafie terreno da prelievi effettuati		Conformità stabilita relativamente ai dati della zona e dalle previsioni di progetto	V	V	C

Durante la lavorazione				I	II	III
POSA ARMATURE	Verifica corrispondenza con tavole esecutive	ACI 117	Criteri secondo progetto strutturale	V	V	/
Al termine della lavorazione				I	II	III
ELEMENTO DI FONDAZIONE	Dimensione sezione trasversale	UNI EN 13670	Guardare norma per eventuali tolleranze sulle deviazioni dimensionali	V	V	/

I livelli di ispezione richiamano i controlli di parte I, II e III già trattati. La tipologia di ispezione può essere:

- **Una verifica (V):** conferma il soddisfacimento dei requisiti prestabiliti da progetto a seguito degli esami svolti.
- **Un controllo (C):** è l'esame della validità e della conformità dei dati e dei metodi di verifica e di prova utilizzati e della corretta comunicabilità della documentazione. In pratica, la verifica della verifica (tendenzialmente di parte III).

## Capitolati

Atto amministrativo che contiene le condizioni e le modalità relative all'esecuzione di un contratto tra amministrazione pubblica e un privato. Nel processo edilizio, regola i rapporti tra committente e appaltatore. Racchiude tutte le informazioni non trasferibili con un disegno. Dice, in pratica, che l'appaltatore deve consegnare l'opera con le caratteristiche richieste e il committente deve riconoscere un compenso all'impresa e le relative modalità. L'impresa è **OBBLIGATA** a finire l'opera. Esistono due tipologie di capitolato:

1. **Il capitolato GENERALE:** valido su tutto il territorio nazionale, regola i rapporti tra committente e appaltatore attraverso una serie di norme obbligatorie per l'esecuzione di ogni processo produttivo. Diviso in 6 parti principali che ne costituiscono il corpo

<b>Capo I</b>	Aggiudicazione dei lavori	Indica quali sono i criteri: massimo ribasso, offerta economicamente più vantaggiosa
<b>Capo II</b>	Esecuzione dei lavori	Lavorazioni necessarie, pagamenti a <u>corpo</u> o a <u>misura</u>
<b>Capo III</b>	Pagamenti dell'appaltatore	Si effettuano pagamenti a SAL del 10% (in genere), si emette il SAL che viene firmato dall'impresa (con o senza riserva). Il RUP emette un Certificato di Pagamento da sottoporre alla SA che deve pagarlo entro 30 giorni pena interessi dell'8%.
<b>Capo IV</b>	Collaudo dei lavori	
<b>Capo V</b>	Scioglimento del contratto	<u>Solo sotto richiesta del committente</u> , l'impresa ha l' <b>obbligo</b> di fare lavorazioni fino al massimo di 1/5 in più o in meno dell'importo totale (QUINTO D'OBBLIGO)

<b>Capo VI</b>	Controversie	Modalità di risoluzione delle controversie, solitamente per accordo bonario, arbitrato o giustizia ordinaria.
----------------	--------------	---

**N.B.** Oggi si predilige come tipologia di offerta quella economicamente più vantaggiosa, pesando la qualità a 70 e il prezzo a 30. Per vagliare tali offerte, si chiede di dividerle per buste: busta A = documentazione amministrativa, Busta B = PFTE, Busta C = offerta economica. Se aprendo la busta A manca qualcosa, si può ricorrere al Soccorso Istruttorio.

**2. Il capitolato SPECIALE D'APPALTO:** riguardano le condizioni che di riferiscono all'oggetto del contratto descrivendo in modo preciso i materiali, i componenti, le lavorazioni. È sia un documento di progetto che contrattuale ed è specifico al progetto (speciale). Ne esistono di due tipi diversi a seconda del punto a cui è arrivata la progettazione:

