

Il Computo metrico estimativo

Il computo metrico, elaborato di progetto - viene redatto già durante il progetto "preliminare", dunque nelle fasi iniziali - è necessario per individuare i costi delle lavorazioni e dell'intervento complessivo.

A seconda del committente (pubblico o privato) il computo metrico può dover dipendere da un riferimento: i progetti a committenza pubblica richiedono una precisa indicazione normativa dei prezzi da cui dipendono i calcoli effettuati; essa è identificata nel **prezzario regionale** - riferimento facoltativo nelle opere private - elaborato aggiornato ogni anno e approvato dalla giunta regionale.

A valle di studi ed elaborazioni su tipiche lavorazioni in ambito civile, il prezzario definisce il costo unitario di ogni lavorazione edile, civile, impiantistica...

Esso è diviso in capitoli; i capitoli sono a loro volta organizzati in sezioni:

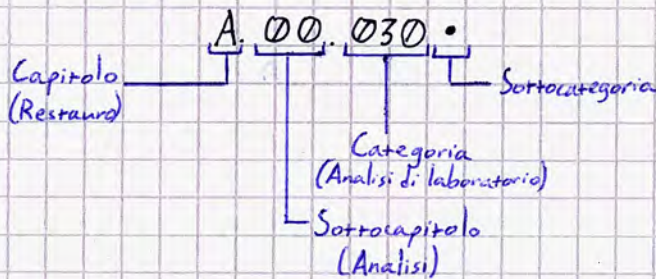
① Introduzione, esigenze, ambiti di applicazione, criteri di analisi...

② Indice delle lavorazioni:



I capitoli sono divisi in categorie di intervento.

Ogni categoria presenta poi specifiche sigle per indicare precisamente la lavorazione interessata:



E.13.000 Posa di pavimenti → prezzo riferito alla SOLA manodopera, i materiali sono a carico del committente.

E.13.010 Posa di pavimenti in legno → valuta il costo combinato di materiali e manodopera.

L'idea alla base della redazione del prezzario è la stessa che definisce un buon computo, ovvero l'ordine cronologico delle lavorazioni.

CAM23_E13.030

Le voci in tariffa che rispettano i criteri ambientali minimi sono precedute dalla sigla CAM con indicazione dell'anno corrente.

Nella descrizione di ciascuna lavorazione sono espressamente indicate:

- Le fasce di applicabilità senza variazioni del prezzo;
- Le condizioni specifiche in cui il prezzo è determinato;
- Il costo unitario in grassetto senza spese generali e utile d'impresa;
- Il prezzo unitario effettivo; → **RIFERIMENTO DEL COMPUTO**
- Le spese generali;
- L'utile di impresa.

A partire da elaborati grafici di progetto (pianta, sezione, pianta delle fondazioni...) si hanno informazioni sugli elementi tecnologici, le quote e le dimensioni dei vari componenti del progetto; a partire da esse si compila la tabella del computo, così organizzata:

N°	N° ORD. TAR.	Descrizione Lavori	U.M.	DIMENSIONI			H/peso	Quantità	Prezzo Unitario	Prezzo Totale
				Parti Simili	Lung	Larg				

Codice secondo tariffario
 Numero d'ordine della voce, imposto dal progettista

Unità di Misura

Componenti simili o uguali; se nel progetto sono previste 3 parti uguali tra loro, alla voce "porta" figura un numero di parti simili, pari a 3.

Se la lavorazione richiede un peso invece che una altezza si inserisce qui

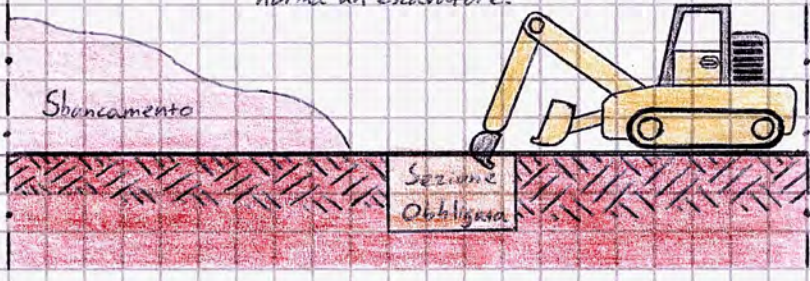
$$= \frac{\text{Lung} \times \text{Larg} \times \text{H/peso} \times \text{Parti Simili}}{\text{NUMERO DI U.M. DI RIFERIMENTO PER UN SINGOLO ELEMENTO (o una sua parte)}}$$

Quantità x Prezzo Unitario

Procediamo dunque in un esempio di compilazione per un edificio a singolo livello fuori terra composto da due campate, con fondazioni a travi rovesce che poggiano su un piano a -2,50 m.

- ① Scavi → A sezione aperta (sbancamento): Si effettuano con una pala meccanica, vengono condotti quando la quota del terreno da sbancare è superiore rispetto al piano di appoggio del mezzo o della operatore.
- A sezione obbligata: effettuati quando la quota del terreno è inferiore a quella dell'operatore o del mezzo, si impiega di norma un escavatore.

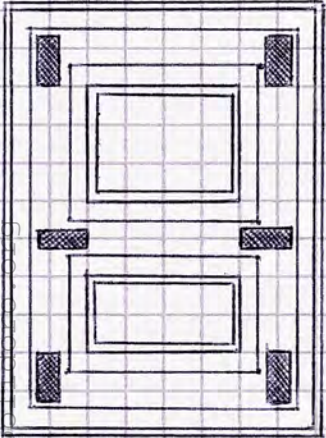
⚠ Lo scavo può essere parzialmente uno sbancamento e parzialmente a sezione obbligata; una sezione obbligata a grande luce può diventare uno sbancamento!



Le dimensioni della pianta di scavo è strettamente maggiore di quelle della pianta effettiva, sia per la larghezza propria della struttura di fondazione

che per la larghezza necessaria per l'intervento dell'operatore (60-80 cm), arrivando anche a 1,20-1,20 m in più per lato.
 ⚠ Può essere necessario tener conto dell'angolo di attrito interno del terreno, anche se di solito è un'applicazione successiva.

- ② Getto del magrone: getto di calcestruzzo magro, non strutturale; nel tariffario sono specificati in base a classe di resistenza e classe di consistenza (4 classi definite in base a fluidità, caratteristiche della miscela di calcestruzzo etc.)



