

# StuDocu.com

Appunti - tutte le lezioni - Cantieri di infrastrutture - a.a  
2015/2016

Cantieri di infrastrutture (Politecnico di Milano)

Dispensa

# Cantieri di Infrastrutture

Corso di Cantieri di Infrastrutture  
G. Oliva  
A.C. 2015-2016

Daide Zirotti

# INDICE

<b>1. Introduzione</b>	<b>1</b>
1.1.1 Schematizzazione del cantiere	1
1.1.2 Filiera degli affidamenti in cantiere	1
<b>2. Sicurezza nei cantieri</b>	<b>2</b>
2.1 Formazione generale	2
2.1.1 Riduzione del rischio	2
2.1.2 Organigramma aziendale per la sicurezza	3
2.1.3 Committente e le figure di riferimento	5
2.1.4 Procedura ispettiva	6
2.1.5 Responsabilità civile e penale	6
2.1.6 Tutela assicurativa	7
2.2 Formazione specifica	7
2.2.1 Segnaletica di sicurezza	7
2.2.2 Tipologie di rischio	9
2.2.3 Dispositivi di Protezione Individuale	15
2.2.4 Macchine e attrezzature	15
2.2.5 Luogo di lavoro	16
2.2.6 Piano di emergenza	17
<b>3. Cenni di normativa</b>	<b>18</b>
3.1 Normativa sui lavori pubblici	18
3.1.1 Progetto di un'opera pubblica	18
3.1.2 Figure protagoniste nei lavori pubblici	19
3.1.3 Ufficio della Direzione Lavori	20
3.1.4 Impresa appaltatrice - affidataria	20
3.1.5 Organo di collaudo	21
3.2 Normativa sull'ambiente	21
3.2.1 Deposito temporaneo	22
3.2.2 Classificazione dei rifiuti	22
3.2.3 Risorse idriche e scarichi	22
3.2.4 Emissioni in atmosfera	23
3.2.5 Emissioni sonore	23
3.3 Normativa sulla sicurezza	23
3.3.1 Coordinatore della sicurezza per la progettazione (CSP)	24
3.3.2 Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC)	24
3.3.3 Coordinatore della Sicurezza in fase di Esecuzione	25
3.3.4 Piano Operativo di Sicurezza (POS)	26

4. 27

5. **Lavorazioni**

28

5.1 Segnaletica su strada

28

5.1.1 Analisi dei rischi

28

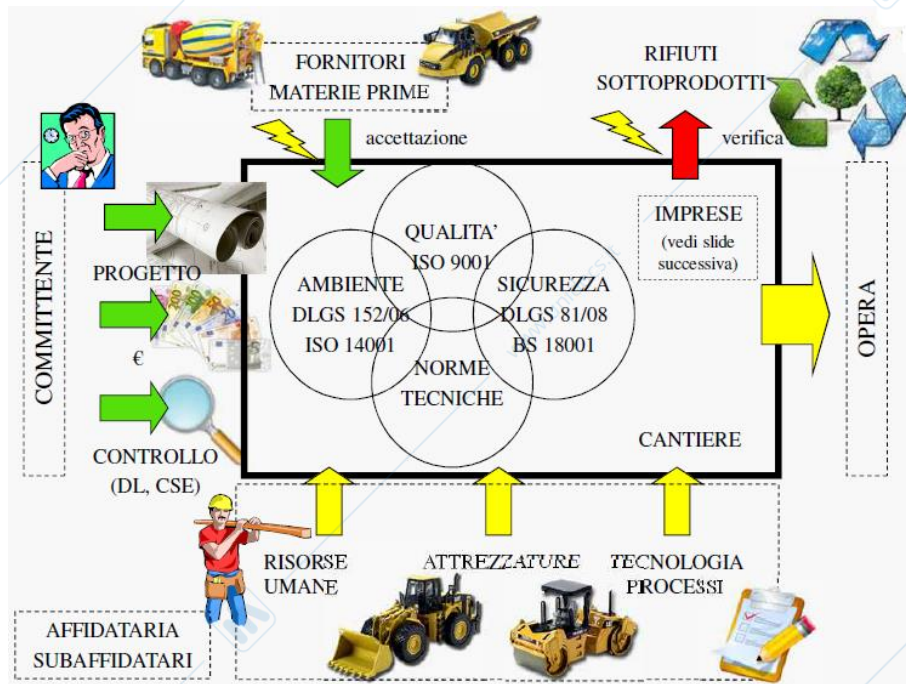
5.1.2 Segnalamento

29

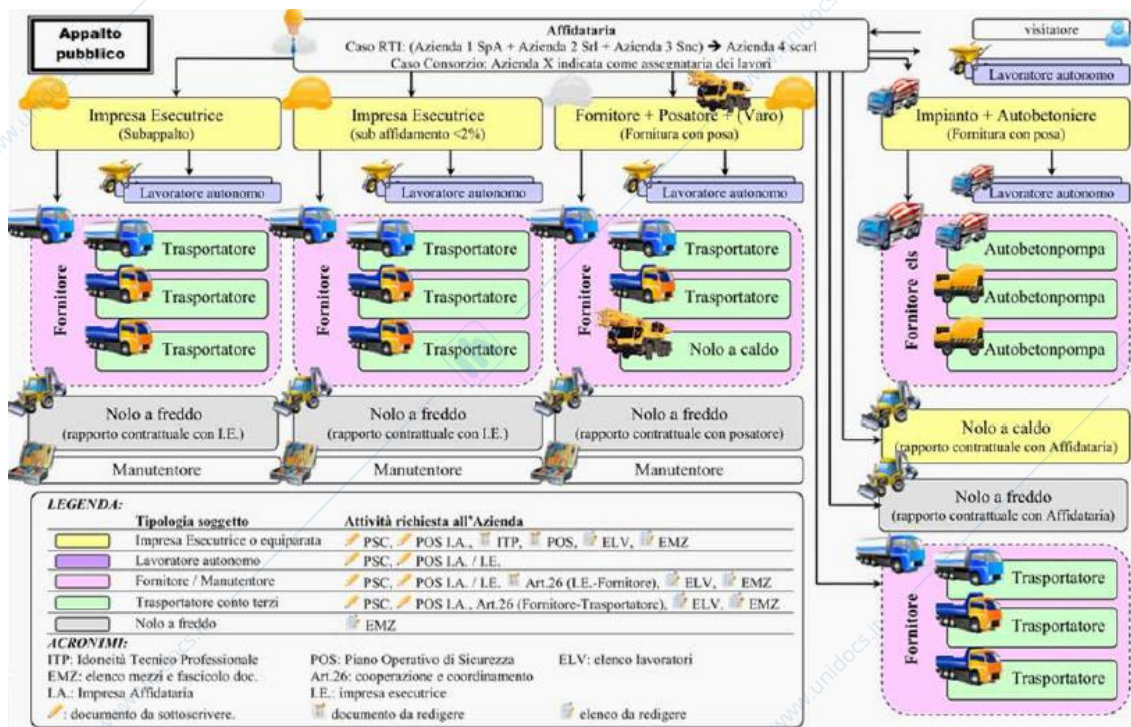


# 1. INTRODUZIONE

## 1.1.1 Schematizzazione del cantiere



## 1.1.2 Filiera degli affidamenti in cantiere



## 2. SICUREZZA NEI CANTIERI

### 2.1 Formazione generale

- **Pericolo** Proprietà o qualità intrinseca di un determinato fattore avente il potenziale di causare danni
- **Danno** Qualunque conseguenza negativa non desiderata derivante ad un bene o alla salute umana
- **Rischio** Probabilità di raggiungimento del livello potenziale di danno nelle condizioni di impiego o di esposizione ad un determinato fattore o agente oppure alla loro combinazione

#### Esistenza di una sorgente di pericolo

#### Possibilità che essa possa arrecare un danno

Il rischio è definito dal prodotto della frequenza di accadimento (probabilità) e della gravità delle conseguenze (magnitudo):

$$R = P \cdot D$$

① RISCHIO		✖ Probabilità di accadimento			
		1-Improbabile	2-Poco prob	3-Probabile	4-Altam.te prob
danno	1-Lieve	1	2	3	4
	2-Medio	2	4	6	8
	3-Grave	3	6	9	12
	4-Grav.mo	4	8	12	16

	Rischio basso Azione entro 1 anno		Rischio medio Azione entro 6 mesi		Rischio alto Azione entro 3 mesi		Rischio altissimo Azione immediata
---	---	---	---	--	--	---	---------------------------------------

- **Prevenzione** Complesso delle disposizioni o misure necessarie anche secondo la particolarità del lavoro, l'esperienza e la tecnica, per evitare o diminuire i rischi professionali nel rispetto della salute della popolazione e dell'integrità dell'ambiente esterno
  - Informazione, Formazione e addestramento del personale
  - Adozione di comportamenti e procedure operative adeguate
- **Protezione** Complesso delle disposizioni o misure necessarie per evitare o diminuire i danni alla salute dei lavoratori, una volta che si è manifestato l'evento negativo
  - D.P.I,

#### 2.1.1 Riduzione del rischio

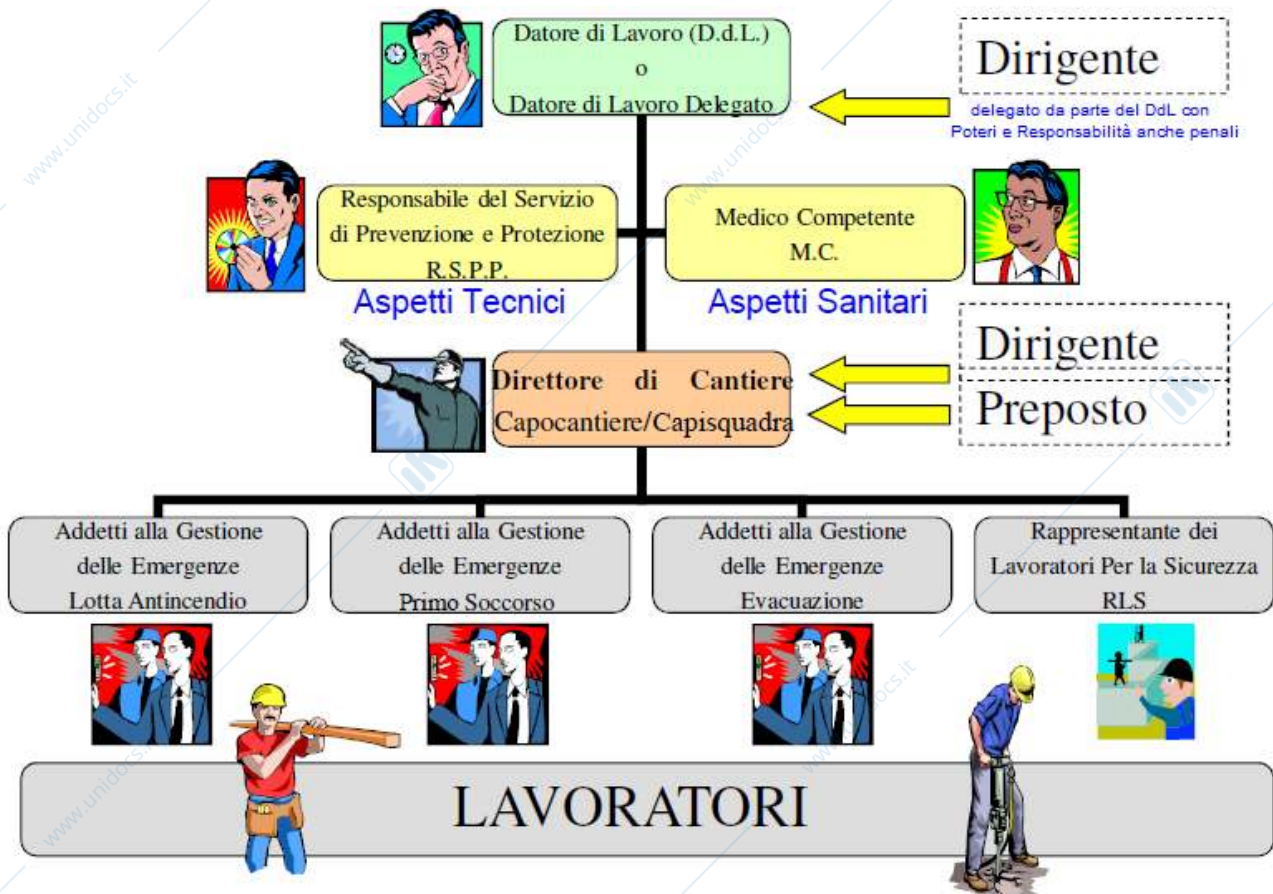
**Rischio tollerabile** rischio non significativo o accettabile