- **Capitolato speciale d'appalto PRESTAZIONALE:** ha lo scopo di definire il livello prestazionale dell'edificio, le esigenze della stazione appaltante e cosa le serve. Non sono descritte le lavorazioni. Compare quando si è ad un livello di progettazione preliminare (PFTE) o definitivo. Ripetendoci, include:
  - Indicazioni delle necessità funzionali, dei requisiti e delle specifiche prestazioni che devono essere presenti nell'intervento in modo da rispondere alle necessità della SA.
  - Specificazione delle opere generali e delle opere specializzate comprese nell'intervento con relativi importi (per quanto concesso dal livello di progettazione da cui è generato)
  - Tabella degli elementi in cui l'intervento è suddivisibile, con relativi pesi per offerta economicamente più vantaggiosa (?)
- **Capitolato speciale d'appalto DESCRITTIVO:** raccoglie tutte le indicazioni del progetto esecutivo esplicitando le cose che non compaiono negli altri documenti progettuali. C'è l'obbligo di rispettare tutto quanto è contenuto al suo interno. Diviso in due parti fondamentali:
  - **Condizioni amministrative:** include informazioni "ridondanti" già specificate in altre versioni del capitolato, ma è giusto che arrivino fino a questo livello di progettazione e vengano ripetute. In questo senso, a livello esecutivo vengono richiamate tutte le cose che vengono specificate a livello definitivo, preliminare (csa prestazionale) ed in fase di bando di gara (capitolato generale). Include quindi informazioni sull'oggetto dell'appalto, elaborati e documenti, disposizioni di gara, contabilità, obblighi e oneri dei contraenti e modalità di collaudo.
    - **Capo I:** oggetto e prezzo dell'appalto, principali dimensioni, WBS
    - **Capo II:** modalità di esecuzione, qualità e provenienza dei materiali, ordine dei lavori, ...
    - **Capo III:** disposizioni riguardanti l'appalto e il modo di valutare i lavori (punto di vista economico ?)
  - **Specifiche tecniche:** Sostanzialmente includono le info su come fare le lavorazioni:
    - Operazione (come)
    - Oggetto (dove)

- Manodopera
- Modalità di esecuzione
- Mezzi
- Condizioni ambientali
- Tempi
- Sicurezza
- Controlli
- Norme
- Materiali

## Progetto operativo

Redatto dall'impresa (i primi 3 livelli progettuali sono a carico del committente, questo no) che recepisce il progetto esecutivo, sostanzialmente è come pensano di realizzare le cose. Può differire da quello esecutivo nella scelta dei materiali, per esempio, o nell'analisi delle risorse. L'iter passa dunque dalla scelta dei metodi costruttivi, l'organizzazione della produzione edilizia, la verifica del soddisfacimento della richiesta qualitativa progettuale ed, infine, l'ottimizzazione del processo (risorse, materiali, manodopera, ecc. ). Fondamentale è quindi prendere l'input del progetto esecutivo, fare ricerca di prodotti raccogliendo schede tecniche ed, unitamente ai dati del contesto, redigere dei piani operativi di costruzione composti da **SCHEDA ERGOTECNICHE**.

L'impresa ha una certificazione che dice che può partecipare ad una certa gara per una certa categoria di opera: la SOA. Abilita l'impresa a costruire certe categorie di opere (es. OG1 = generali, OS1=civili ecc.)

### Fasi di vita dei prodotti in cantiere

1. **Approvvigionamento:** serie di operazioni necessarie a rifornire il cantiere dei prodotti considerati (trasporto, che mezzo ti arriva, ecc.)
2. **Stoccaggio:** sistemazione ordinata in aree apposite predisposte dei materiali, dei prodotti e dei componenti necessari.
3. **Movimentazione:** operazioni di spostamento manuale, meccanizzato o aerea da effettuare attraverso mezzi (quali) e manodopera. Da dividere in fasi di "moto" (dal mezzo alla zona di stoccaggio, dallo stock alla lavorazione, dalla lavorazione alla posa).
4. **Lavorazione:** insieme delle operazioni necessarie a trasformare il prodotto prima della sua posa in opera (adattamento dimensionale, trattamenti, tagli, giunzioni).
5. **Collocazione in opera:** insieme delle operazioni necessarie a fissare un prodotto nella sua posizione finale
6. **Gestione dei rifiuti:** fase parallela, nel senso che tiene conto dei rifiuti generati a qualsiasi momento di una delle fasi precedenti, che definisce le modalità di smaltimento dei residui di lavorazione (identificare i rifiuti tramite codice CER)

## Ufficio Direzione dei Lavori

È composto dal DL, dai direttori operativi qualora ce ne sia il bisogno e dagli ispettori di cantiere. L'ufficio DL in fase preliminare si occupa di redigere l'attestazione sullo stato dei luoghi (controfirmata dall'impresa) e di consegnare le aree all'inizio del cantiere. Le aree vanno consegnate entro 45 giorni dalla firma del contratto e da quel momento decorrono i termini contrattuali.