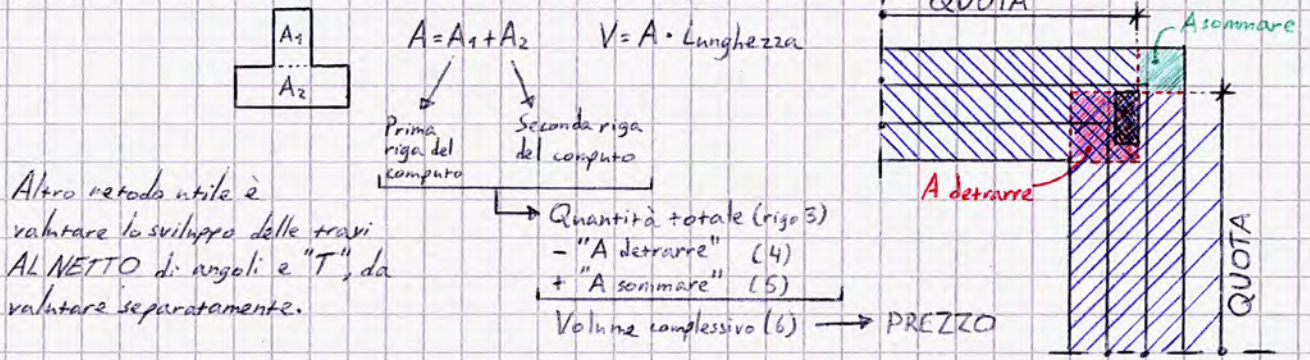
Nella geometria a trave, il calcolo del magrone può essere condotto secondo più procedimenti:

- Calcolo del volume della platea detratta dei due volumi rettangolari assenti;
- Calcolo dello sviluppo longitudinale della trave (un rigo per le travi lungo x, un rigo per le travi lungo y)

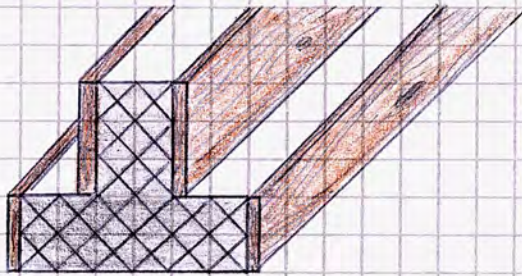
Nel secondo caso, può essere necessario dover considerare alcuni volumi "a detrarre" (perché contati due volte) e "a sommare" (perché mai computati); ciò è più evidente nel calcolo del volume di calcestruzzo necessario a realizzare le travi rovesce.

⚠ Non è rilevante il processo di calcolo purché le quantità siano corrette e il calcolo sia identificabile e ripetibile, dunque verificabile.

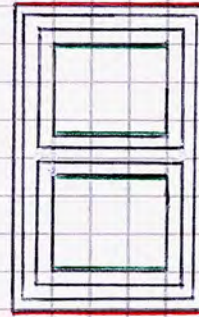
③ Calcestruzzo per la struttura di fondazione: rientra nella categoria E03.10.20, relativa ai calcestruzzi strutturali (distinti per classe di resistenza - che non discrimina tra strutture di fondazione o di elevazione - e per classe di esposizione, logicamente diversa tra le due tipologie di strutture). Il calcolo del volume viene definito valutando lo sviluppo longitudinale delle travi rovesce, eventualmente calcolando la relativa sezione come composizione di aree rettangolari:



④ Cassetforme: occorre calcolare la superficie complessiva di cassetforme a contatto col getto per realizzare la struttura di fondazione (E03.30); si osserva che il prezzo per le opere di fondazione è minore perché sono presenti meno opere provvisorie rispetto alle strutture di elevazione.



Posizionamento di cassetforme su una trave rovescia

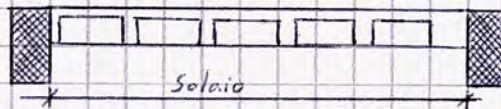


Parti simili per l'ala delle travi rovesce lungo la direzione X.

⑤ Armature: L'acciaio da calcestruzzo è computato dal tariffario in termini di peso; per un computo metrico estimativo si considera un'incidenza a m³ di calcestruzzo:

- Fondazione → 110 kg/m³ c/c
 - Elevazione → 90 kg/m³ c/c
- Inserendo in "parti simili" i m³ di calcestruzzo gettati e in "H/peso" l'incidenza in peso si ottiene il quantitativo complessivo di acciaio.

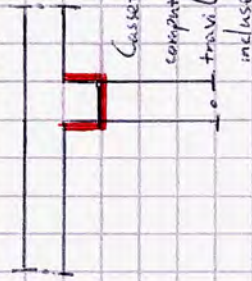
⑥ Solaio: definita l'altezza strutturale del solaio si computa come una superficie, da valutare all'interno delle regioni delimitate da travi in virtù della tecnologia costruttiva:



⑦ Vespaio: esiste di più tipologie, tra cui il più diffuso è quello con casseri a perdere in polipropilene (E07.30.20); una volta definita, la computazione è in m² come per i solai, considerando la superficie reale.

Esempio di compilazione

In questa porzione del computo si valuta, al netto delle cassetteforme (da calcolare in base ai perimetri delle piante di carpenteria) il necessario per realizzare le fondazioni dell'edificio definito nell'esempio.



Poiché in uno scavo il materiale in sito diventa meno costoso, nel trasporto a rifiuto si considera un coefficiente 1,3 (parti simili).

Massetto per posa delle giunee: si ipotizza uno spessore medio (7cm)

Intonaco:

- Civile: 3 strati, finto e tinteggiato;
- Grezzo: 1 strato, rivestito poi da piastrelle (WC)

Nelle opere da pittore è fondamentale tener conto di eventuali compensi per lavorazioni all'esterno, in sottotetto.

I ponteggi si utilizzano solo se il piano di lavoro è a più di 4m dal p.c., sono computati in base alla superficie esterna dell'edificio.

La compilazione per il pesto è analoga a quanto svolto.

N°	N° ORD. TAR.	Descrizione dei Lavori	U.M.		DIMENSIONI		Quantità	Prezzo unitario	Prezzo Totale
			Parti Simili	Langhezza	Langhezza	H/peso			
1	E.01.10.10a	< Descrizione della E.01.10.10 + descrizione della E.01.10.10a > (6,40+1,10+1,10) + (3,60+1,10+1,10)	m ³	8,60	10,80	2,50	232,20	27,72	5775,58€
2	E.03.10.10b	CLS non strutturale C16/20 (per CLS magro di fondazione) 6,40 + 0,50 + 0,50 7,60 + 0,50 + 0,50	m ³	7,60	9,60	0,10	7,296	108,01	788,04
		A detrarre (Area dei due rettangoli)	m ³	5,34	4,60	0,10	2,024		
		Totale	m ³				5,27	108,01	569,21€
3	E.03.10.20a	CLS inabile... per strutture di fondazione interrate... Classe di resistenza C25/30 Classe di esposizione XC1/XC2	m ³	6,40	1,10	0,4	8,448	125,08	
		Sviluppo travi lungo x blocco		8,60	0,50	0,4	7,568		
		// lungo y		6,40	0,50	0,4	3,84		
		Sviluppo travi lungo x blocco		8,60	0,50	0,4	3,44		
		// lungo y		0,7	0,7	0,4	-0,784		
		A detrarre (-)		0,4	0,4	0,4	0,256		
		A sommare					22,768	125,08	2847,82€
4	E.03.30.10a	Casseterme... per getti di conglomerato... per strutture di fondazione	m ²						
		Somma lunghezze blocco inferiore (6,40) + Perimetri da pianta di carpenteria							
		// Blocco superiore							
5	E.03.40.10a	Acciaio da armatura B500C in barre	kg	22,768	Incidenza	110	2504,48	1,43	3581,41€

Building information modeling: metodologia che consente di reperire immediatamente informazioni sui progetti in tutte le fasi del processo edilizio.

Consolidatosi negli ultimi 15-20 anni, il BiM ha due principali accezioni:

• **B.I. Model**: modello parametrico (ovvero riferito a parametri, geometrici e non) n-dimensionale: oltre alle 3 dimensioni spaziali presenta:

- 4 dimensione: tempo, si può digitalizzare il processo costruttivo e manutentivo dell'opera;
- 5 dimensione: dimensione economica, nella realizzazione e in esercizio;
- 6 dimensione: prerogativa italiana, è legata alla sostenibilità e agli aspetti energetici;
- 7 dimensione: gestione, si può restituire la storia dell'edificio in ogni sua momento, consentendo una miglior manutenzione e permettendo di definire al meglio i punti critici in cui dover fare le indagini ispezioni.