**Rischio residuo** rischio non ulteriormente riducibile o annullabile

- Valutazione di tutti i rischi per la salute e la sicurezza

- Valutazione della sua probabilità e del suo potenziale danno atteso
- Definizione della tempistica di intervento in relazione alla gravità del rischio
  - Eliminazione dei rischi in base al progresso tecnico
  - Riduzione dei rischi alla fonte
  - Limitazione al minimo del numero dei lavoratori esposti al rischio
  - Priorità delle misure di protezione collettiva rispetto a quelle individuali

## 2.1.2 Organigramma aziendale per la sicurezza



- **Datore di lavoro** Colui che ha stipulato il contratto di lavoro con il lavoratore  
Colui che, per il principio di effettività, ricopre tale funzione, avendone nella sostanza ed esercitandone nella pratica i poteri decisionali e di spesa
  - Nomina il Medico Competente
  - Designa i lavoratori incaricati della prevenzione e lotta agli incendi, evacuazione, salvataggio, primo soccorso e gestione dell'emergenza
  - Fornisce i DPI necessari
  - Predisporre il controllo degli accessi per il personale qualificato
  - Invia i lavoratori alla visita medica entro le scadenze previste

- Adempie agli obblighi di formazione e addestramento
  - Prende provvedimenti per evitare che le misure tecniche adottate possano causare rischi per la salute o l'ambiente
  - Comunica a INAIL e IPSEMA eventuali infortuni sul lavoro
  - Controlla il Responsabile dei Lavoratori per la Sicurezza (RLS)
  - Munisce i lavoratori di apposita tessera di riconoscimento
  - Vigila sul rispetto delle prescrizioni della sorveglianza sanitaria
- **Dirigente**

Persona che, in ragione delle competenze professionali e di poteri gerarchici e funzionali adeguati alla natura dell'incarico conferitogli, attua le direttive del datore di lavoro organizzando l'attività lavorativa e vigilando su di essa

    - Rappresenta completamente il Datore di Lavoro assumendone tutti gli obblighi e le responsabilità (delega di funzioni)
- **Preposto**
    - Sovrintende e vigila sull'osservanza dei singoli lavoratori agli obblighi di legge
    - Verifica gli accessi dei lavoratori alle zone a rischio
    - Segnala deficienze dei mezzi, delle attrezzature e dei DPI
    - Frequenta appositi corsi di formazione
- **Responsabile del Servizio di Protezione e Prevenzione**
    - Individua e valuta i fattori di rischio
    - Elabora le misure preventive e protettive e i sistemi di controllo
    - Elabora le procedure di sicurezza per le varie attività
    - Propone programmi di informazione e formazione ai lavoratori
- **Medico Competente**
    - Collabora con DdL e RSPP alla valutazione dei rischi
    - Programma ed effettua la sorveglianza sanitaria
    - Istituisce, aggiorna e custodisce una cartella sanitaria e di rischio per ogni lavoratore
    - Comunica a DdL, RSPP e RLS i risultati anonimi collettivi della sorveglianza sanitaria
    - Visita gli ambienti di lavoro almeno una volta all'anno
- **Responsabile dei Lavoratori per la Sicurezza**
    - Accede ai luoghi di lavoro in cui si svolgono le lavorazioni

- È consultato nella valutazione e individuazione dei rischi e nella programmazione, realizzazione e verifica della prevenzione
- È consultato per la designazione degli addetti alla sicurezza
- È consultato in merito all'organizzazione della formazione
- Promuove l'elaborazione, individuazione e attuazione delle misure di prevenzione
- Avverte il responsabile della azienda dei rischi individuati
- Può fare ricorso alle autorità competenti qualora le misure di prevenzione e protezione dai rischi adottate non siano idonee
- **Lavoratori**
  - Contribuiscono all'adempimento degli obblighi previsti a tutela della salute e sicurezza
  - non rimuovere o modificare senza autorizzazione i dispositivi di sicurezza o di segnalazione o di controllo

## Delega di funzioni

La delega di funzioni deve avere i seguenti **requisiti**:

- Effettuata con atto scritto recante data certa (bollo, PEC, atto notarile, timbro postale...)
- Il delegato deve possedere tutti i requisiti di professionalità ed esperienza richiesti
- Devono essere trasferiti al delegato tutti i poteri di organizzazione, gestione e controllo
- Deve essere attribuito al delegato l'autonomia di spesa
- Deve essere accettata dal delegato per iscritto

La delega **non è prevista** per:

- Nomina del RSPP
- Redazione del Documento di Valutazione dei Rischi (DVR)

La subdelega è possibile solo a patto che siano verificati i requisiti analoghi alla delega e vi sia una **specificità delle funzioni subdelegate**.

### 2.1.3 Committente e le figure di riferimento

Il committente nomina:

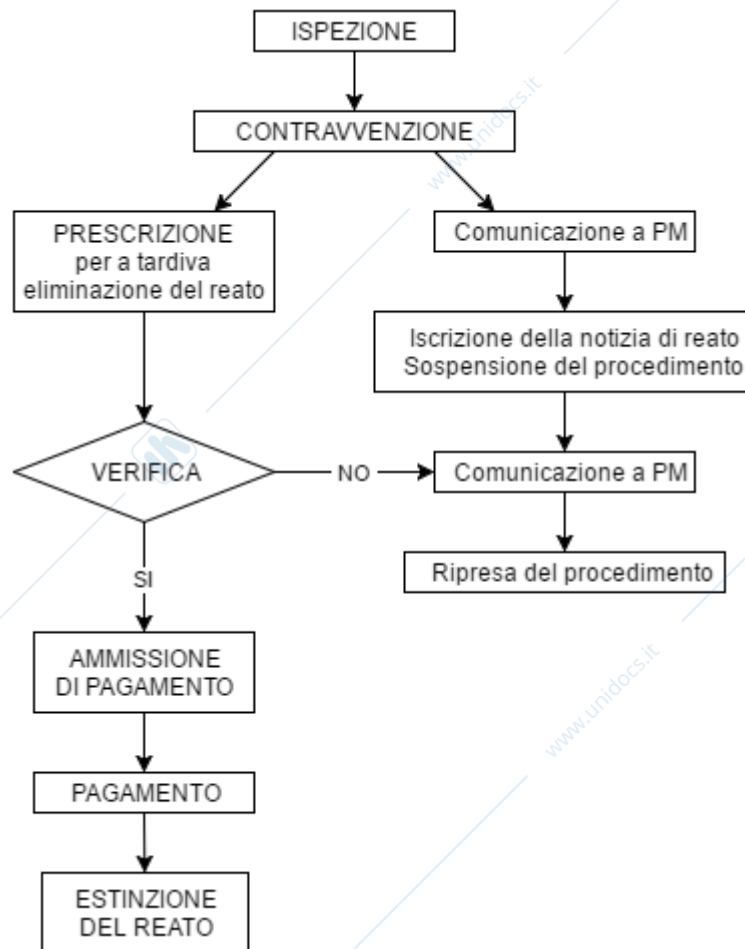
- Progettista
- Ufficio della Direzione lavori
  - Direttore dei Lavori
  - Direttori Operativi
  - Ispettori di Cantiere

- Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione
- Collaudatore statico/tecnico e amministrativo

Il Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione nel caso di Lavori Privati non è individuato all'interno dell'Ufficio della Direzione Lavori.

### 2.1.4 Procedura ispettiva

Gli organi di vigilanza (ASL, DPL, VVFF) sono titolari anche di funzioni e poteri di **Polizia Giudiziaria**



### 2.1.5 Responsabilità civile e penale

- **Responsabilità civile extra-contrattuale**  
Qualunque fatto doloso o colposo, che cagiona ad altri un danno ingiusto, obbliga colui che ha commesso il fatto a risarcire il danno.
- **Responsabilità civile contrattuale**  
La prestazione convenuta tra le parti del contratto non viene adempiuta secondo le modalità convenute (es. tempo, luogo, oggetto, ecc.).

- **Responsabilità civile pre-contrattuale**

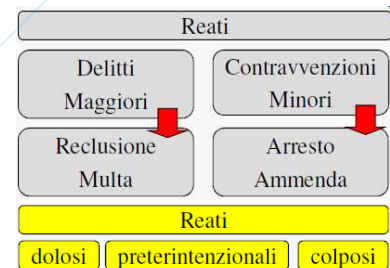
Le parti, nello svolgimento delle trattative e nella formazione del contratto, devono comportarsi secondo buona fede.

- **Responsabilità penale**

La responsabilità penale è personale e scaturisce quando il soggetto commette un reato, ovvero un fatto illecito, al quale l'ordinamento giuridico collega come conseguenza una sanzione penale.

## Classificazione dei reati

Secondo la **gravità** i reati si classificano in **delitti** e **contravvenzioni**, puniti rispettivamente con **reclusione e multa** o con **arresto e ammenda**.



Secondo l'**intenzione** i reati si classificano in **dolosi**, **preterintenzionali** e **colposi**.

- **Reato doloso o secondo l'intenzione**

quando l'evento dannoso o pericoloso, che è il risultato dell'azione od omissione e da cui la legge fa dipendere l'esistenza del delitto, è preveduto dall'agente e da questi consapevolmente voluto come conseguenza della propria azione od omissione.

- **Reato preterintenzionale o oltre l'intenzione**

quando dall'azione od omissione deriva un evento dannoso o pericoloso più grave di quello voluto dall'agente.

- **Reato colposo o contro l'intenzione**

quando l'evento, anche se preveduto, non è voluto dall'agente e si verifica a causa di negligenza imprudenza o imperizia (colpa generica) ovvero per inosservanza di leggi regolamenti ordini o discipline (colpa specifica).

### 2.1.6 Tutela assicurativa




L'assicurazione solleva l'assicurato da ogni **responsabilità di natura civile** per comportamenti negligenti od omissioni nell'ambito delle condizioni specifiche di polizza (tipo di rischio, massimale, franchigia...).

La **tutela legale** è un'assicurazione che solleva l'assicurato dalle somme che deve pagare per sostenere il procedimento giudiziario.

## 2.2 Formazione specifica




### 2.2.1 Segnaletica di sicurezza

- Colori
  - **Rosso** Divieto, Pericolo, Allarme Incendio
  - **Giallo** Avvertimento




- **Blu** Obbligo, Prescrizione
- **Verde** Salvataggio, Soccorso
- **Forme**
  -  Pericolo
  -  Obbligo, Divieto
  -  Informazione

## Segnaletica gestuale

Per comunicare informazioni quando è presente la **reciproca visibilità**.