- **Codice civile, Art. 1662:** in pratica dice che se sei un committente, e paghi per i lavori, hai il diritto di andare a vedere che minchia stanno facendo. E puoi addirittura pagare uno che ne sappia più di te per capire se ti stanno infiocchiando o meno. Addirittura, se ci sono problemi questo qua te lo dice e tu hai il diritto di fissare un termine sensato entro il quale l'appaltatore deve rettificare l'errore, pena la rescissione del contratto e il pagamento dei danni al committente.
  - **Codice dei contratti D.Lgs 163/2006, Art 130:** se si tratta di lavori pubblici le amministrazioni aggiudicatrici sono obbligate ad istituire un ufficio DL (=DL + assistenti vari).
  - **D.Lgs 50/2016, Art. 101:** per contratti di lavori, servizi e forniture c'è un RUP (responsabile unico del procedimento), controlla la qualità. Per farlo, si avvale di una serie di loschi figure:
    - **DL**
    - **Coordinatore in materia di sicurezza**
    - **Collaudatore**
    - **Verificatore della conformità**
1. **DL:** è individuato dalla SA (un po' raccomandato dal RUP) prima dell'affidamento dell'appalto. Ha come lavoro il coordinamento, la direzione e il controllo tecnico-contabile e amministrativo dei lavori. Coordina l'attività di tutto l'ufficio DL e sostanzialmente fa da tramite tra il RUP e l'impresa. I suoi compiti sono: l'accettazione dei materiali sulla base dei controlli qualitativi e quantitativi svolti sulle caratteristiche prestazionali, la verifica del possesso e della regolarità della documentazione dell'appaltatore relativa ad obblighi nei confronti dei dipendenti, la verifica della validità dei programmi di manutenzione, segnala al RUP il non rispetto dell'Art. 105 (50/2016) (subappalto), coordinare l'esecuzione dei lavori (se ne ha le capacità).
  2. **Direttore operativo:** in pratica sostituisce il DL in una roba che non sa fare. Se è una pippa di strutture assume uno bravo che guarda che non si leghino le staffe con lo spago. Altri compiti comprendono la verifica che l'esecutore svolga le pratiche da legge relativamente alla denuncia dei calcoli strutturali, programmano e coordinano l'attività degli ispettori (sempre che non lo faccia il DL), aggiornare il cronoprogramma quando ci sono varianti e avvisare il DL, identificare eventuali difetti progettuali o esecutivi ed eliminarli, individuare le cause che influiscono negativamente sui lavori e correggerle, assistere i collaudatori e direzione di lavorazioni specialistiche.
  3. **Ispettore di cantiere:** è lo stronzo che si lascia in cantiere a sorvegliare che i lavori vengano fatti come da capitolato. Sono presenti a tempo pieno durante lo svolgimento dei lavori che richiedono controllo quotidiano, nelle fasi di collaudo e in quelle di manutenzione. Inoltre verificano che i documenti che arrivano con le forniture dei materiali siano conformi alle prescrizioni, verificano che materiali, attrezzature ed impianti abbiano superato le fasi di collaudo, controllano l'attività dei subappaltatori, controllano l'esecuzione dei lavori con riguardo a disegni e specifiche contrattuali, assistono alle prove di laboratorio, ai collaudi ed effettuano le misurazioni.

## Contabilità dei lavori

La contabilità viene mantenuta e registrata in una serie di documenti in modo da definire l'importo rispetto allo stato di avanzamento dei lavori. Il DL controlla la spesa dei lavori attraverso tali documenti, è pertanto indispensabile mantenerli costantemente aggiornati rispetto ai fatti produttori spesa.

**PRINCIPIO DI COSTANTE PROGRESSIONE DELLA CONTABILITÀ:** le attività di accertamento dei fatti produttori spesa devono procedere di pari passo con l'esecuzione di tali fatti. Vanno indicate con precisione e in ordine cronologico le misure, le quantità, le modalità e le procedure di calcolo.

### OBIETTIVO:

- A. Rilasciare i SAL ai fini dell'emanazione dei certificati di pagamento del RUP e corrispondenti pagamenti all'appaltatore.
- B. Controllare lo sviluppo dei lavori per dare disposizioni tempestive e corrette al fine dello svolgimento dei lavori nei limiti di tempo.