Gli aspetti più importanti per l'organizzazione del cantiere sono la quarta e quinta dimensione, che consentono una più attenta contenzza del layout di cantiere, anche e soprattutto dal punto di vista delle interferenze e dei costi di realizzazione.

• **B.I. Modeling**: metodologia basata sul concetto di interoperabilità, flusso di informazioni tra i diversi attori del processo edilizio. Si attua predisponendo un file "master" caricato su un Common Data Environment e costituito da griglie e livelli di piano per poi collegarlo a diverse copie da destinare ai singoli progettisti: i singoli file si aggiornano vicendevolmente, aggiornando tutti gli stakeholders in tempo reale.

Da questa metodologia deriva anche una funzione di controllo: in base al modello, un BIM manager può realizzare delle routine di controllo sul modello principale basate su vari parametri: un modello BIM è quindi utile in tutta la vita dello edificio e nella sua gestione.

Il BIM è in realtà una tecnologia adattata dall'ingegneria meccanica, in cui si realizzano progetti in ambiente virtuale per la produzione industriale; nasce in edilizia nei paesi in cui è presente una forte prefabbricazione: in questi casi il BIM è più adatto e performante (nel recupero il BIM richiede una rimodellazione dell'esistente).

La digitalizzazione è però un processo temporale continuo articolabile in più fasi e livelli di maturità:

LV0: CAD e stampa su carta;

LV1: Modelli 3D a supporto degli elaborati grafici; inserito in un CDE;

LV2: Progetto realizzato con filosofia BIM, con un modello parametrico e 5D;

LV3: Progetto con filosofia BIM 6D con facility management (gestione).

L'Italia si trova in una fase ibrida: il modello è realizzato con filosofia BIM, gli elaborati sono però viste di modello. La normativa prevede una fase temporale priva di esportazione su carta, ma i tempi sono ancora lunghi.

Nelle varie fasi di cantiere e progetto il modello ha un numero di informazioni variabili nel tempo; in Italia dunque si è sviluppata una scala LOD (Level of Development) tra 100 e 500 per definire il livello di dettaglio richiesto nelle varie fasi:

100: inquadramento di progetto e impatto sugli edifici circostanti;

200: fattibilità dell'opera, aspetto economico; modello approssimativo con informazioni su materiali, forme, dimensioni e posizione degli elementi;

300: livello esecutivo, dettagli di ogni elemento con anche compiti specializzati e prime valutazioni di cantiere, a questo livello inizia l'attenzione alla fase di cantierizzazione.

400: parte dal 300 inserendo informazioni su costruzione e montaggio dei singoli componenti, fornendo informazioni sulla fase realizzativa nell'interesse delle imprese per valutare le spese realizzative con particolare attenzione ai dettagli costruttivi (ad esempio si studia lo staccaggio degli impianti o l'esplosione dei nodi in acciaio);

500: solitamente riportato dal vivo in cantiere in base al 400, ha per oggetto la realizzazione del modello as built, al massimo livello di dettaglio, che rappresenta l'opera così come è realizzata integrando tutte le informazioni della fase di esecuzione ed eventuali varianti in corso d'opera, cui si aggiungono nel tempo le informazioni che interessano la fase di manutenzione.

La scala LOD è stata però male interpretata, portando a molta confusione tra il committente e gli operatori economici; si introducono dunque i LOIN - Level of Information Need - definiti dal committente all'appaltatore; rappresentano il livello di informazione necessario per portare a termine il processo edilizio senza utilizzare la scala LOD.

Le norme UNI sono ancora in adeguamento in merito.

Le informazioni custodite dai singoli oggetti BIM sono geometriche ed alfanumeriche.

Aspetti normativi nello scenario nazionale

Dalla direttiva EU 15/01/14 si richiede l'implementazione di strumenti BIM o simili, viene recepita dal Codice degli Appalti del 2016 che formula un'introduzione progressiva della metodologia su tutti e 3 i livelli della progettazione, prioritariamente su nuove opere, interventi di recupero, riqualificazioni o varianti e prioritariamente su lavori complessi, senza che la stazione appaltante prediliga la specifica piattaforma.

Per garantire la massima interoperabilità nella condivisione dati è stato definito il formato file IFC, non proprietario, che consente la comunicazione tra diversi programmi.

Con il d.lgs. 560/2017 viene definita l'opera complessa come opera in cui convergono più discipline (come un ospedale), calendarizzando poi l'introduzione progressiva del BIM nei progetti in base a una progressione della soglia minima di importo, dal 01/01/19 (> 100M€) al 01/01/25 (< 1M€).

Tale introduzione, sebbene graduale, si rivela necessaria perché il BIM determina un abbattimento di costi di costruzione, errori, rielaborazioni, tempi di progetto e di costruzione; un miglior controllo e monitoraggio dell'opera; più collaborazione tra gli stakeholders: tutti sono aggiornati contemporaneamente grazie al modello aggiornato automaticamente e unico; ogni modifica coinvolge direttamente tutti gli elaborati interessati dalla presenza dell'elemento modificato (piane, prospetti, sezioni, computi...).

Parte 2

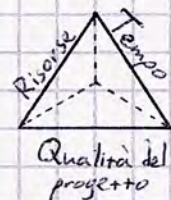
Uno dei principali aspetti dell'organizzazione del cantiere è il dover tenere sotto controllo i tempi e i costi dell'opera, puntando a contenere ritardi e lievitazioni di costi anche tramite metodi e strumenti di monitoraggio (Pert/ Gantt/CPM) da aggiornare progressivamente con l'avanzamento dei lavori e attraverso i quali è possibile un maggior controllo delle attività.

In quest'ottica, il BIM può legarsi al Project Management - integrandosi ad esempio nel cronoprogramma - in quanto consente un controllo delle quantità e dei costi delle fasi di cantiere, della logistica e della sicurezza nel cantiere oltre che una gestione documentale della commessa.

Ad esempio, implementare un progetto Revit in Navisworks consente di collegare il modello al cronoprogramma ed agli altri elaborati di un piano operativo.

Nella sua interoperatività, il BIM consente qualità ed efficienza nell'intero ciclo di vita dell'edificio ed è dunque centrale nella gestione del processo edilizio; essendo il project management per definizione l'insieme di processi e metodi per raggiungere degli obiettivi di progetto è chiaro il legame tra i due.

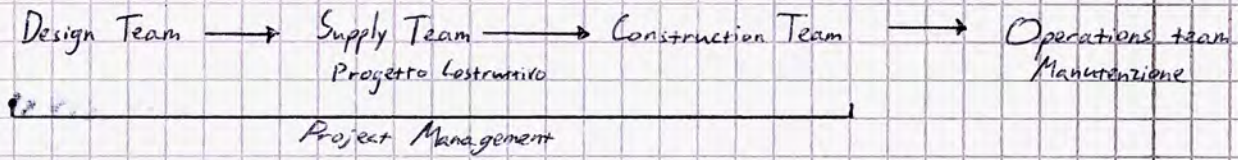
Il progetto è uno sforzo temporaneo volto alla realizzazione di un prodotto/servizio/risultato avente caratteristiche di unicità; il project management ha invece a che fare con:



- Risorse, costi, tempi;
- Organizzazione per processi;
- Vincoli da rispettare;
- Definizione delle date di inizio e fine.
- Unicità del progetto;
- Numero definito di obiettivi;
- Rischi presenti;

Nel project management si scompone il progetto in unità minime in cui è possibile attuare un intervento diretto sulla risorsa: ad esempio, è possibile dividere le opere strutturali in base al materiale in quanto gli operatori coinvolti in opere di diversa natura sono diversi.