A. Gestì generali		
Significato	Descrizione	Figura
<b>INIZIO</b> Attenzione Presa di comando	Le due braccia sono aperte in senso orizzontale, le palme delle mani rivolte in avanti	
<b>ALT</b> Interruzione Fine del movimento	Il braccio destro è teso verso l'alto, con la palma della mano destra rivolta in avanti	
<b>FINE</b> delle operazioni	Le due mani sono giunte all'altezza del petto	


  

B. Movimenti verticali		
Significato	Descrizione	Figura
<b>SOLLEVARE</b>	Il braccio destro, teso verso l'alto, con la palma della mano destra rivolta in avanti, descrive lentamente un cerchio	
<b>ABBASSARE</b>	Il braccio destro, teso verso il basso, con la palma della mano destra rivolta verso il corpo, descrive lentamente un cerchio	
<b>DISTANZA VERTICALE</b>	Le mani indicano la distanza	

### C. Movimenti orizzontali

Significato	Descrizione	Figura
<b>AVANZARE</b>	Entrambe le braccia sono ripiegate, le palme delle mani rivolte all'indietro; gli avambracci compiono movimenti lenti in direzione del corpo	
<b>RETROCEDERE</b>	Entrambe le braccia piegate, le palme delle mani rivolte in avanti; gli avambracci compiono movimenti lenti che s'allontanano dal corpo	
<b>A DESTRA</b> rispetto al segnalatore	Il braccio destro, teso più o meno lungo l'orizzontale, con la palma della mano destra rivolta verso il basso, compie piccoli movimenti lenti nella direzione	
<b>A SINISTRA</b> rispetto al segnalatore	Il braccio sinistro, teso più o meno in orizzontale, con la palma della mano sinistra rivolta verso il basso, compie piccoli movimenti lenti nella direzione	
<b>DISTANZA ORIZZONTALE</b>	Le mani indicano la distanza	

### D. Pericolo

Significato	Descrizione	Figura
<b>PERICOLO</b> Alt o arresto di emergenza	Entrambe le braccia tese verso l'alto; le palme delle mani rivolte in avanti	
<b>MOVIMENTO RAPIDO</b>	I gesti convenzionali utilizzati per indicare i movimenti sono effettuati con maggiore rapidità	
<b>MOVIMENTO LENTO</b>	I gesti convenzionali utilizzati per indicare i movimenti sono effettuati molto lentamente	


## 2.2.2 Tipologie di rischio

### Rischio chimico

Sull'etichetta è riportato:

- Nome, indirizzo e altri dati del produttore o del commerciante
- Nome del prodotto e composizione
- Simboli di pericolo, frasi di rischio (frasi H\*\*\*) e consigli di prudenza (frasi P\*\*\*\*) all'impiego e manipolazione

I prodotti chimici e le sostanze pericolose devono essere accompagnate obbligatoriamente dalla **scheda di sicurezza** che contiene le informazioni necessarie a tutelare la salute e la sicurezza degli operatori e dell'ambiente durante il lavoro.

	<b>CORROSIVO</b> può esercitare su di essi un'azione corrosiva a contatto con i tessuti vivi e altri materiali.		<b>T: TOSSICO</b> <b>T+: ALTAMENTE TOSSICO</b> può comportare rischi gravi/estremamente gravi ed anche la morte.
	<b>Xn: NOCIVO</b> può comportare rischi di gravità limitata <b>Xi: IRRITANTE.</b> può produrre infiammazione della pelle e delle mucose.		<b>F: FACILMENTE INFIAMMABILE</b> <b>F+: ALTAMENTE INFIAMMABILE</b> può essere facilmente/molto facilmente infiammabile.
	<b>E: ESPLOSIVO</b> può esplodere per effetto di un innesco (fiamma, calore, urto o attrito).		<b>O: COMBURENTE</b> può alimentare un incendio (per esempio ossigeno).
	<b>N: PERICOLOSO PER L'AMBIENTE</b> può essere pericolosa per l'ambiente, se sversata nello stesso o non correttamente trattata come rifiuto.		

## Rischio di stress lavoro-correlato

Con stress lavoro correlato si intende quello stato d'animo che in ambito lavorativo si viene a creare nel lavoratore per la **necessità di affrontare un evento particolare** come può essere:

- La gestione quotidiana degli impegni lavorativi
- Incapacità di comunicazione da parte del management
- Ricoprire un ruolo inadatto alle proprie capacità e inclinazioni
- Lavorare in un ambiente dove le attrezzature risultano non idonee allo scopo
- Il mobbing
- Eccessiva focalizzazione dell'azienda solo sugli obiettivi da raggiungere;
- Attrito o incapacità di comunicazione con i colleghi

## Rischio elettrico

Rischio di natura elevata in quanto gli esiti dell'infortunio possono essere mortali.

Il rischio elettrico è legato alla **fulminazione** per contatto diretto o indiretto e al rischio di **incendio** o **esplosione** per errato funzionamento dell'impianto.

- Impianti elettrici di messa a terra;
- Impianti di protezione contro le scariche atmosferiche;
- Impianti elettrici in luoghi con rischio di esplosione;

- Impianti in luoghi di lavoro.

La messa in esercizio avviene dopo la verifica effettuata dall'installatore che rilascia la **dichiarazione di conformità**.

Le verifiche all'impianto devono essere effettuate con periodicità **biennale** o **quinquennale**.

L'impianto è formato da:

- **Quadri** e sottoquadri elettrici ASC (Apparecchiature di Serie per Cantieri)
- **Cavi elettrici**
  - Posa fissa aerea (PFA)
 

PFA.1	in tubi protettivi e canali
PFA.2	con protezione meccanica
  - Posa fissa interrata (PFI)
 

PFI.1	in tubi protettivi e canali
PFI.2	con protezione meccanica
  - Posa mobile (PM)
- **Spine e prese** di tipo industriale
  - Blu da 220 a 250 v
  - Rosso da 380 a 480 v

Il **grado di protezione** è definito dal **codice IP** (International Protection) composto dalla sigla IP seguita da 2 cifre (IP##):

- **Prima cifra** protezione contro il contatto di corpi solidi esterni e contro l'accesso a parti pericolose.
 

IP0#	nessuna protezione contro i corpi solidi esterni
IP1#	protetto contro l'accesso con il dorso della mano (50 mm)
.....	
IP6#	totalmente protetto contro la polvere
- **Seconda cifra** protezione contro la penetrazione dei liquidi.
 

IP#0	nessuna protezione
.....	
IP#8	protetto contro gli effetti della sommersione

## Rischio rumore

La perdita di udito derivante da esposizione al rumore è progressiva e si sviluppa nel corso di cinque-dieci anni.

- < 80 dB(A) nessun problema

- 80 ÷ 85 dB(A) attenzione soggetti predisposti (sorveglianza sanitaria volontaria)
- 85 ÷ 87 dB(A) attenzione per tutti i soggetti (sorveglianza sanitaria obbligatoria)
- > 87 dB(A) danni permanenti per piccole esposizioni (non è possibile andare)

La rumorosità è intesa dopo l'attenuazione dei **DPI**, in quanto le lavorazioni in cantiere possono raggiungere i 90 ÷ 100 dB(A).

I **sintomi** di perdita di capacità uditiva sono fischi acuti e ronzii, lieve mal di testa, sensazione di orecchio pieno, senso di fatica ed intontimento.

## Rischio vibrazioni

I disturbi legati all'esposizione alle vibrazioni sono progressivi e si sviluppano nel corso di cinque-dieci anni.

	Sistema mano-braccio	Corpo intero
<b>Valore di azione A(8)</b>	$2,5 \frac{m}{s^2}$	$0,5 \frac{m}{s^2}$
<b>Valore limite esposizione A(8)</b>	$5,0 \frac{m}{s^2}$	$1,15 \frac{m}{s^2}$

I **sintomi** legati all'esposizione alle vibrazioni sono, per il **sistema mano-braccio**, disturbi neurologici e circolatori e lesioni osteoarticolari a carico degli arti superiori e, per il **corpo intero**, disturbi legati a lombalgie, lombosciatalgie, spondiloartrosi e discopatie.

## Movimentazione Manuale dei Carichi (MMC)

Per movimentazione manuale dei carichi si intendono le **operazioni di trasporto o di sostegno di un carico** ad opera di uno o più lavoratori.

- Peso del carico
- Dimensioni, forma e caratteristiche del carico
- Altezza di sollevamento del carico
- Distanza da percorrere
- Tipo di mansione svolta (temporanea o ripetitiva)
- Frequenza giornaliera dei sollevamenti di carico;

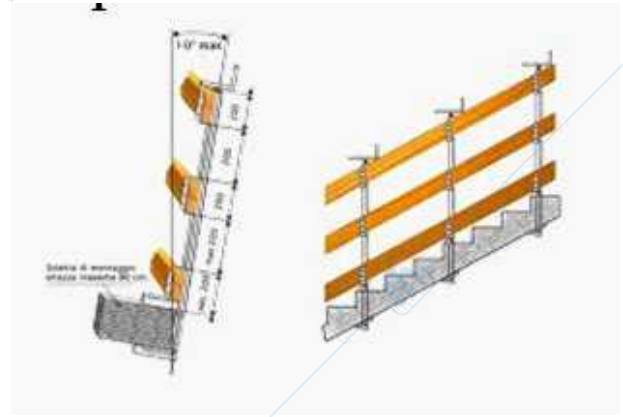
## Caduta dall'alto

La caduta dall'alto è conseguente alla perdita di stabilità dell'equilibrio di una persona che può comportare la caduta libera da un piano di lavoro posto in quota ad un altro posto a quota inferiore.

Per **lavoro in quota** si intende un'attività lavorativa che espone il lavoratore al rischio di caduta da una quota posta ad **altezza superiore a 2,00 m** rispetto ad un piano stabile.

Qualora non sia possibile utilizzare DPC (parapetti), i lavoratori devono utilizzare sistemi di protezione individuale correttamente dimensionati e installati (**linee vita e imbragature di sicurezza**).

I parapetti sono formati da **correnti** in legno tenero (2,5 x 10 x 400 cm) e **montanti** (guardiacorpo), da disporre non oltre il passo massimo (150 - 160 cm) per evitare la flessione e rottura dei correnti stessi.



## Caduta nelle aperture

Le aperture presenti nei solai o nelle piattaforme di lavoro, con **profondità superiore a 50 cm**, devono essere circondate da parapetto con tavola fermapiEDE oppure devono essere coperte con tavolato solidamente fissato e di resistenza non inferiore a quella del piano di calpestio dei ponti di servizio (tavole da ponte).

## Rischio di investimento

Il rischio di investimento può essere creato da:

- Automezzi esterni al cantiere (traffico stradale)
- Mezzi d'opera circolanti sulle piste di cantiere
- Mezzi d'opera impegnati nella lavorazione con personale a terra

Nel caso in cui percorsi carrabili e pedonali non siano separabili è necessario predisporre un **franco di 70 cm** su entrambi i lati oltre la sagoma del mezzo oppure **nicchie ogni 20 m** se è presente solo un franco di 70 cm.

I luoghi di transito non devono essere scivolosi, con ostacoli, con buche o terreno sconnesso né mal illuminati.

I passaggi pedonali devono avere **larghezza di 60 cm** se percorsi senza utensili e **120 cm** se percorsi con utensili.