**N.B.** Tali documenti dovrebbero essere compilati dal DL, ma può delegare ad altri DO o agli IdC (in questo caso però vanno controfirmati dal DL)

### DOCUMENTI:

1. **Giornale dei lavori:** serve a ricostruire l'andamento dei lavori, soprattutto in casi di contestazioni o ritardi ed in generale di andamento anomalo. Contengono tanti riferimenti a chi fa cosa e quando e gli aspetti degni di nota sull'andamento dei lavori.

- Ordine, modo e attività con cui progrediscono le lavorazioni
- Qualifica e numero di operai
- Attrezzatura e mezzi utilizzati
- Elenco di provviste fornite all'esecutore ed in generale le risorse che interessano l'andamento tecnico-economico dei lavori
- Eventuali eventi infortunistici
- Circostanze che possono influire sull'andamento dei lavori (meteo, stabilità terreno, eventi catastrofici)
- ODS di RUP e DL (ordini di servizio), praticamente lo strumento con cui vieni obbligato a fare qualcosa.
- Relazioni indirizzate al RUP
- Contestazioni, sospensioni e riprese dei lavori
- Varianti e modifiche ai prezzi
- Riunioni di coordinamento
- Controlli svolti dall'UDL

**N.B.** anche in questo caso se non viene compilato dal DL va verificato da lui personalmente ogni 10 giorni ed in quest'occasione eventualmente ampliato, per poi firmarlo sotto l'ultima annotazione del DL.

2. **Libretti di misura:** contengono i calcoli e i metodi di misurazione e la classificazione delle lavorazioni fatte dal DL. Il DL si accerta che vengano immediatamente firmati dall'esecutore. Due classi di lavorazioni:

- a. A corpo:** il prezzo che viene convenuto (totale) non può essere modificato sulla base delle verifiche. Cioè che se fai lo spaccone e pensi che 20 mq di vespaio costino 2k e magari dopo sono 25 ti tieni i 2k e non rompi i coglioni. In occasione di ogni SAL e per ogni categoria di lavorazione il DL registra la percentuale che è stata eseguita. Dopo un riscontro con le percentuali nel CME posso pagare all'impresa la percentuale di lavorazioni.
- b. A misura:** viene convenuto un prezzo unitario. Che vuol dire che se in CME ho sbagliato a misurare e dopo le verifiche ho aggiornato le misure allora varia il prezzo della lavorazione.
- 3. Lista settimanale:** una sorta di sunto settimanale delle attività degli operai. Contiene il numero di giornate di operai con i relativi nominativi, le qualifiche e le ore lavorative, i mezzi e noli, le provviste con le fatture e la tipologia dei lavori eseguiti. Viene firmata dall'impresa.
- 4. Registro di contabilità:** riassume tutta la contabilità dell'opera. Contiene le trascrizioni delle annotazioni fatte nel libretto delle misure, le trascrizioni delle lavorazioni scritte nel libretto a cui vengono associati i prezzi contrattuali (prezzi unitari per lavori a misura, importi delle categorie per lavori a corpo) → così si determina l'avanzamento dei lavori dal punto di vista del corrispettivo all'impresa. L'esecutore deve apporre la sua sottoscrizione per ogni SAL. In tale occasione, può apporre delle RISERVE.
- 5. Sommario del registro:** indica per ogni SAL la quantità di lavorazione e relativi importi. Ovviamente deve essere coerente con l'avanzamento segnato dal registro.
- 6. SAL:** riassume tutto quello che è stato fatto dall'inizio dell'appalto a quando viene emesso. Viene ricavato dal Registro ed è finalizzato al pagamento di una rata da corrispondere all'impresa. Il DL ha l'obbligo di trasmetterlo al RUP che emana il certificato di pagamento.
- 7. Certificato di Pagamento:** serve per certificare che l'impresa effettivamente si è meritata i soldi, quindi va mandato alla SA che emette il Mandato di Pagamento. L'importo dei lavori può essere soggetto a ribasso, gli oneri della sicurezza invece NO. C'è una ritenuta dello 0,5% per infortuni.
- 8. Conto finale dei lavori:** viene compilato dal DL dopo la certificazione di ultimazione dei lavori (contraddittorio tra DL e impresa). Lo si manda al RUP assieme una relazione finale sull'andamento dei lavori (nel bene e nel male). Va sottoscritto dall'impresa entro 30 giorni dall'emissione, che deciderà di CONFERMARE o SCIOGLIERE le riserve (nel caso sia già avvenuta una transazione o un accordo bonario). Il RUP scrive una relazione finale che esprime un parere sulle riserve ancora presenti. Documentazione da allegare al conto finale:
- Verbale di consegna dei lavori
  - Atti di consegna/riconsegna di mezzi ed aree
  - Perizie di varianti
  - Ods
  - Sintesi di andamento e sviluppo dei lavori + riserve
  - Verbali di sospensione e ripresa dei lavori e certificato di ultimazione dei lavori
  - Sinistri o danni
  - Prove
  - Richieste di proroga e risposte del RUP
  - Libretto di misure e Registro di contabilità
  - Tutto ciò che interessa la timeline dei lavori