Un processo edilizio vede l'intervento di più personalità essenzialmente scomponibili in:



Il BIM è uno strumento particolarmente utile in virtù delle possibili analisi preventive sul progetto, consentendo un accurato risk management e la definizione delle operazioni in ambiente simulato prima della fase di cantiere, minimizzando i rischi di problemi ed incompatibilità; oggi infatti il BIM manager e il project manager sono figure coordinate nel controllo e pianificazione del cantiere.

BIM manager: figura aziendale strategica

BIM coordinator: è sull'opera, gestisce la parte BIM del cantiere

BIM specialist: modellatore

Il procedimento di project management in BIM può essere sintetizzato come segue:

- ① Verifica di funzionalità e correttezza del modello;
- ② Analisi di tempi e costi (computo metrico estimativo e programmazione dei lavori in BIM);
- ③ Controllo delle operazioni di cantiere, delle risorse necessarie e dei tempi di realizzazione;
- ④ Controllo degli approvvigionamenti (programma delle forniture);
- ⑤ Controllo dei subappalti e della loro programmazione;
- ⑥ Analisi congiunta di tempi e costi dell'opera.

In caso di ritardi occorre distinguere tra i percorsi critici - lavorazioni il cui ritardo implica un ritardo complessivo della consegna dell'opera, come le strutture - e i percorsi non critici, in cui è possibile intervenire variando le risorse: per gli impianti elettrici è sufficiente chiamare più squadre e realizzare più impianti contemporaneamente.

La stima delle quantità e dei costi (computazione) va effettuata a fine modello; nell'attività di controllo dei costi si vede sul modello cosa è stato materialmente computato e cosa no, consentendo un maggior dettaglio nella valutazione.

La virtualizzazione consente anche una rappresentazione dinamica del cantiere, valutando gli ingombri, la presenza di macchinari (e il loro peso)...

Gestione dei rifiuti di cantiere

Argomento trasversale nella gestione del processo edilizio, è fortemente legato alla sostenibilità. I rifiuti in genere si classificano in:

- Urbani: legati all'ambiente domestico e urbano, all'interno delle attività produttive;
- Speciali: legati alle attività produttive, inclusa la trasformazione dei materiali edili, cui appartengono i rifiuti provenienti da produzione e dismissione di opere edili.

Tra i rifiuti speciali, inoltre, si effettua la seguente distinzione:

- Pericolosi: ad esempio, materiali edili contenenti amianto;
- Non pericolosi: distinti a loro volta in inerti e non inerti, non sono dannosi per l'ambiente o per l'uomo (un esempio è la pavimentazione).

Particolarmente importante è la catalogazione dei rifiuti di cantiere; in questa operazione si riscontrano dinamiche differenti a seconda che ci si riferisca a cantieri di nuova costruzione o interventi sull'esistente: nel cantiere di recupero è più difficile classificare e definire i rifiuti che saranno prodotti; è necessario attuare delle prove preliminari e comprendere come è composto il manufatto, operando dei saggi prima di installare il cantiere.

In generale, l'operazione di gestione dei rifiuti inizia con la classificazione degli oggetti da portare a smaltimento; il riferimento normativo in materia è il d. lgs. 152/2006.

Per identificare un rifiuto, gli si attribuisce una definizione con un codice normato a livello europeo (ci si riferiva al CER - catalogo europeo rifiuti - ora invece il riferimento è lo EER, elenco europeo rifiuti); tramite un'analisi dei campioni asportati dal cantiere si classificano i materiali. Questa operazione deve essere svolta dal produttore del rifiuto (ovvero dal committente o, come più spesso accade, dall'appaltatore, secondo quanto specificato dal contratto); dalla caratterizzazione si ricava la pericolosità e l'eventuale riutilizzabilità del materiale.

EER XX YY ZZ

- ulteriore sottocapitolo: EER 17 01 01 = Cemento
- sottocapitolo che definisce la macrofamiglia di rifiuti: EER 17 01 = Cemento, mattoni e materiali lapidei
- capitolo che definisce la fonte dei rifiuti: EER 17 = rifiuti derivanti da operazioni di costruzione e demolizione e terreno da siti contaminati.

Dalla caratterizzazione dei rifiuti se ne individua la conferibilità, ovvero la determinazione della destinazione del rifiuto a discarica o al suo recupero e riutilizzo. Poiché tipicamente un cantiere sull'esistente presenta materiali riutilizzabili e non riutilizzabili contemporaneamente, spesso in un fabbricato si tende ad attuare **demolizioni selettive**, in cui in un primo momento si recuperano i materiali riutilizzabili - ad esempio, gli infissi - per poi procedere nella demolizione generalizzata. Poiché nella classificazione di un insieme di rifiuti è il rifiuto più nocivo e/o inquinante a definire le modalità di conferimento dell'intero sistema, la demolizione selettiva, pur essendo più costosa ed impiegando tempi maggiori, riduce sensibilmente l'impatto ambientale del cantiere.

Per la gestione dei rifiuti, bisogna logicamente prevedere dei depositi temporanei nel layout di cantiere.

Per quanto riguarda i terreni (scavo), si classificano in contaminati e non contaminati a seguito di un'apposita verifica di non contaminazione. Gli altri rifiuti inerti si classificano in base alla loro possibilità di essere recuperati o di dover essere trasportati in una discarica per inerti.

All'aumentare del grado di riciclo in una gara aumenta il punteggio della proposta dell'appaltatore (tra questi figura la previsione, ad esempio, di aree differenziate per il deposito di rifiuti differenti nel layout di cantiere).

Nel cantiere è fondamentale che i rifiuti non si mescolino, che le aree di deposito rifiuti siano impermeabilizzate (particolarmente a terra) e tali da evitare una qualsivoglia forma di ristagno d'acqua (soprattutto per aree non coperte); bisogna inoltre prevedere un criterio di trasporto a rifiuto (temporale, se i rifiuti sono prelevati in un certo tempo, o quantitativo, se il prelievo avviene al raggiungimento di un certo quantitativo di rifiuti). Tutte queste problematiche rientrano evidentemente nella organizzazione del cantiere: esempio eclatante è il fatto che un ridotto numero di smaltimenti richiede una maggior area per i depositi.

I rifiuti non costituiti da materiali incoerenti (sabbie), come ad esempio legni e metalli, possono essere conferiti in cassoni sul cantiere realizzati in maniera tale da poter essere montati direttamente su automezzi, costituendo operazioni più semplici di carico e scarico, essendo il cassone sia deposito che contenitore per il trasporto.

⚠ Un singolo produttore non può mescolare i rifiuti di più cantieri: è fondamentale il controllo della filiera del rifiuto, dal cantiere alla destinazione finale.

Un materiale demolito e stoccato al piede di cantiere per essere trasportato richiede l'intervento di un'impresa dotata della certificazione da trasportatore (esistono imprese non accreditate ai lavori edili che si occupano esclusivamente del trasporto!).