## Rischio fisico

**Urti, colpi, impatti, compressioni, lacerazioni agli arti superiori e inferiori** nell'utilizzo di attrezzature di lavoro o per la **caduta di materiale di lavoro**.

- Utilizzo delle attrezzature di lavoro conformemente alle indicazioni del costruttore
- Esecuzione delle fasi di lavorazione nel rispetto delle previsioni cronologiche e metodologiche attentamente studiate a priori

- Attenzione e la concentrazione nell'esecuzione delle lavorazioni
- Mantenere tutti i carter di protezione chiusi. Nessun organo in movimento deve essere accessibile
- Utilizzo di guanti e scarpe antinfortunistiche per rischio meccanico

### Alte e basse temperature.

- Utilizzo di indumenti di lavoro adeguati alle condizioni meteorologiche
- Esecuzione delle lavorazioni nelle fasce orarie più favorevoli
- Turnazione del personale
- Utilizzo di guanti e scarpe per rischio termico

**Caduta di oggetti dall'alto**, presenza di **carichi sospesi**, proiezione di **schegge e schizzi** (anche incandescenti).

- Utilizzo di attrezzature di lavoro regolamentari
- allontanamento del personale da zone soggette al pericolo
- Utilizzo di elmetto/casco, guanti per rischio meccanico, scarpe antinfortunistiche per rischio meccanico e occhiali/visiere per la protezione della vista e del volto.

### Rischio incendio e esplosione

La presenza di sostanze combustibili, unita alla presenza di sostanze comburenti, e la presenza di sostanze a rischio di esplosione possono generare il rischio di incendio o esplosione.

La prevenzione è possibile attraverso il corretto stoccaggio e conservazione delle sostanze.

La protezione è data da:

- Apprestamenti antincendio;
- Murature, porte REI, compartimentazione;
- Personale formato alla lotta antincendio

- **Aziende con rischio elevato** uffici con > 1000 *dip*, cantieri per la costruzione, manutenzione e riparazione di opere in sotterraneo o dove è previsto l'uso di esplosivi
- **Aziende con rischio medio** cantieri ove si detengono ed impiegano sostanze infiammabili e si fa uso di fiamme libere, esclusi quelli interamente all'aperto
- **Aziende con rischio basso** cantieri interamente all'aperto senza uso di sostanze infiammabili e uso di fiamme libere, uffici.



- **Attrezzatura di lavoro**  
qualsiasi macchina, apparecchio, utensile o impianto, inteso come il complesso di macchine, attrezzature e componenti necessari all'attuazione di un processo produttivo, destinato ad essere usato durante il lavoro.
- **Uso di una attrezzatura di lavoro**  
qualsiasi operazione lavorativa connessa ad una attrezzatura di lavoro, quale la messa in servizio o fuori servizio, l'impiego, il trasporto, la riparazione, la trasformazione, la manutenzione, la pulizia, il montaggio, lo smontaggio.
- **Lavoratore esposto**  
qualsiasi lavoratore che si trovi interamente o in parte in una zona pericolosa (zona a rischio in prossimità dell'attrezzatura).

Le attrezzature di lavoro devono essere sottoposte a:

- Verifica "di prima messa in servizio" da parte dell'INAIL
- Verifica "periodica" da parte dell'ASL (annuale o biennale)
- Controllo delle condizioni di installazione in ogni cantiere dopo ogni montaggio da parte di persona competente
- Interventi di controlli periodici da parte di persona competente
- Interventi di controllo straordinari a seguito di riparazioni, incidenti, periodi prolungati di inattività da parte di persona competente

Per l'utilizzo di macchine e attrezzature è necessario un apposito **corso di formazione** composto da:

- Modulo giuridico normativo
- Modulo tecnico
- Modulo pratico
- Aggiornamento periodo

I documenti relativi alle attrezzature di lavoro sono:

- **Manuale di Uso e Manutenzione** da conservare insieme con l'attrezzatura
- **Certificato di Conformità CE**
- **Registro di Controllo** in cui sono registrati i controlli periodici e straordinari
- **Documento di Controllo** che attesta l'esecuzione dei controlli periodici e straordinari

### 2.2.5 Luogo di lavoro

È un "luogo di lavoro" qualunque **spazio destinato a ospitare posti di lavoro**, ubicati all'interno dell'azienda o dell'unità produttiva, nonché ogni altro luogo di pertinenza dell'azienda o dell'**unità produttiva accessibile al lavoratore nell'ambito del proprio lavoro**.

I valori relativi al **microclima** e all'**illuminazione** all'interno di uffici sono riassunti nella tabella:

	<b>Inverno</b>	<b>Estate</b>
<b>Microclima</b>	$T = 20 \pm 2^{\circ}C$ $U_R = 35 \div 45\%$	$T = 26^{\circ}C$ $U_R = 50 \div 60\%$
<b>Illuminazione</b>	300 ÷ 500 lux	

### 2.2.6 Piano di emergenza

Il PdE deve essere redatto per ogni luogo di lavoro, fatti salvi i luoghi non soggetti al controllo dei VV.FF. con meno di 10 dip occupati, e contiene:

- Doveri del personale di servizio con riferimento alla sicurezza antincendio
- Doveri del personale cui sono affidate particolari responsabilità in caso di incendio
- Provvedimenti necessari per informare il personale sulle procedure da attuare
- Specifiche misure da porre in atto nei confronti dei lavoratori esposti a rischi particolari
- Specifiche misure per le aree ad elevato rischio di incendio
- Procedure per la chiamata dei vigili del fuoco

## 3. CENNI DI NORMATIVA

### 3.1 Normativa sui lavori pubblici

- **D.Lgs. 12.04.2006 n. 163**

Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture

- Parte I Principi e disposizioni comuni e contratti esclusi in tutto o in parte dall'ambito di applicazione del codice
- Parte II Contratti pubblici relativi a lavori, servizi, forniture nei settori ordinari
- Parte III Contratti pubblici di lavori, servizi, forniture nei settori speciali
- Parte IV Contenzioso
- Parte V Disposizioni di coordinamento, finali e transitorie - abrogazioni
- Allegati

- **D.P.R. 05.10.2010 n. 207**

Regolamento di esecuzione ed attuazione del D. Lgs. 12.04.2006 n. 163

Per **lavori pubblici** si intendono le attività di costruzione, demolizione, recupero, ristrutturazione, restauro e manutenzione di opere ed impianti, anche di presidio e difesa ambientale e di ingegneria naturalistica, affidate DA:

- Amministrazioni dello Stato, anche ad ordinamento autonomo;
- Enti pubblici, compresi quelli economici;
- Enti e Amministrazioni locali, loro associazioni e consorzi;
- Organismi di diritto pubblico;
- Concessionari di lavori pubblici;
- Concessionari di esercizio di infrastrutture destinate al pubblico servizio;
- Società con capitale pubblico, in misura anche non prevalente, che abbiano ad oggetto della propria attività la produzione di beni o servizi non destinati ad essere collocati sul mercato in regime di libera concorrenza;
- Soggetti privati, per lavori civili relativi a costruzioni stradali, ospedali, impianti sportivi, ricreativi e per il tempo libero, edifici scolastici ed universitari, edifici destinati a scopi amministrativi ed edifici industriali, di importo superiore a 1 milione di Euro, per la cui realizzazione sia previsto, da parte di soggetti pubblici, un contributo che superi il 50% dell'importo dei lavori.

#### 3.1.1 Progetto di un'opera pubblica

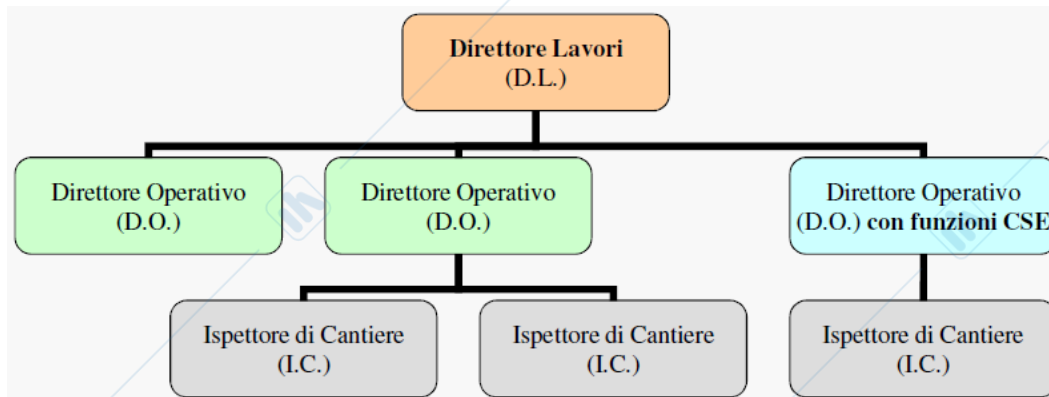
- **Studio di fattibilità**
- **Disposizioni preliminari per la progettazione dei lavori e norme tecniche**

- **Progetto preliminare** Definisce le caratteristiche qualitative e funzionali dei lavori, il quadro delle esigenze da soddisfare e delle specifiche prestazioni da fornire nel rispetto delle indicazioni del documento preliminare alla progettazione; evidenzia le aree impegnate, le relative eventuali fasce di rispetto e le occorrenti misure di salvaguardia, nonché le specifiche funzionali ed i limiti di spesa delle opere da realizzare.
- **Progetto definitivo** È redatto sulla base delle indicazioni del progetto preliminare approvato e di quanto emerso in sede di eventuale conferenza di servizi contiene tutti gli elementi necessari ai fini dei necessari titoli abilitativi, dell'accertamento di conformità urbanistica o di altro atto equivalente; inoltre sviluppa gli elaborati grafici e descrittivi nonché i calcoli ad un livello di definizione tale che nella successiva progettazione esecutiva non si abbiano significative differenze tecniche e di costo.
- **Progetto esecutivo** Costituisce la ingegnerizzazione di tutte le lavorazioni e, pertanto, definisce compiutamente ed in ogni particolare architettonico, strutturale ed impiantistico l'intervento da realizzare. Restano esclusi soltanto i piani operativi di cantiere, i piani di approvvigionamenti, nonché i calcoli e i grafici relativi alle opere provvisori. Il progetto è redatto nel pieno rispetto del progetto definitivo.

### 3.1.2 Figure protagoniste nei lavori pubblici

- **Committente – stazione appaltante**  
Commissiona e finanzia l'opera  
Nomina un responsabile unico del procedimento di attuazione di ogni singolo intervento per le fasi di progettazione, affidamento ed esecuzione dello stesso
- **Impresa appaltatrice – imprese esecutrici**  
Realizzano materialmente l'opera
- **Ufficio della direzione lavori**  
Controlla e dirige le fasi di realizzazione dell'opera
- **Organo di collaudo**  
Verifica e certifica che l'opera sia stata eseguita a regola d'arte
- **Responsabile Unico del Procedimento (RUP)**  
Verifica della fattibilità tecnica, economica ed amministrativa degli interventi  
Redige il documento preliminare alla progettazione  
Promuove e definisce le modalità di verifica dei vari livelli progettuali  
Coordina le attività necessarie al fine della redazione del progetto  
Coordina e verifica la predisposizione dei bandi di gara e i sistemi di affidamento dei lavori  
Trasmette agli organi competenti la proposta del coordinatore per l'esecuzione dei lavori di sospensione, allontanamento dell'esecutore o dei subappaltatori o dei lavoratori autonomi dal cantiere o di risoluzione del contratto  
Irroga le penali per il ritardato adempimento degli obblighi contrattuali

### 3.1.3 Ufficio della Direzione Lavori



Il **direttore dei lavori** ha la responsabilità del coordinamento e della supervisione dell'attività di tutto l'ufficio di direzione dei lavori, ed interloquisce in via esclusiva con l'esecutore in merito agli aspetti tecnici ed economici del contratto.