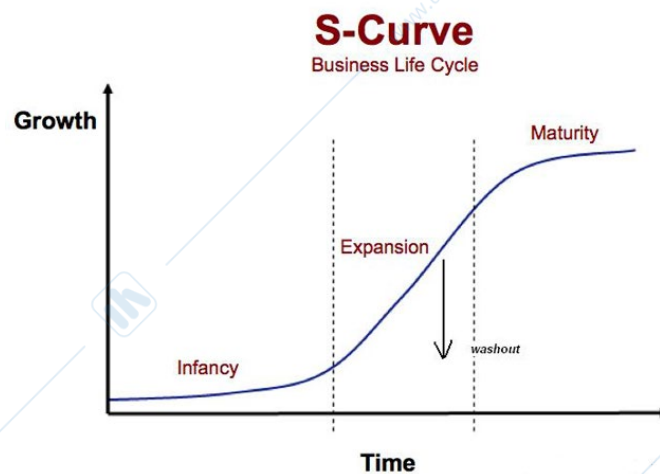
- Cose utili tecniche-economiche per aiutare il collaudo

**RICHIESTE DI ANTICIPO:** se l'impresa ha bisogno di un acconto iniziale per cominciare i lavori, è possibile parlarne con la SA che può consentire un anticipo fino a 30 giorni prima dell'inizio dei lavori per un importo massimo fino al 20% del totale. Per recuperare tale somma, la SA può decurtare i SAL fino al 10% o nelle modalità pattuite con l'impresa.

#### ATTIVITÀ DI CONTROLLO AMMINISTRATIVO:

Se a livello economico le cose non vanno proprio da computo (previsione dei costi in fase di progetto) lo si vede dalla contabilità (fatti ormai accaduti). Il DL quando è operativo, è paragonabile ad un agente della pubblica amministrazione. Mentire, o riportare male i fatti che producono contabilità, è considerato un reato di "Falso in atto pubblico". L'attività di controllo amministrativo va svolta in CONTRADDITTORIO tra impresa e direzione dei lavori (infatti tutti i documenti contabili devono essere tempestivamente visionati sia dal DL che dall'impresa e firmati da entrambi).

L'andamento economico del cantiere è rappresentato da una curva ad S, che in economia è molto usata:

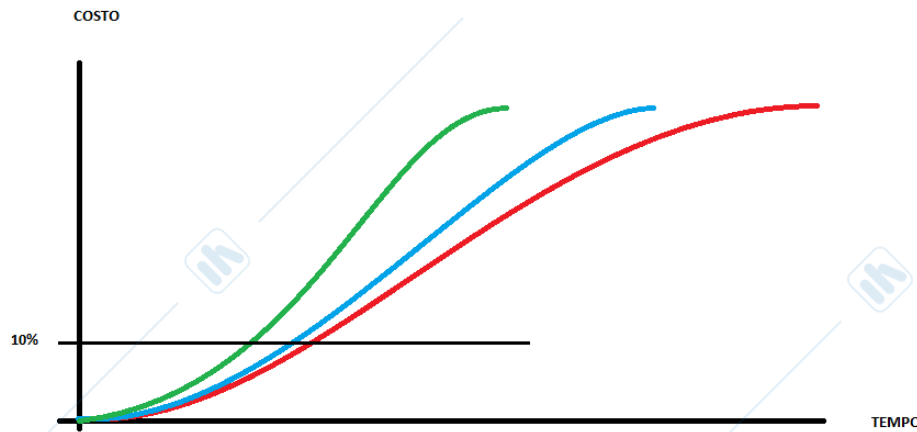


La curva è divisa in 3 fasi che differiscono per la velocità in cui cresce. La prima fase è caratterizzata da lavorazioni corte, non sovrapponibili temporalmente e di poco valore economico: gli scavi, la predisposizione delle aree e tante care cose. La seconda fase invece è quella in cui c'è il guadagno maggiore, sono lavorazioni costose e sovrapponibili: getti per roba strutturale, predisposizione impianti, isolamenti termici e impermeabilizzazioni varie, tamponamenti, ecc. La terza e ultima fase si torna di nuovo ad un andamento quasi piatto: sono le finiture che hanno un impatto relativamente basso sul costo totale. In pratica, l'impresa si becca la maggior parte del cash nella fase centrale, per cui dovrebbe esserci un addensamento dei SAL nel medio periodo del cantiere.

Es. se ho un cantiere per un importo totale di 10M di durata prevista di 200 giorni, dovrei avere 50k al giorno no? Cu cazz, se gli importi sono distribuiti come dice la curva avrò un guadagno maggiore nella fase centrale e un guadagno minore alle estremità:

- Fase I: 2M per 70 giorni → 30k/giorno
- Fase II: 6M per 70 giorni → 90k/giorno
- Fase III: 2M per 70 giorni → 30k/giorno

Per questo se ci sono ritardi non è proprio la stessa cosa se avvengono in una fase iniziale, media o finale:



La curva blu rappresenta l'andamento previsto, quella rossa è un ritardo, quella verde un anticipo. Poiché io ho delle milestones che sono i SAL, mi permettono di capire in quale delle 3 situazioni siamo: ho raggiunto il 10% prima, come previsto o dopo?

Se sono in **RITARDO** il danno economico comincia subito (già so che a prendere un pagamento ci metterò di più, considerando che ho dei costi indiretti da sostenere nel frattempo può essere un problema), ma può essere quantificato solo quando il ritardo finisce e la curva torna parallela all'andamento previsto. Se consegno il cantiere finito in ritardo, si paga una **PENALE** pari a circa il 3% dell'opera.

Se sono in **ANTICIPO** ottengo dei **PREMI** che saranno dell'ordine del 50% della penale pattuita.

Per capire se sto andando bene o meno, la curva blu è il riferimento che emerge dal **PIANO DEI LAVORI**, un documento che l'impresa redige entro 30 giorni dall'inizio dei lavori in cui recepisce le tempistiche inserite in contratto.

### Riserve

Se l'impresa non è d'accordo con qualcosa, sottoscrive una **RISERVA** nel primo documento utile di contabilità (in genere il registro). Entro **15 giorni** dalla firma con riserva va esplicitato l'ammontare della domanda (es. "gli isolanti mi sono costati di più delle vostre previsioni del cazzo, voglio più soldi"). Si dà quindi un **VALORE ECONOMICO ALLA RISERVA**. Entro altri 15 giorni, il DL CONTRODEDUCE la riserva dicendo se è accettabile, accettabile in parte (%) o non accettabile. A questo punto, il RUP convoca sia il DL che l'impresa per cercare un accordo. Se non si arriva a tale accordo, dopo la fine dei lavori si apre un contenzioso risolvibile tramite accordo bonario, arbitrato o giustizia ordinaria.

### Collaudo

Come già ribadito, il RUP si avvale di DL e relativo ufficio per capire cosa si fa in cantiere. Nel caso del collaudo, immaginando che il DL non sia un pro di strutture o impianti (in caso contrario svolge lui le seguenti mansioni), si richiede ai DO di assistere i collaudatori e approvare il programma delle prove di collaudo. Mentre agli IdC si richiede assistenza ai collaudi dei lavori ed alle prove di messa in esercizio ed accettazione degli impianti, oltre ad essere presenti a tempo pieno durante le fasi di collaudo.

**A. Contratti pubblici:** (Art. 102, D.Lgs 50/2016) il collaudo si fa per i **LAVORI**, mentre per i servizi e le forniture si **VERIFICA LA CONFORMITÀ**. Ci sono soglie di importi che possono fare la differenza sui certificati da rilasciare.