Nella gestione dei rifiuti, documento fondamentale è il FIR - formulario di identificazione dei rifiuti - registro che nei cantieri edili tiene traccia dei rifiuti prodotti e trasportati; il documento viene redatto in 4 copie dal responsabile del cantiere, che affida una certa quantità di un rifiuto specifico (EER 17 01 01, 10 m³, 2500 kg) al trasportatore, che a sua volta lo conferisce in un certo sito.

Il formulario indica il tipo di rifiuto, il quantitativo prodotto, il sito in cui è stato prodotto, i dati del trasportatore e i dati del sito di conferimento.

Le quattro copie sono così distribuite:

- 1: resta al produttore, non presenta dati sul sito di conferimento;
- 2: è compilata dal trasportatore;
- 3: è compilata dal sito di smaltimento e recupero;
- 4: torna al produttore (compilata da 3), che monitora i materiali arrivati al sito con i loro pesi.

Il direttore dei lavori poi invia una copia al Comune per le funzioni di vigilanza; lo stesso direttore dei lavori si occupa dell'accettazione qualitativa dei lavori, essendo necessaria la certezza dell'avvenuto smaltimento per l'accettazione della prestazione e il pagamento all'impresa (ovvero una volta ottenuta la quarta copia del FIR).

Il rifiuto viene trasportato in una discarica o un centro di recupero; i materiali possono essere recuperati nelle seguenti applicazioni:

- Rilevati e sottofondi stradali (tra cui figurano anche i gabbioni di contenimento del terreno, in cui bisogna verificare che il materiale non spolveri elementi dannosi per l'uomo o per l'ambiente, ad esempio in seguito a piogge);
- Riempimenti;
- Conglomerati bituminosi;
- Aggregati riciclati per l'edilizia (inerti);
- Materiali per la produzione del cemento.

Le NTC al Capitolo 11 normano la produzione di CLS-A derivante da rifiuti edili.

Per definire le operazioni di carico e scarico dei materiali di rifiuto si impiegano i registri di carico e scarico; a i MUD - Modello Unico di Dichiarazione ambientale - sono comunicazioni che enti ed imprese devono presentare annualmente per indicare quantità e tipologia di rifiuti prodotti nell'anno precedente.

Il Piano / Progetto operativo: riassuntivo sul Cronoprogramma [Programma generale di durata]

Per approfondire, v. appunti, pp. 18.-20.

Il Cronoprogramma è un documento di pianificazione - aggiornato in cantiere - dotato di 3 allineamenti:

- Previsione: più è ben fatta, più facilita le operazioni di cantiere, risparmiando tempo e denaro;
- Aggiornamento in virtù dei tempi effettivi di cantiere;
- Controllo

Scheda di procedimento: si riferisce ad analisi sul singolo procedimento lavorativo, valutando le risorse (numero di operai, squadre, attrezzature) e il relativo impiego orario. Le singole operazioni componenti la lavorazione sono individuate da una sigla e organizzate cronologicamente, con una stima del tempo unitario, attesa la composizione della squadra (numerando i singoli operatori).

Successivamente, si indica su uno schema delle ore lavorative quali componenti della squadra sono impiegati nelle singole operazioni.

Parametro fondamentale è la **produzione unitaria**, quantificazione del prodotto di una determinata attività in una giornata lavorativa (di converso si definisce il **tempo unitario di produzione**, ovvero il tempo necessario per realizzare una quantità unitaria di prodotto), valutata attraverso due metodi:

- Metodo classico: deriva da analisi dirette e indirette, prevede l'utilizzo di tabelle (tabelle che forniscono valori medi di produzione unitaria);
- Metodo analitico: utilizzato nelle comuni applicazioni, prevede il calcolo degli **uomini-giorno**, entità presunta del cantiere rappresentata dalla somma delle giornate lavorative prestate dai lavoratori, anche autonomi, previste per la realizzazione.

$$UG = \frac{\text{incidenza manodopera}}{\text{costo totale giornaliero manodopera}} \rightarrow \text{Misurata in €, risulta dal tariffario per ogni specifica lavorazione}$$

Il calcolo degli uomini-giorno risulta dalla seguente tabella:

Categorie (di lavori principali)	Importo [€]	Incidenza % manodopera [%]	Costo totale manodopera [€]	Presenza media giornaliera operai	Costo giornata libera manodopera [€/g]	Uomini - giorno
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
un maggior grado di dettaglio implica un cronoprogramma più dettagliato	da computo metrico ⋮ Σ	da tariffario	= b · c ⋮ Σ	da fissare (progettista)	= e · costi unitari (mercatoriale, si aggiorna ogni anno)	= d/f ⋮ Σ

Se ad esempio si definisce una categoria "opere strutturali":

- b = somma degli importi delle operazioni concorrenti nella categoria;
- c = media ponderata delle singole incidenze percentuali.

Nel rapporto tra le attività del cronoprogramma, le lavorazioni presentano sempre uno di quattro legami (idealmente tutte le lavorazioni iniziano contemporaneamente, così da ridurre la durata delle operazioni; evidentemente ciò non è possibile per ragioni di sicurezza e per alcuni specifici legami tra le attività: alcune lavorazioni devono necessariamente iniziare a valle di altre, come la tinteggiatura che deve essere effettuata dopo la realizzazione dello intonaco):

- Fine-inizio (sequenza);
- Inizio-inizio (le lavorazioni iniziano contemporaneamente, indipendentemente dalla loro durata);
- Fine-fine (le lavorazioni sono obbligate a finire nello stesso giorno);
- Fine-inizio "meno n" (sovrapposizione delle attività, frequente in cantieri su edifici di diversi piani: mentre al primo livello si inizia la tinteggiatura, al secondo si fanno gli intonaci e al terzo si realizzano le tramezzature, ad esempio; è frequente anche nei rapporti tra attività limitanti e limitate, come la realizzazione di muratura e intonaco).

Schema della produzione: riporta i lavori necessari per realizzare un'opera in ogni sua parte; si organizza anch'esso in una tabella.

N° ORD	CAT.	Designazione Lavori	U.M.	Quantità	Attrezzature (Alternative)	N° squadre	Produzione unitaria	Produzione totale	Durata
	IM impianti MO movimenti CA Calcestruzzo	Descrizione	da computo	da computo	La produzione unitaria può essere determinata dalla capacità delle attrezzature più che da quella degli operatori; il trasporto e rifinito dipende dalle dimensioni dell'attrezzo, non dal numero di squadre.				Utile per quantificare le operazioni nel Cronoprogramma!

Squadra: Unità operativa necessaria per portare a compimento una lavorazione, composta da un'attrezzatura e un dato numero di operai a seconda di cosa determina il ritmo della produzione; viene definita dal progettista in base a criteri di efficienza (desunti da analisi della produzione) o da dati statistici.

Cronoprogramma: è un gli elaborati del PSC (consente di leggere le interferenze ^{temporali} spaziali), mentre il Layout di Cantiere permette di visualizzare le interferenze spaziali), presenta tre allineamenti per riga ed è così organizzato:

- Righe: corrispondono alle categorie di lavori e alle relative descrizioni;
- Colonne: uscite temporali, distinte in base alla durata del cantiere e al grado di dettaglio richiesto (giorni - settimane - mesi).

È importante rispettare l'ordine cronologico nell'organizzazione delle righe per poter seguire le lavorazioni in cantiere agevolmente.