Gli assistenti con funzioni di **direttori operativi** collaborano con il direttore dei lavori nel verificare che lavorazioni di singole parti dei lavori da realizzare siano eseguite regolarmente e nell'osservanza delle clausole contrattuali. Essi rispondono della loro attività direttamente al direttore dei lavori.

Gli assistenti con funzioni di **ispettori di cantiere** collaborano con il direttore dei lavori nella sorveglianza dei lavori in conformità delle prescrizioni stabilite nel capitolato speciale di appalto.

### 3.1.4 Impresa appaltatrice - affidataria

I soggetti esecutori a qualsiasi titolo di lavori pubblici devono essere qualificati e improntare la loro attività ai principi della qualità, della professionalità e della correttezza.

La qualificazione in una **categoria** abilita l'impresa a partecipare alle gare e ad eseguire i lavori nei limiti della propria classifica:

- **Opere generali**
  - OG03 Strade, autostrade, ponti, viadotti, ferrovie, linee tranviarie, metropolitane, funicolari, e piste aeroportuali, e relative opere complementari
- **Opere specializzate**
  - OS01 Lavori in terra
  - OS09 Impianti per la segnaletica luminosa e la sicurezza del traffico
  - OS10 Segnaletica stradale non luminosa
  - OS12A Barriere stradali di sicurezza
  - OS12B Barriere paramassi, fermaneve e simili
  - OS20A Rilevamenti topografici
  - OS23 Demolizione di opere
  - OS26 Pavimentazioni e sovrastrutture speciali
  - OS34 Sistemi antirumore per infrastrutture di mobilità

- I fino a 258.000 €
- II fino a 516.000 €
- III fino a 1.033.000 €      III-bis fino a 1.500.000 €
- IV fino a 2.582.000 €      IV-bis fino a 3.500.000 €
- V fino a 5.165.000 €
- VI fino a 10.329.000 €
- VII fino a 15.494.000 €
- VIII oltre 15.494.000 €

### 3.1.5 Organo di collaudo

Il collaudo ha lo scopo di verificare e certificare che l'opera o i lavori siano stati eseguiti a **regola d'arte, secondo il progetto approvato e le relative prescrizioni tecniche**, nonché le **eventuali perizie di variante**. Verificare che i dati risultanti dalla contabilità finale e dai documenti giustificativi corrispondano fra loro e con le risultanze di fatto, non solo per dimensioni, forma e quantità, ma anche per qualità dei materiali, dei componenti e delle provviste.

Per i lavori comprendenti strutture, al soggetto incaricato del collaudo o ad uno dei componenti della commissione di collaudo è affidato anche il **collaudo statico**.

## 3.2 Normativa sull'ambiente

- **D.Lgs. 03.04.2006 n. 152**  
Norme in materia ambientale
- **Rifiuto**  
Qualsiasi sostanza od oggetto di cui il detentore si disfi o abbia l'intenzione o abbia l'obbligo di disfarsi.
- **Sottoprodotto**  
Sostanze ed oggetti dei quali il produttore non intende disfarsi e quindi vuole riutilizzare.
- **Materia prima secondaria**  
Materie, sostanze e prodotti secondari derivanti da un'operazione di trattamento dei rifiuti, quindi NON più rifiuti.
- **Produttore di rifiuto**  
Soggetto la cui attività produce rifiuti (produttore iniziale) o chiunque effettui operazioni di pretrattamento, di miscelazione o altre operazioni che hanno modificato la natura o la composizione di detti rifiuti.
- **Detentore dei rifiuti**  
Soggetto, persona fisica o giuridica, che ne è in possesso.
- **Luogo di produzione del rifiuto**  
Uno o più edifici o stabilimenti o siti infrastrutturali collegati tra loro all'interno di un'area delimitata in cui si svolgono le attività di produzione dalle quali sono originati i rifiuti.

### 3.2.1 Deposito temporaneo

Raggruppamento dei rifiuti effettuato, prima della raccolta, nel luogo in cui gli stessi sono prodotti, che devono essere avviati alle operazioni di recupero o di smaltimento con **cadenza almeno trimestrale**, non oltre i **30 m<sup>3</sup> (10 m<sup>3</sup> rifiuti pericolosi)**. Con durata del deposito **non superiore ad un anno**.

Per la tenuta dei rifiuti pericolosi è necessario attuare alcune precauzioni:

- Recipienti, fissi e mobili, con adeguati requisiti di resistenza
- Particolare attenzione a rifiuti infiammabili o incompatibili
- Bacino di contenimento in caso di sversamento accidentale dei reflui
- Kit antisversamento
- Protezione con tettoie per evitare l'irraggiamento diretto e l'accumulo di acqua
- Aerazione permanente e adeguata nei depositi in locali chiusi
- Protezione dalle acque meteoriche e dall'azione del vento per i rifiuti stoccati in cumuli

### 3.2.2 Classificazione dei rifiuti

- **Origine**
  - Urbani o assimilabili
  - Speciali
- **Pericolosità**
  - Non pericolosi
  - Pericolosi

### Codice CER

Codice di riconoscimento (Codice Europeo dei Rifiuti) composto da 6 cifre riunite in coppie:

- 1° coppia Classe generale di appartenenza (dette anche capitolo);
- 2° coppia Settore specifico di appartenenza
- 3° coppia Codice rifiuto.

La presenza dell'asterisco dopo il codice indica un rifiuto classificabile come pericoloso.

### 3.2.3 Risorse idriche e scarichi

Tutti gli scarichi devono essere preventivamente autorizzati.

- Individuazioni delle fonti che generano gli scarichi
- Classificazione di tipi e numero di scarichi
- Verifica, attraverso un opportuno sistema di gestione, il rispetto dei limiti di emissione

- Divieto di diluizione

### 3.2.4 Emissioni in atmosfera

Le norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera e si applicano alle:

- Emissioni di polveri in atmosfera
  - Piste di cantiere in terra battuta
  - Impianto di miscelazione malte
- Emissioni di gas in atmosfera
  - Impianti termici a servizio del campo base
  - Generatori di corrente portatili nelle aree operative
- Periodica manutenzione degli impianti termici e dei generatori
- Limitazione delle velocità sulle piste di cantiere  $\left(10 \frac{km}{h}\right)$
- Pavimentazione prima dell'immissione sulla pubblica viabilità (50 m)
- Impianti di lavaggio delle ruote
- Impianti automatici di innaffiatura
- Posa in opera di barriere antipolvere

### 3.2.5 Emissioni sonore

- Individuazione della **zonizzazione acustica** del territorio (da 1 a 7)
- Studio della cantierizzazione
- Allestimento delle misure contenitive e compensative
  - Posizionamento delle sorgenti lontano da ricettori e superfici riflettenti
  - Posa in opera di barriere antirumore in prossimità dei ricettori sensibili
- Monitoraggio del clima acustico
- Richiesta dell'eventuale deroga ai limiti all'Autorità Comunale

## 3.3 Normativa sulla sicurezza

- **D.Lgs. 09.04.2008 n. 81**  
Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
- **D.P.R. 20.03.56 n. 320**  
Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro in sotterraneo
- **Conferenze Stato Regioni Provincie Autonome del 21.12.11 e 22.02.12**

## Fase progettuale

Il committente o il responsabile dei lavori, nelle fasi di progettazione dell'opera, si attiene ai principi e alle misure generali di tutela di cui all'articolo 15, in particolare:

- al momento delle scelte architettoniche, tecniche ed organizzative, onde pianificare i vari lavori o fasi di lavoro che si svolgeranno simultaneamente o successivamente
- all'atto della previsione della durata di realizzazione di questi vari lavori o fasi di lavoro

### 3.3.1 Coordinatore della sicurezza per la progettazione (CSP)

Nei cantieri in cui è prevista la **presenza di più imprese esecutrici, anche non contemporanea**, il committente o il responsabile dei lavori, contestualmente all'affidamento dell'incarico di progettazione, designa il **coordinatore della sicurezza per la progettazione**.

Nel caso di unica impresa esecutrice (assenza del CSP) viene comunque redatto il **Piano Sostitutivo di Sicurezza (PSS)** contenente gli stessi elementi del PSC, con esclusione della stima dei costi della sicurezza, ed è integrato con gli elementi del POS.

Durante la progettazione dell'opera e comunque prima della richiesta di presentazione delle offerte, il coordinatore per la progettazione:

- Redige il **piano di sicurezza e coordinamento**
- Predispone il **fascicolo dell'opera**

### 3.3.2 Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC)

- **Relazione tecnica e prescrizioni**
  - Identificazione e descrizione dell'opera
  - Individuazione dei soggetti con compiti di sicurezza
  - Relazione di valutazione dei rischi
  - Rischio da ordigni bellici inesplosi (BOB)
  - Misure preventive e protettive (DPI)
  - Misure di coordinamento
  - Organizzazione in caso di emergenza
  - Durata prevista delle lavorazioni
- **Stima dei costi**
  - Costi della sicurezza non sono assoggettati a ribasso
- **Tavole esplicative**
  - Planimetria di organizzazione del cantiere
  - Tavola tecnica degli scavi
- **Integrazioni**
  - Osservazioni da parte dell'impresa affidataria
  - Nuove lavorazioni da effettuare, non previste nel PSC
  - Modifiche operative all'esecuzione di lavorazioni previste nel PSC
  - Variazioni di cantierizzazioni

## Stima dei Costi

La stima degli oneri della sicurezza deve essere:

- Congrua
- Analitica per voci singole
- A corpo o a misura
- Riferita a elenchi prezzi standard o specializzati o ad analisi dei prezzi

E comprendere:

- Apprestamenti previsti nel PSC
- Misure preventive e protettive (DPI)
- Impianti di terra/protezione scariche atmosferiche, antincendio e evacuazione fumi
- Mezzi e servizi di protezione collettiva
- Procedure previste nel PSC per specifici motivi di sicurezza

I costi devono essere suddivisi in Work Breakdown Structure (WBS) per poterli ripartire tra i vari subaffidatari.

I costi della sicurezza vengono liquidati in base allo Stato di Avanzamento Lavori (SAL).

## Fascicolo dell'opera

Il fascicolo ha lo scopo di assicurare la tutela della salute e sicurezza dei lavoratori che interverranno per eseguire **lavori successivi prevedibili sull'opera** (manutenzione ordinaria, straordinaria o interventi già programmati o previsti).

Il fascicolo dell'opera comprende:

- **Descrizione sintetica dell'opera** e indicazione dei soggetti coinvolti
- **Individuazione dei rischi**, delle misure preventive e protettive in dotazione dell'opera e di quelle ausiliarie per gli interventi successivi prevedibili sull'opera
- Riferimenti alla **documentazione di supporto esistente**

## Modelli semplificati

I modelli Semplificati devono rappresentare una valutazione di tutti i rischi lavorativi, includendo le necessarie misure di prevenzione e protezione.

### 3.3.3 Coordinatore della Sicurezza in fase di Esecuzione

Nei cantieri in cui è prevista la **presenza di più imprese esecutrici, anche non contemporanea**, il committente o il responsabile dei lavori, prima dell'affidamento dei lavori, designa il **coordinatore per l'esecuzione dei lavori**.