- Per importi superiori ad 1M ed inferiori ad un certo valore (Art. 35 D.Lgs 50/2016), posso sostituire il Certificato di Collaudo (CdC) con un Certificato di Regolare Esecuzione (CdRE)
- Per importi minori alla soglia di cui sopra, decide la SA se fare un CdC/CdVC e il CdRE.

**N.B.** il CdRE va emesso non oltre 3 mesi dalla fine dei lavori.

Il collaudo finale avviene entro 6 mesi dalla fine dei lavori, il CdC o il CdVC è provvisorio per un periodo di 2 anni dalla sua emissione e diventa definitivo dopo tale scadenza. Questo perché nei primi due anni, se si presentano problemi, la SA può chiedere danni all'appaltatore che risponde delle difformità ed i vizi dell'opera. Dopo 2 anni, se viene fuori qualcosa è colpa del collaudatore che non lo ha visto.

I collaudatori (da 1 a 3) devono essere nominati tra i dipendenti dell'amministrazione stessa o di un'altra, con il rispetto di requisiti di Moralità, Competenza e Professionalità. Devono essere iscritti all'albo dei collaudatori Nazionali o Regionali (l'iscrizione implica 10 anni di esperienza come ingegnere). **NON POSSONO FARE I COLLAUDATORI:**

- I magistrati ordinari
- Chi ha avuto rapporti di lavoro con operatori economici coinvolti nel contratto
- Chi svolge attività di controllo/verifica/progettazione
- Chi ha partecipato alla gara

Esistono tipi diversi di collaudo in funzione dell'entità quantitativa del controllo e del momento in cui si svolge:

Collaudo intermedio	Verifica in corso d'opera di tutto ciò che è difficilmente verificabile dopo (o più che altro che non si può più correggere) (es. prove meccaniche cls)
Collaudo finale	Accertamento a fine lavori della conformità dell'opera con il contratto
Collaudo tecnico-amministrativo	Quello delle opere pubbliche, può essere sostituito con il CdRE
Collaudo di consistenza	Verifica di quantità e qualità delle opere. Da stato di Consistenza.
Collaudo funzionale	Verifica della funzionalità di un sistema e le sue capacità a garantire le prestazioni richieste.
Collaudo parziale	Verifica di una parte dell'opera dotata di autonomia funzionale.
Collaudo provvisorio	Verifica dello stato di fatto ad una certa data.

**B. In campo privato:** il collaudatore può non essere nominato.

## Collaudo statico o strutturale

Riferimenti normativi: NTC2018, DPR207/2010, DPR380/2001, L1086/1971.

Ha come fine quello di giudicare le prestazioni dell'opera e delle componenti strutturali. Si conclude con l'emissione del CdC se l'esito è positivo. Va svolto in corso d'opera e non si può mettere in esercizio l'opera se non viene effettuato prima. Consiste in:

- Ispezione dell'opera durante le varie fasi costruttive degli elementi strutturali. L'ispezione va fatta in presenza sia del DL che dell'impresa (in contraddittorio).
- Esame dei certificati delle prove sui materiali
- Esame del progetto dell'opera, dei calcoli e delle azioni considerate.
- Esame della relazione a strutture ultimate del DL

- Eventuali ulteriori accertamenti e studi, indagini utili a confermare la sicurezza dell'opera (altre prove di carico e sui materiali)

Al termine dei controlli e delle ispezioni e dopo essersi consultato con il RUP, il collaudatore fa una **RELAZIONE DI COLLAUDO** in cui esprime il suo parere sulla sicurezza dell'opera con eventuali ulteriori prescrizioni per renderla collaudabile. C'è una fase investigativa su eventuali danni trovati e per colpa di chi (uso improprio del bene → committente non ha chiarito le esigenze, colpa sua / danno da esecuzione → colpa dell'impresa)

**N.B.** il collaudo va svolto entro i primi 6 mesi dal certificato di fine lavori, poiché è dimostrato statisticamente che se c'è un problema esce in quel periodo lì. Le spese di collaudo sono a carico dell'appaltatore (le fa rientrare nelle sue SG), ma generalmente vengono comunque inserite nel CME a parte.

Se è tutto a posto, segue l'emanazione del CdC, che va **APPROVATO**: l'appaltatore può sottoscrivere con riserve. Dopo due anni, il CdC diventa definitivo, prima se succede qualcosa sono cazzi dell'impresa.