La sicurezza nei cantieri edili - ricapitolazione

Con il d.lgs. 626/94 e il d.lgs. 474/96, vengono delineate le figure che intervengono nel processo edilizio; per ciò che concerne la sicurezza, tra questi soggetti hanno responsabilità:

- Committente: deve verificare l'idoneità tecnico-professionale dell'impresa, ovvero la sua capacità organizzativa e materiale di far fronte alle esigenze di sicurezza. Nella scelta dell'impresa, il committente deve verificare ad esempio che i ribassi nelle offerte non siano legati a tagli di spese fondamentali, come quelle per la sicurezza.
- Responsabile dei lavori: eventualmente nominato dal committente, è una figura legata esclusivamente alla sicurezza e sgrava alcune delle responsabilità del committente.

- Coordinatore della Sicurezza...
 - In fase di progettazione;
 - In fase di esecuzione (interviene in cantiere).

• RSPP;

• Datore di lavoro;

• Rappresentante della sicurezza dei lavoratori.

Il decreto (31/03) inoltre introduce due nuovi documenti di programmazione:

- Piano di Sicurezza e Coordinamento → redatto dal CSP (se presente) e dal CSE;
PSC
- Piano Operativo di Sicurezza → redatto dalle ^{imprese} ~~CSE~~ basandosi sul PSC e validato dal CSE.
POS

Compiti delle figure coinvolte in materia di sicurezza sul cantiere

Committente / Responsabile dei lavori: le attività relative alla sicurezza iniziano in fase di progettazione, richiedendo l'intervento di committente e responsabile dei lavori nella progettazione, attenendosi ai principi e alle misure di tutela, particolarmente per ciò che riguarda:

- Organizzazione per pianificare i lavori e le fasi di lavoro al momento delle scelte architettoniche, tecniche e organizzative;
- Previsione della durata dei lavori;
- Nomina del CSP durante la progettazione in presenza di più imprese esecutrici, anche non contemporanee;
- Nomina del CSE prima dell'affidamento dei lavori nelle condizioni di cui sopra.

Coordinatore per la progettazione: opera in fase di progettazione, prima della richiesta di presentazione di proposte nell'appalto; si occupa di:

- Redigere il PSC;
- Redigere il fascicolo adattato alle caratteristiche dell'opera (fascicolo dell'opera), documento che resta a corredo del fabbricato per successivi interventi di manutenzione.

⚠ La nomina del CSP non è obbligatoria in caso di lavori privati non soggetti a Permesso di Costruire, di importo comunque inferiore ai 1000 000 €.

Coordinatore per l'esecuzione: opera in cantiere (assumendosi dunque più rischi del CSP).

Art. 92 T.U.S.

- Verifica la correttezza del PSC prima della sua applicazione, assumendosene la responsabilità e inviando alle imprese esecutrici che redigono a loro volta il POS - poi valutato dal CSE - firmato dal Datore di Lavoro e da considerarsi come piano complementare e di dettaglio al PSC (contiene informazioni di dettaglio, relative all'organizzazione - ad esempio - delle attrezzature: il PSC coordina solitamente lavoratori diversi - appartenenti ad esempio ad imprese diverse - nelle loro attività, mentre il POS contiene indicazioni sulla sicurezza per le specifiche attività);
- Verifica l'applicazione da parte dell'impresa e dei lavoratori autonomi delle disposizioni loro pertinenti nel CSP;
- Verifica la corretta applicazione delle prescrizioni normative in cantiere;
- Organizza tra i diversi Datori di Lavoro un'atmosfera di cooperazione e mutua informazione, fissando riunioni di coordinamento per favorire il dialogo e la trasmissione di informazioni tra le imprese;
- Se un'impresa non osserva le disposizioni cui è soggetta, avvia delle contestazioni verbali, seguite da contestazioni scritte e, in caso di proseguimento dell'inadempienza, propone al Responsabile dei lavori la sospensione delle attività in cantiere; in caso di rischio grave o imminente sospende autonomamente e immediatamente i lavori, nei casi più estremi può anche proporre la risoluzione del contratto.

Spesso, CSP e CSE coincidono!

Il PSC (Art. 100 T.U.S.)

Contiene i seguenti documenti:

- Relazione tecnica, con prescrizioni legate alla complessità delle opere da realizzare;
- Tavole ed elaborati grafici di progetto:
 - Layout di cantiere, per organizzare le attività nello spazio;
 - Cronoprogramma, per organizzare il cantiere nel tempo.
- Stima dei costi per la sicurezza

Contenuti minimi, descritti nel dettaglio all'Allegato IV del d.lgs. 81/08.

A questi possono aggiungersi tutti gli elaborati ritenuti utili per gestire al meglio le varie condizioni di pericolo.

Il PSC, che deve essere specifico per ogni cantiere temporaneo e mobile, contiene anche:

- Identificazione e descrizione dell'opera con indirizzo, descrizione del contesto, descrizione sintetica dell'opera con riferimenti alle scelte progettuali architettoniche, strutturali e tecnologiche;
- Individuazione dei soggetti titolari di compiti relativi alla sicurezza
 - Committente (e, eventualmente, Responsabile dei lavori);
 - CSP;
 - Se già nominato, CSE (nei casi in cui non è obbligatoria la nomina del CSP, il CSE redige il PSC);
 - Datori di lavoro e lavoratori autonomi.
- Relazione con individuazione, analisi e valutazione dei rischi: se il Coordinatore per la Sicurezza adotta provvedimenti per ridurre i rischi, deve innanzitutto valutarli e comprendere come ridurli.
- Scelte progettuali e organizzative, procedure, misure preventive e protettive in riferimento a:
 - Area di cantiere;
 - Organizzazione del cantiere;
 - ...

Valutazione del rischio

Processo di analisi e ricerca per individuare i fattori di pericolo che possono provocare danni.

L'attuazione delle misure di prevenzione e protezione è inclusa nel piano di lavoro.

La valutazione segue la seguente procedura:

- Identificazione della sorgente del rischio;
- Individuazione dei rischi specifici (chimici, fisici, ...);
- Valutazione del rischio con la matrice $P \times D$;
- Attuazione di misure per ridurre il rischio³;
- Redazione del documento per la sicurezza.

I D.P.C. sono preferibili ai D.P.I. e, talvolta, rappresentano l'unica misura di protezione possibile (come nel caso della mantovana).

Il caschetto è sempre obbligatorio per limitare il rischio residuo (nella matrice del Rischio $R = P \times D$, in cui i fattori appartengono a una scala da 1 a 4, il rischio non è mai nullo, ma al più pari ad 1 → rischio residuo).

⚠ I D.P.I. NON sono il principale strumento per la protezione, ma un' ULTIMA RISORSA.

- ① Prevenzione ② DPC ③ DPI

È buona norma includere nel PSC la valutazione e le strategie di riduzione dei rischi.

Contenuti del PSC

In copertina si riportano All. XV e Art. 1000 d.lgs. 81/08 come riferimenti normativi generali; in ogni pagina è inoltre riportato lo specifico punto del T.U.S. come riferimento normativo di dettaglio (richiamando ad esempio i contenuti minimi).