- Elabora eventuali integrazioni al PSC
- Verifica l'applicazione delle disposizioni contenute nel PSC

- Verifica la congruenza del POS dell'Impresa Affidataria e delle Imprese Esecutrici
- Organizza la cooperazione e il coordinamento tra le imprese
- Segnala le inosservanze e propone la sospensione dei lavori, l'allontanamento delle imprese o dei lavoratori autonomi dal cantiere, o la risoluzione del contratto
- Sospende, in caso di pericolo grave e imminente, le singole lavorazioni

### 3.3.4 Piano Operativo di Sicurezza (POS)

Il POS viene redatto dalle imprese affidatarie ed esecutrici.

- **Dati identificativi** dell'impresa esecutrice
- **Specifiche mansioni, inerenti la sicurezza**, svolte in cantiere da ogni figura
- **Descrizione dell'attività di cantiere**, delle modalità organizzative e dei turni di lavoro
- **Elenco delle opere provvisoria** di notevole importanza, delle **macchine** e degli **impianti**
- **Elenco delle sostanze pericolose** utilizzate (schede di sicurezza)
- Esito del rapporto di **valutazione del rumore**
- Individuazione delle **misure preventive e protettive** (integrative al PSC)
- Elenco dei **DPI** forniti ai lavoratori
- Documentazione di **informazione e formazione** fornite ai lavoratori
  - Macchine e attrezzature
  - Montaggio e smontaggio ponteggi
  - Posa segnaletica di cantiere sotto traffico veicolare
  - Bonifica amianto
  - Lavori su fune (disgaggio, reti in aderenza, potatura alto fusto)

### Verifica di idoneità del POS

Il CSE ha fino a 15 giorni per procedere alla verifica di idoneità del POS.

La verifica avviene generalmente tramite una Check-List.

- Identificazione del documento e dell'estensore
- Identificazione del lavoro
- Identificazione del POS
- Normativa e documentazione di riferimento
- Verifica idoneità POS
- Esito verifica di idoneità POS

## 4. ATTREZZATURE DI LAVORO

Qualsiasi macchina, apparecchio, utensile o impianto destinato ad essere usato durante il lavoro.

- **Autobetoniera**
- **Autobetonpompa / Pompa per calcestruzzo;**
- **Autogrù, Sollevatore telescopico, Piattaforma aerea**
  - Catene, braghe e accessori       $P = \frac{PN}{c}$        $C = C(\alpha)$
  - Verifica a ribaltamento
- **Camion, Dumper**
- **Pala caricatrice**
- **Dozer**
- **Escavatori**
- **Scraper / Ruspa**
- **Terne**
- **Grader**
- **Drag line**
- **Fresatrici**
- **Finitrici**
- **Rulli compattatori**
- **Trattore**
- **Jumbo di perforazione**
- **Sonde di perforazioni per pali, micropali, jet-grouting, diaframmi**

## 5. LAVORAZIONI

### 5.1 Segnaletica su strada

Il cantiere stradale è il luogo destinato all'esecuzione di opere stradali o alla attuazione di interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria su **aree destinate alla circolazione o alla sosta di veicoli** e comunque fruibile da tutti gli utenti della strada.

Si definisce **Cantiere Temporaneo o Mobile** qualunque luogo in cui si effettuano lavori edili o di ingegneria civile.

Nel caso in cui non siano richiesti il PSC e il POS è comunque necessario produrre:

- Documento di Valutazione dei Rischi (DVR)
- Documento Unico di Valutazione dei Rischi Interferenziali (DUVRI)

Si definisce **strada** l'area ad uso pubblico destinata alla circolazione dei pedoni, dei veicoli e degli animali. Suddivise in categorie:

- A - Autostrade
- B - Strade extraurbane principali
- C - Strade extraurbane secondarie;
- D - Strade urbane di scorrimento;
- E - Strade urbane di quartiere;
- F - Strade locali;
- F-bis. Itinerari ciclopedonali.

#### 5.1.1 Analisi dei rischi

##### Rischi per gli operatori

- Rischi per la sicurezza
  - Investimento (da mezzi di cantiere o dal traffico);
  - Caduta dall'alto, in scavi, in aperture nel suolo;
  - Cadute in piano, per presenza di ostacoli o di dislivelli;
  - Folgorazione per di presenza di linee elettriche;
  - Seppellimento, per frana del terreno del fronte di scavo;
  - Caduta di materiale dall'alto;
  - Proiezione di sassi e oggetti;
  - Incendio, scoppio, esplosione.
- Rischi per la salute
  - Movimentazione manuale dei carichi,
  - Rumore, vibrazioni;

- Sostanze pericolose e polveri;
- Condizioni climatiche e radiazioni solari.

## Rischi per gli utenti della strada

- Rischi per la sicurezza
  - Cadute dall'alto, nello scavo o in aperture nel suolo;
  - Cadute in piano per la presenza di ostacoli, dislivelli o
  - Disomogeneità della pavimentazione stradale;
  - Urti con materiale movimentato o sollevato;
  - Incendio, scoppio, esplosione;
  - Incidente stradale (urto tra veicoli, investimento).
- Rischi per la salute
  - Rumore;
  - Sostanze pericolose;
  - Polveri.

### 5.1.2 Segnalamento

I segnali di pericolo o di indicazione da utilizzare per il segnalamento temporaneo hanno **colore di fondo giallo**.

Si possono utilizzare **supporti, sostegni o basi mobili** (trasportabili e ripiegabili) zavorrati con appositi sacchi.

La segnaletica deve essere **adattabile, coerente credibile, visibile, leggibile e non sovrabbondanti** (massimo 2 segnali per supporto).

Deve essere installato il **segnale lavori corredato da un pannello integrativo** indicante l'estesa del cantiere quando il tratto di strada interessato sia più lungo di 100 m.

### Barriere

È obbligatorio posizzarle sui **lati frontali di delimitazione del cantiere** o sulle **testate di appoggio** mentre sui lati longitudinali le barriere vanno posizionate nelle zone che presentano condizioni di pericolo per le persone a lavoro o per i veicoli in transito.



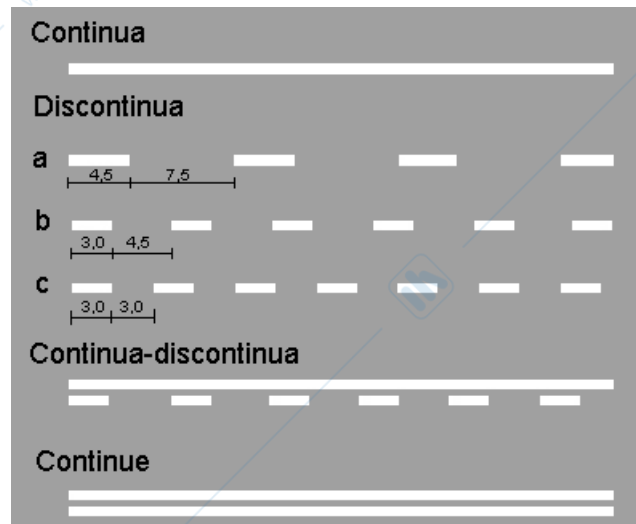
La segnaletica può essere realizzata con vernice, laminati elastoplastici permanenti o removibili secondo con dimensioni variabili con la categoria:

Tipo	Larghezza	L. margine
A e B	15 cm	25 cm
C, D e E	12 cm	15 cm
F	10 cm	12 cm

**Tipo a**  $V_p > 110 \frac{km}{h}$

**Tipo b**  $50 < V_p < 110 \frac{km}{h}$

**Tipo c**  $V_p < 50 \frac{km}{h}$  o in galleria



## Visibilità notturna

I segnali orizzontali e verticali temporanei sono realizzati con materiali (**pellicole di classe 1 o 2**) tali da renderli visibili sia di giorno che di notte anche in presenza di pioggia o con fondo stradale bagnato.

Durante le ore notturne ed in tutti i casi di scarsa visibilità le **barriere di testata** e il **segnale lavori in corso** devono essere muniti di idonei apparati luminosi di colore **rosso** a luce fissa.

Lo **sbarramento obliquo** che precede eventualmente la zona di lavoro deve essere integrato da dispositivi a luce **gialla** lampeggiante.

## Persone al lavoro

Coloro che operano devono essere visibili sia di giorno che di notte mediante indumenti di lavoro **fluorescenti e rifrangenti**. Il tessuto di base fluorescente può essere **arancio, giallo, rosso**.

Gli indumenti vengono classificati in funzione della superficie di materiale fluorescente di base e materiale rifrangente.

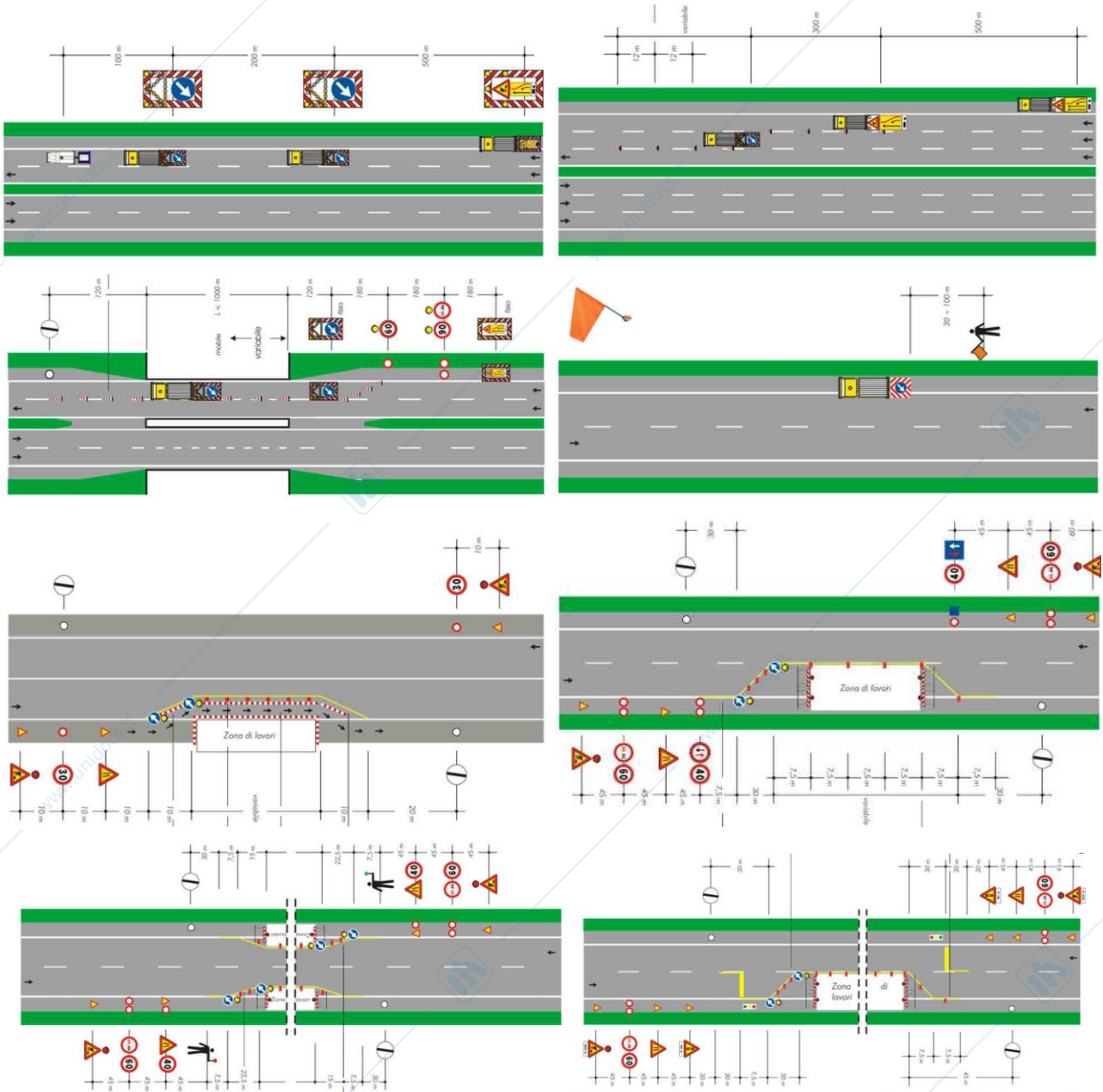
- **Categoria A, B, C e D** classe 3
- **Categoria E e F** classe 2

	Abbigliamento CLASSE 3 [m <sup>2</sup> ]	Abbigliamento CLASSE 2 [m <sup>2</sup> ]	Abbigliamento CLASSE 1 [m <sup>2</sup> ]
MATERIALE DI BASE FLUORESCENTE	0,80	0,50	/
MATERIALE RETRORIFLETTEnte	0,20	0,13	/
MATERIALE CON CARATTERISTICHE COMBinate	no	no	0,20

## Veicoli operativi

I veicoli operativi, i macchinari e i mezzi d'opera impiegati per i lavori o per la manutenzione stradale, fermi o in movimento se esposti al traffico, devono portare posteriormente un **pannello a strisce bianche e rosse**, integrato da un **segnale di passaggio obbligatorio** con freccia orientata verso il lato dove il veicolo può essere superato.