**MA** per le strutture è dimostrato che i danni possono presentarsi entro un periodo di 10 anni: l'appaltatore deve prendersi carico di tale responsabilità al posto del collaudatore consegnando una fideiussione al cliente per coprire eventuali vizi occulti (detta **Decennale Postuma**).

## Sicurezza

Esistono due figure principali che si occupano di sicurezza: il Coordinatore della Sicurezza in fase di Progetto (CSP) e il Coordinatore della Sicurezza in fase Esecutiva (CSE). Il primo ha come compito di redigere il Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC), mentre il secondo recepisce tale documento e verifica che vengano realmente attuate le prescrizioni che vi sono contenute. In caso di pericolo imminente il CSE ha l'obbligo di sospendere ogni attività. Il CSP e il CSE vengono nominati dal committente o dal RUP (nel privato il RUP non c'è, si parla più in generale di Responsabile dei Lavori, RL). Nel privato, CSP=CSE=RL (possono coincidere, ma non è detto). Nel pubblico invece se CSP=CSE allora non può fare il RUP, ma CSP=CSE=DL, oppure il CSE=collaudatore.

- **PSC**: va allegato al contratto e deve contenere gli oneri della sicurezza. Viene redatto identificando i rischi a partire dalla relazione tra esistente e cantiere e le interferenze/sovrapposizioni delle attività che vengono fuori dal cronoprogramma o dal Gantt. Lo scopo ultimo è quello di individuare le misure di prevenzione e di protezione da mettere in opera per ridurre al minimo i rischi. Il PSC contiene l'anagrafica di cantiere, la descrizione dell'opera e **l'individuazione e analisi dei rischi**. Ne derivano delle scelte organizzative riguardanti l'area di cantiere, l'organizzazione e l'ordine e modalità delle lavorazioni. Le misure di prevenzione a livello pratico sono le procedure di emergenza, la durata dei lavori e i costi della sicurezza, che possono essere ipotizzati tenendo conto della scelta dei DPI (dispositivi di protezione collettiva) e dei DPI (d.p. individuale).
- **DUVRI**: documento unico di valutazione dei rischi da interferenze. È la stessa cosa di un PSC, ma non riguarda il mondo delle costruzioni ma quello della produzione. Ha come scopo quello di rendere note le misure adottate per ridurre al minimo o eliminare i rischi da interferenze e i relativi provvedimenti.

Il primo responsabile della sicurezza è il committente, che si assicura che non sia uno qualunque quello che fa i lavori, verificandone le credenziali sulla base di qualche documento:

- DURC: documento Unico di Regolarità Contributiva, riporta i rapporti tra appaltatore e INPS, INAIL e cassa edile
- CCIA: iscrizione a camera di commercio
- Organico Medio Annuo: autocertificazione sul numero di operai

Una volta scelta l'impresa, questa recepisce il PSC facendo un suo piano di sicurezza operativo (POS) che deve integrare le misure scelte in fase di redazione del PSC. Se ci sono più imprese (una affidataria, altre in subappalto), quella affidataria fa un suo POS e quelle esecutrici lo recepiscono a loro volta nei rispettivi POS. Al fine di mantenere un adeguato livello di sicurezza in cantiere, sono fondamentali le attrezzature messe a disposizione dal datore di lavoro e i corsi di formazione a suo carico. Lato impresa, i preposti fanno da intermediari tra RL/DL ed operai. Al contrario, se in cantiere ci sono dei lavoratori autonomi tra i subappaltatori, devono avere la loro propria attrezzatura (caschi, guanti, ecc.)

### Riferimenti normativi

**1994:** D.Lgs 626/94 e la Legge Merloni introducono il RUP con nuovi riferimenti al project management. Si passa da un approccio prescrittivo ad uno organizzativo incentrato sulla prevenzione.

**1996:** D.Lgs 494/1996 introduce il CSP e il CSE

**2006:** D.Lgs 163/2006 esplicita la normativa per gli appalti pubblici

**2008:** D.Lgs 81/2008 → TESTO UNICO SULLA SALUTE E SICUREZZA SUL LAVORO, in particolare il titolo IV si applica ai cantieri temporanei e mobili (non vale per gli impianti elettrici quando si tratta solo di posare cavi)