1. Lavoro
2. Committenti
3. Responsabili: vi si indicano anche DL e progettista pur se privi di responsabilità dal punto di vista della sicurezza;
4. Imprese (presunte, in fase di progettazione; non si hanno ancora i nomi degli affidatari);
5. Organigramma del cantiere: diagramma visivo per indicare i rapporti tra soggetti responsabili;
6. Documentazione: indicazione dei documenti da custodire in cantiere (se non presenti durante un controllo è di norma ammissibile una presentazione differita entro un determinato termine), tra cui figurano
 - Notifica preliminare;
 - PSC;
 - Fascicolo dell'opera;
 - POS di ciascuna impresa coinvolta;
 - DURC (Documento unico di regolarità contributiva, verifica che l'impresa sia in regola con i contributi e la paga ai dipendenti) di ogni impresa;
 - Certificato di iscrizione alla Cassa Edile di ogni impresa;
 - Registro degli infortuni di ogni impresa (indica tutti i possibili infortuni);
 - Registro delle visite mediche.
7. Descrizione del contesto: influisce sulle dinamiche di organizzazione del cantiere, dunque sulla sicurezza;
8. Descrizione sintetica dell'opera;
9. Caratteristiche dell'area di cantiere: vengono suddivise le fasi operative o gli elementi di rischio; nel caso di una nuova costruzione ad esempio vengono qui indicate le prescrizioni relative a eventuali linee aeree, falde, zone di rischio idrogeologico, pendii, linee sotterranee; oltre ai rischi specifici sono qui indicate delle prime indicazioni di sicurezza e prescrizioni organizzative per limitare l'impatto e il rischio nelle lavorazioni, con un grado di dettaglio significativo dovuto a studi già condotti in apposite schede di intervento.
10. Fattori esterni di rischio per il cantiere: come il rischio di investimento in cantieri stradali.
11. Rischi che le lavorazioni di cantiere comportano sull'area circostante: ad esempio, la produzione di rumori e polveri in prossimità di scuole o abitazioni; possono essere fornite delle indicazioni preliminari per la riduzione dell'impatto.
12. Descrizione delle caratteristiche idrogeologiche (raramente compilato);
13. Organizzazione del cantiere: vengono qui inseriti tutti gli apprestamenti di cantiere oltre alle misure di prevenzione e protezione nel montaggio e uso delle attrezzature di cantiere, con indicazioni specifiche per ogni attrezzatura;
14. Segnaletica generale di cantiere: indicazione dei segnali e del loro significato.

15. Lavorazioni e loro interferenze: partendo dal Computo Metrico Estimativo (CME), si individuano le fasi delle lavorazioni e i rischi ad esse connessi, segue un ordine cronologico e un'analisi delle fasi per capitoli (come allestimento del cantiere, realizzazione della recinzione, ...); vengono poi specificate le sottofasi, i lavoratori interessati, le misure preventive e protettive (aggiuntive a quelle dell'analisi dei rischi e specifiche della lavorazione), le macchine e gli attrezzi da utilizzare; talvolta sono presenti valutazioni preliminari del rischio (PxD). Per le voci relative al ponteggio, se è necessaria la redazione di un PiMUS le indicazioni possono essere qui più sintetiche.
16. Rischi individuati nelle lavorazioni e relative misure preventive e protettive: sulla base di una classificazione da normativa, prevede una valutazione di ogni rischio considerato non in relazione alla specifica lavorazione: per ogni rischio si individuano misure preventive e protettive di carattere generale, con eventuali specificazioni e prescrizioni esplicitate immediatamente dopo, per ogni lavorazione peculiare.
17. Analisi delle singole attrezzature usate dai lavoratori: con caratteristiche, rischi specifici e misure di prevenzione e protezione;
18. Analisi delle macchine usate dai lavoratori nelle singole lavorazioni: come sopra, ma per le macchine;
19. Potenza sonora di attrezzature e macchine: consente di definire l'impatto nella valutazione del rischio da rumore;
20. Coordinamento generale del PSC: parte dal Cronoprogramma e dal Layout di cantiere; il coordinamento delle fasi viene condotto sulla base delle interferenze temporali tra lavorazioni e degli accorgimenti da adottare per il coordinamento, svolto per ogni singola interferenza riscontrata, di cui si identificano le date presunte di interferenza, il numero di imprese coinvolte, le prescrizioni da adottare per rendere sostenibile la contemporaneità delle lavorazioni, la valutazione dei rischi trasmissibili nell'esecuzione contemporanea dei lavori e l'eventuale designazione di provvedimenti.
21. Coordinamento dell'uso comune di attrezzature, apprestamenti, infrastrutture, mezzi e servizi di protezione collettiva;
22. Modalità organizzative di cooperazione e coordinamento e reciproca informazione tra imprese e lavoratori autonomi: definisce le modalità di trasmissione delle informazioni tra i soggetti coinvolti (contenuti nel verbale e nelle riunioni di coordinamento);
23. Consultazione del RLS (Rappresentante dei Lavoratori in materia di Sicurezza): firma o presa visione.
24. Indicazione delle misure di primo soccorso e relativi addetti (che devono produrre i propri attestati nella documentazione di cantiere);
25. Conclusioni generali: con elenco di altri documenti - obbligatori e non - a corredo del PSC, come
- Cronoprogramma (All. A);
 - Analisi dei rischi (All. B): per ogni rischio elencato viene definito il calcolo della magnitudo, con un elenco delle attività e dei rischi associati ai valori di P, D e alla loro combinazione (ad esempio, $D3 \times P1 = 3$); se è prevista l'adozione di un provvedimento che riduce la fascia di gravità, esso va indicato esplicitamente nel documento.
 - Analisi dei costi (All. C): CME con voci di costo relative agli apprestamenti esclusivamente in materia di sicurezza (estintori, cassette di primo soccorso, linee vita, riunioni di coordinamento: si stima il tempo sottratto agli operai per partecipare alle riunioni invece di progredire nelle lavorazioni).
 - Layout di cantiere: almeno una tavola;
 - Fascicolo dell'opera.

Il P.O.S. (Piano Operativo di Sicurezza)

È redatto dalle imprese esecutrici e firmato dal Datore di Lavoro, dal RSPP... NON è un documento redatto da un tecnico abilitato; è bene venga firmato anche dal Rappresentante dei Lavoratori per la Sicurezza (RLS) per presa visione.

È un documento specifico per il singolo cantiere, necessario anche in assenza di un PSC: una volta compilato, lo si invia al CSE che redige il proprio PSC in accordo con il (o con i vari) POS, individuando i rischi - eventualmente risultanti da interferenze - e lavorando per abbattere il rischio. Il CSE poi invia il PSC alle imprese che potrebbero dover adeguare i propri POS, che vengono poi inviati nuovamente al CSE così da poter iniziare i lavori.

Il POS è in sostanza una valutazione dei rischi delle singole lavorazioni previste in cantiere, con l'obbligo di ridarli al minimo.

Contenuti minimi (d.lgs. 81/08)

- ID impresa, cantiere, lavorazioni in cantiere, addetti a specifiche mansioni (pronto soccorso, antincendio, emergenze, etc.), Direttore di Cantiere (figura apicale in cantiere dell'impresa) e Capocantiere, Preposto di cantiere (soggetto che impartisce ai lavoratori le disposizioni in cantiere - ad es. il caposquadra - e assume responsabilità in ambito di sicurezza).
- Descrizione delle attività da eseguirsi in cantiere, elenco delle opere provvisorie (con eventuale rimando al P_i MUS);
- Elenco delle sostanze e dei prodotti pericolosi in cantiere e relative schede di sicurezza;
- Esito del rapporto di valutazione del rumore;
- Individuazione delle misure preventive e protettive integrative al PSC;
- Elenco dei DPI (il cui verbale di consegna è tra i documenti di cantiere);
- Documentazione relativa a formazione e informazione fornita ai lavoratori occupati nel cantiere.