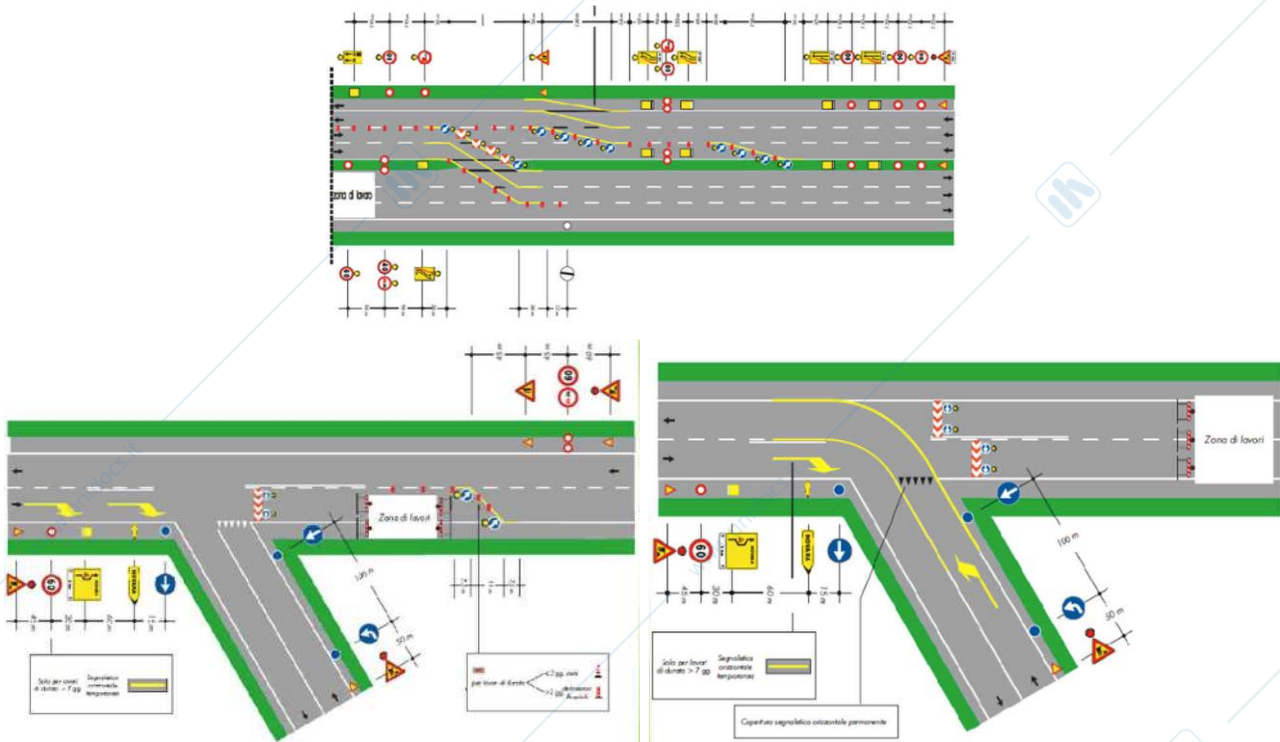
## Schemi segnaletici



## Deviazioni di itinerario

Si ha una deviazione di itinerario quando tutto il traffico o parte di esso viene trasferito su una sede diversa (itinerario deviato) dall'itinerario normale.

Le deviazioni possono essere **obbligatorie** (deviazione vera e propria totale o riservata ad alcune categorie di veicoli) oppure **facoltative** (itinerario raccomandato).



## Segnaletica per situazioni di emergenza

In una prima fase può essere eseguito con veicoli d'intervento muniti dei dispositivi luminosi supplementari lampeggianti (forze di polizia), completato eventualmente da un segnale "altri pericoli" con pannello integrativo "incidente" e alcuni coni.

Se la causa dell'emergenza persiste è necessario passare a un segnalamento alleggerito o completo.

## 5.2 Gallerie

### 5.2.1 Metodo ADECO-RS

Analisi delle Deformazioni Controllate nelle Rocce e Suoli (ADECO-RS)

#### Tipologie di scavo

- Scavo convenzionale
  - Pretrattamento del nucleo/fronte di avanzamento
  - Scavo con esplosivo, escavatori meccanici, martelloni o frese
  - Rivestimento di prima fase e definitivo
- Scavo meccanizzato
  - Tunnel Boring Machine (TBM)
  - Posa in opera del rivestimento definitivo

### Interventi di consolidamento

- Elementi strutturali in vetroresina      Aumento della resistenza a taglio/trazione
- Pretaglio meccanico / Jet-grouting      Scarico delle sovratensioni
- Arco rovescio      Minimizzazione della superficie di estrusione
- Rivestimento TBM      Continuità degli sforzi

### Scelta del metodo di scavo

- Geologia
- Restrizioni geometriche
- Logistica
- Funzionalità finale e qualità
- Tempistiche e programmi lavori
- Condizioni economico finanziarie
- Diritto e sicurezza sul lavoro
- Fattori ambientali
- Consenso popolare
- Condizioni di mercato
- Esperienza
- Organizzazione e processi

### Scavo in galleria con Sistema Meccanizzato

- **Principali attrezzature**      Impianto di prefabbricazione dei conci  
    Capannone per la produzione delle gabbie di ferro dei conci  
    Sistema di nastri per lo smarino fino alle tramogge di carico  
    Aree di caratterizzazione del materiale  
    Impianto di preparazione delle miscele  
    Torri di raffreddamento acqua per le TBM  
    Sistema di distribuzione dell'acqua industriale  
    Impianto di illuminazione piazzale e interno delle gallerie  
    Impianto trattamento acque reflue  
    Impianto antincendio  
    Officina meccanica
- **Personale al fronte**      1 caposquadra
- 4 squadre su 3 turni**      1 pilota;  
    1 erettorista;  
    2 aiuti per il montaggio del rivestimento;  
    2 addetti alle iniezioni di riempimento;  
    2 addetti al nastro;  
    2 aiuti generici;  
    1 meccanico;  
    1 elettricista;

- Personale per la guida dei mezzi di trasporto
  - **Personale sul piazzale** 1 capo piazzale
  - 4 squadre su 3 turni** 1 pilota
  - 4 addetti agli impianti di sollevamento
  - 2 addetti all'impianto di preparazione delle malte
  - 2 addetti al piazzale
- **Servizio di officina per le TBM**
- **Topografi**
- **Addetti alla sicurezza**
- **Infermieri**

## 5.3 Fondazioni profonde

### Organizzazione area di lavoro

- Impianti di supporto
  - Vasche dei fanghi bentonitici o dei polimeri
  - Produzione miscela cementizia
  - Impianti di aria compressa e/o acqua
- Piste di cantiere
  - Piazzole di interscambio
- Pedana getto
- Aree di stoccaggio

### 5.3.1 Pali di grande diametro

$\Phi > 300 \text{ mm}$  se perforati

$\Phi > 150 \text{ mm}$  se infissi

- **Pali trivellati**
  - Asportazione del terreno
  - Posa della gabbia e getto del C.A.
- **Pali infissi**
  - Battitura, vibrazione o avvitemento senza asportazione del terreno

### 5.3.2 Diaframmi

Muri realizzati nel terreno previa asportazione dello stesso con **pali affiancati** (tangenti o secanti) o **pannelli affiancati** (solidarizzati in testa).

- **Diaframmi in C.A. gettato in opera**
  - Realizzazione corree guida
  - Scavo del pannello
  - Posa delle gabbie di armatura
  - Getto del CLS
- **Diaframmi in C.A. prefabbricato**
- **Diaframmi plastici (impermeabile)**
- **Diaframmi drenanti**

### 5.3.3 Micropali

$\Phi < 300 \text{ mm}$  se perforati

$\Phi < 150 \text{ mm}$  se infissi

Perforazione e asportazione del materiale con aria compressa

Realizzazione della guaina con miscela cementizia

Posa dell'armatura tubolare metallica (valvolata o no)

Getto della miscela cementizia

### 5.3.4 Palancole

Profilato metallico inserita nel terreno tramite vibroinfissione.

Le palancole possono essere rimosse, dopo il reinterro dello scavo, tramite vibrazione.

### 5.3.5 Jet-grouting

Iniezione nel terreno di una miscela cementizia, attraverso piccoli ugelli, con pressioni elevate (fino a 600 atm) al fine di consolidare i terreni di fondazione o per la formazione di diaframmi tramite la realizzazione di colonne di terreno consolidato.

Perforazione del terreno sino alla quota desiderata

Estrazione del tubo e contemporanea iniezione a pressione della miscela cementizia

### 5.3.6 Tiranti

- Bulbo iniettato a gravità
- Bulbo iniettato a bassa pressione
- Bulbo iniettato ad alta pressione

Perforazione  
Infilaggio del tirante  
Iniezione del bulbo  
Tesatura dei trefoli

## 5.4 Fondazioni dirette ed elevazioni

### 5.4.1 Plinti di fondazione, elevazioni e pulvini

Opere d'arte in C.A. realizzare al di sotto o sopra il P.C.

Scavo a sezione obbligata (solo plinti)  
Posa del ferro presagomato  
Casseratura e getto cls  
Rimozione casseri

## 5.5 Impalcati

- Struttura in C.A.P. e soletta in C.A. gettata in opera
- Struttura mista: travi in acciaio e soletta in C.A. gettata in opera
- Struttura monolitica a cassone (mono, bi-, tri-) post-compressa in C.A. gettata in opera

Assemblaggio a P.C.  
Varo dell'impalcato sulle pile

## 6. CANTIERIZZAZIONE

Il progetto del cantiere rappresenta il momento conclusivo di tutto l'iter progettuale del lavoro e contemporaneamente quello iniziale del ciclo strettamente produttivo.