3 livelli: informazione: fornita con materiale informativo (opuscoli, video) senza contatto diretto con un formatore.

Il D.V.R. (Documento di Valutazione dei Rischi).

È un documento dell'impresa, valido per tutte le attività che l'impresa svolge o può svolgere (è quindi diverso dal POS, poiché è aspecifico).

formazione: c'è contatto diretto tra chi fornisce e chi riceve le informazioni, viene registrato e attestato.
addestramento: prevede anche un periodo di pratica (ad esempio per gruisti o addetti al montaggio dei ponteggi) e prevede il rilascio di una certificazione.

La Direttiva Macchine

(R. 2006/42 CE aggiornata con il R. 2023/1230 UE)

È una normativa di ambito europeo di riferimento per le macchine operatrici (non solo di cantiere ma anche industriali), viene aggiornato nel 2023 per l'incidenza dell'Intelligenza Artificiale (IA) e delle macchine a guida autonoma.

La direttiva del 2006 viene recepita in Italia con il d.lgs. 17/2010; è un insieme di regole per la salute e sicurezza nel progetto e nella costruzione di macchine definite dalla CE e rivolte ai costruttori di macchine, con l'obbligo di ^{obiettivi} formare le disposizioni di sicurezza per la commercializzazione sul mercato europeo.

Il suo campo di applicazione si estende alle attrezzature intercambiabili, ai componenti di sicurezza, agli accessori di sollevamento (non collegati alla macchina ma utili per il sollevamento), a funi e cinghie, -

Macchine: insieme equipaggiato o destinato ad equipaggiare un sistema di azionamento diverso della trazione umana o animale e dotato di almeno un elemento mobile.

Attrezzature intercambiabili: messa in opera dall'operatore dopo la messa in servizio della macchina per modificarne la funzione.

Quasi-macchine: insiemi che da soli non hanno un'applicazione ben determinata ma che sono - a meno di un componente specifico - una macchina.

La norma identifica evidentemente i soggetti con responsabilità in materia di sicurezza:

- **Fabbricante:** persona fisica/giuridica che progetta la macchina → è responsabile della sua conformità;
- **Mandatario:** riceve mandato dal fabbricante per gestire la documentazione nell'immissione sul mercato.

Entrambi sono obbligati prima dell'immissione sul mercato a redigere il fascicolo tecnico, la dichiarazione di conformità e di provvedere alla marcatura CE.

Fascicolo tecnico: documento preparato per ogni macchina (a disposizione, non a corredo), contiene la valutazione dei rischi che si generano in ogni fase del suo utilizzo.

La direttiva distingue tra due categorie di macchine:

- Quelle che possono essere autocertificate dal fabbricante, che rilascia la documentazione tecnica pertinente;
- Quelle che per la loro complessità devono essere certificate da Organismi Notificati Terzi, che valutano la documentazione tecnica pertinente e la macchina prima dell'immissione sul mercato.

L'esame di certificazione CE va ripetuto ogni 5 anni.

Il nuovo regolamento 2023/1230 — in pieno effetto a partire dal 2027 — introduce le seguenti novità:

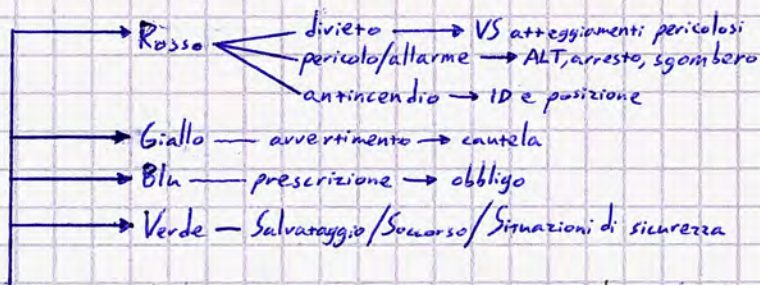
- Modifica la voce componente di sicurezza, includendo il software di controllo di macchine più complesse;
- Chi attua una modifica sostanziale a una macchina (anche a livello di software) è ritenuto un fabbricante e deve rilasciare una nuova dichiarazione di conformità UE;
- La valutazione dei rischi deve includere i requisiti relativi all'Intelligenza Artificiale, ovvero a macchine progettate per operare con un certo grado di autonomia (anche in relazione alla sicurezza informatica).

Segnaletica di Cantiere

Codificata nel d.lgs. 81/08 col compito di attirare rapidamente l'attenzione su oggetti o situazioni pericolose; INTEGRA le misure di sicurezza con funzione complementare.

I segnali devono essere posizionati in punti strategici del cantiere (non solo all'ingresso) seguendo le indicazioni del Coordinatore per la sicurezza. I segnali sono categorizzati convenzionalmente secondo 4 categorie:

- Divieto;
- Avvertimento;
- Prescrizione/Obbligo;
- Salvataggio/Soccorso.



Esistono più tipologie di segnale:

- Cartello: combinazione di forma geometrica - colore - simbolo/pittogramma, eventualmente posto su superficie luminosa;
- Segnale luminoso: elemento illuminato dall'interno (come i lampeggianti sulle macchine operatrici);
- Comunicazione verbale: frasi definite che implicano comportamenti;
- Segnale acustico: sonoro senza voce umana (es. per la marcia di macchine operatrici in cantiere);
- Segnale gestuale: gesti codificati, usati spesso per comunicare con chi manovra una grn.

La segnaletica di sicurezza è obbligatoria se i rischi non possono essere evitati.

Segnaletica punti pericolosi: con transenne per delimitare le aree con ostacoli; sono dotate di bande a 45° a fasce alternate (biancorosse o gialloverde).

Tra le prescrizioni per i segnali luminosi, il d.lgs. 81/08 afferma che il contrasto luminoso deve essere adeguato ma non tale da provocare abbagliamento; il colore inoltre deve essere uniforme.

I segnali acustici devono avere un livello sonoro superiore al rumore di fondo previsto; devono essere facilmente riconoscibili e codificati.

Le comunicazioni verbali, intercorse tra soggetto parlante e ascoltatore, possono essere dirette (soggetto parlante in cantiere) o indirette (voce registrata), con comunicazioni concordate in cantiere salvo forme intuitive a valenza generale (Via, ALT, Presto, Attra, Ferma, ...)

Segnale gestuale: codificato e comprensibile inequivocabilmente.

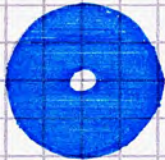
Tipologie di cartelli



Divieto: Pittogramma nero
Rosso $\geq 35\%$ superficie del cartello
Banda rossa a 45°



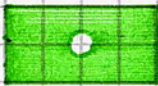
Avvertimento: Pittogramma nero
Giallo $\geq 50\%$ superficie
Bordo nero



Prescrizione: Pittogramma bianco
Blu $\geq 50\%$



Antincendio: Pittogramma bianco
Rosso $\geq 50\%$
Indica direzioni d'esodo o posizionamento di presidi



(Anche quadrato)

Salvataggio: Pittogramma bianco
Verde $\geq 50\%$
Indica direzioni d'esodo o posizioni di elementi e ambienti per la sicurezza.

27.05.2024 - Fine

Laboratorio di Organizzazione del Cantiere

Prof. Claudio Scognamiglio

12.06.2024 - 30L