La **localizzazione delle aree** di cantiere lungo il tracciato va definita sulla base di:

- Ubicazione e dimensioni legate alle varie tipologie di opere
- Esame della viabilità (siti di approvvigionamento inerti e deposito materiali di scavo)
- Controllo dei vincoli e delle destinazioni d'uso previste dagli strumenti urbanistici

L'**impostazione della logistica** di ogni cantiere riguarda:

- Dimensioni areali
- Prossimità a vie di comunicazioni importanti e preesistenza di strade minori per gli accessi
- Disponibilità idrica ed energetica
- Scarso pregio ambientale e paesaggistico
- Lontananza da zone residenziali e da ricettori critici (scuole, ospedali...)
- Adiacenza alle opere da realizzare
- Interventi di preparazione e ripristino delle aree

Il **progetto di cantierizzazione (PdC)** è elaborato a livello di progetto esecutivo.

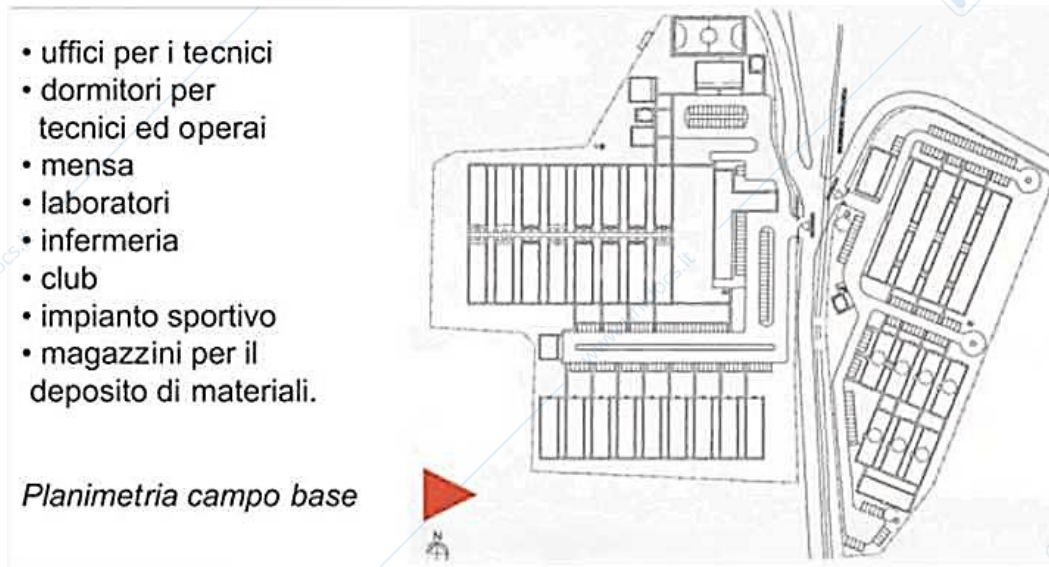
Prima dell'inizio dei lavori tutta l'area deve essere delimitata con:

- Recinzione in **rete metallica** ( $h > 2,00 m$ ) sorretta da piantoni in ferro (*passo*  $< 2,00 m$ ) per le aree del campo base
- Recinzione in **rete plastificata** ( $h > 2,00 m$ ) sorretta da piantoni in ferro (*passo*  $< 2,00 m$ ) in tutte le altre zone
- Recinzione in **rete plastificata** ( $h > 1,00 m$ ) sorretta da piantoni in ferro (*passo*  $< 2,00 m$ ) nelle zone interne del cantiere
- **New-Jersey** ( $h = 1,00 m$ ) nelle zone soggette a traffico stradale (svio di veicoli)
- **New-Jersey** ( $h = 1,00 m$ ) e mascheramento sovrastante nelle zone soggette a traffico stradale (svio di veicoli e proiezione di materiale)
- Recinzione "**tipo Orso grill**" ( $h = 2,00 m$ ) e piantoni in blocchi in c.a. per attività nelle pertinenze stradali soggette a riposizionamento

## 6.1 Classificazione

### Cantiere logistico / Campo base

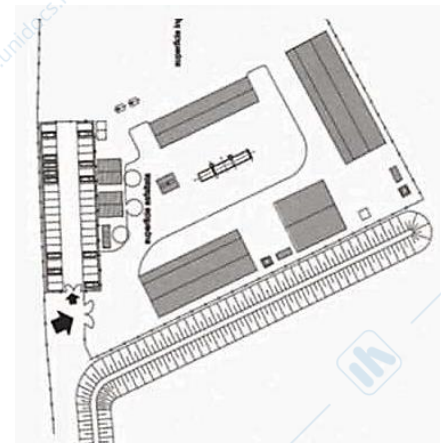
Dare alloggio al personale e fornire supporto logistico alle attività per la direzione e la gestione tecnico-amministrativa dei cantieri.



### Cantiere operativo

Aree attrezzate per fornire supporto alle attività produttive e comprendono strutture, impianti e aree di deposito di materiali.

- Uffici Capo Cantiere e Capo Imbocco
- Spogliatoi e servizi per le squadre di galleria
- Impianti
- Officina meccanica
- Magazzino
- Piazzali per stoccaggio materiali
- Impianti di betonaggio
- Impianto lavaggio gomme automezzi



### Impianti di betonaggio

Necessari alla produzione del CLS per l'esecuzione delle opere in cemento armato.

- aree di stoccaggio inerti
- tramogge per il trasporto dei costituenti il cls
- silos per il miscelamento
- magazzino generale
- magazzino-officina
- deposito olii lubrificanti
- area lavaggio e manutenzione autoveicoli
- deposito bombole
- tettoia per stoccaggio additivi
- prefabbricati per impianti elettrici.

Planimetria impianto di betonaggio

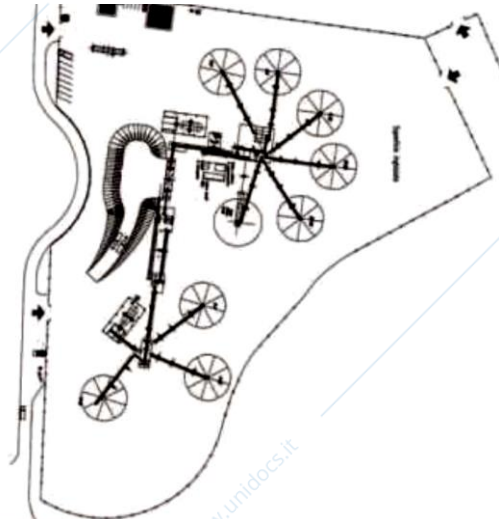


## Impianti di frantumazione

Vengono installati per la produzione di inerti, utilizzati per il confezionamento del calcestruzzo.

- tramogge per il trasporto dei materiali
- impianto di trattamento acque
- pesa a ponte
- impianto lavaggio gomme
- pozzo acqua industriale
- nastri trasporto materiale.

Planimetria impianto di frantumazione



## Arete tecniche

Differiscono dai cantieri operativi per le loro minori dimensioni e non comprendono impianti fissi di grandi dimensioni.

- Baraccamenti
- Parcheggi
- Aree di stoccaggio

## Arete di stoccaggio

Possono essere di tipologia disparata a seconda del materiale che ospitano e possono essere realizzate al di fuori dei cantieri operativi.

## 6.2 Dimensionamento

- **Campo base**

Numero massimo di lavoratori	$(N_{max} > 50 \quad N_{med} > 25)$
Numero di trasfertisti	$(60 \div 80\% \quad N_{UG} > 15.000)$
  
- **Cantiere operativo**
  - Stima delle produzioni e Programma Lavori
  - Flussi di traffico previsti
  - Numero e tipologia di mezzi d'opera e privati
  
- **Aree di stoccaggio**
  - Quantitativo materiali da stoccare
  - Stima delle produzioni e durate lavorazioni
  - Stima del fabbisogno giornaliero dei materiali
  - Materiali critici

## 6.3 Aspetti di mitigazione ambientale

- **Rumore**

Interventi attivi	Macchine, attrezzature e impianti omologati
	Insonorizzazioni dei componenti impiantistici
Interventi passivi	Barriere antirumore
Interventi gestionali	Noise manager
  
- **Vibrazioni**

Interventi di mitigazione	Macchine e attrezzature efficienti
	Avvertimento della popolazione
  
- **Polveri**  $\left( \begin{matrix} PM_{10} \\ PM_{2,5} \end{matrix} \right)$ 

Interventi di mitigazione	Impianti lavaggio ruote
	Bagnatura piste non asfaltate
	Pulizia piste asfaltate

# 7. PROGRAMMAZIONE LAVORI

## 7.1 Work Breakdown Structure (WBS)

Disaggregazione di tutte le parti di un progetto necessarie alla sua compiuta realizzazione effettuata con molteplici livelli di approfondimento in relazione al livello progettuale.

Sono possibili diverse logiche di disaggregazione:

- **Fisica**                      struttura di costruzione dell'opera
- **Funzionale**                funzione effettuata dalle singole parti
- **Spaziale**                    posizione planimetrica
- **Processi**                    tipologia di processo (acquisti, vendita, ecc.)
- **Obiettivi**                  evidenziazione degli obiettivi da raggiungere

## 7.2 Program Evaluation and Review Technique (PERT)

È una tecnica di project management che:

- individua le **attività** che devono essere svolte
- individua le **relazioni** tra le attività
- stabilisce i **tempi di esecuzione** di ogni attività
- determina il **percorso critico** (tempo massimo richiesto) con il **Critical Path Method (CPM)**

### 7.2.1 Definizioni

- **ES (Early Start)**        in unità di tempo, la prima data in cui può essere iniziata l'attività
- **LS (Late Start)**        in unità di tempo, la data ultima in cui può essere iniziata l'attività senza compromettere la riuscita del progetto
- **EF (Early Finish)**      in unità di tempo, la prima data in cui può essere completata l'attività
- **LF (Late Finish)**      in unità di tempo, la data ultima in cui può essere completata l'attività senza compromettere la riuscita del progetto

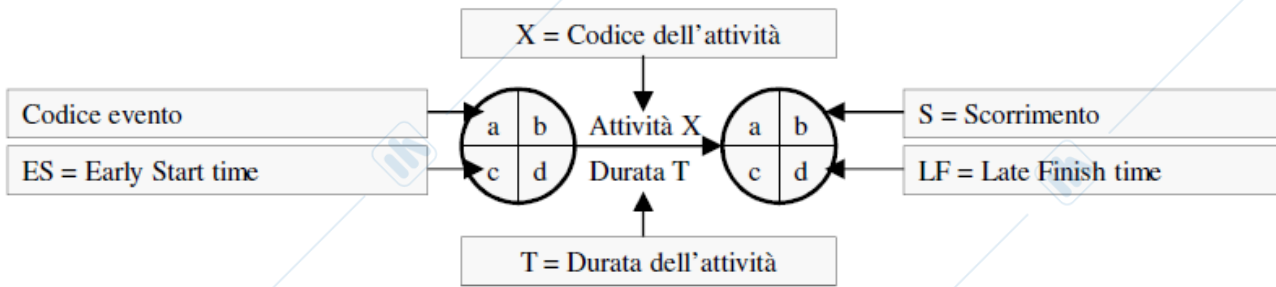
### 7.2.2 Rappresentazioni grafiche

Tutte le attività possono iniziare solo dopo la fine dell'attività precedente.

Nella realtà nelle attività ci sono sempre delle sovrapposizioni temporali.

## Prima forma

Le attività sono rappresentate da **freccie**, gli eventi di inizio e fine attività rappresentano i **nodi**.



Determinazione della **durata del progetto** (dall'inizio alla fine)  $ES_2 = ES_1 + T$

Determinazione del tempo **Late Finish** (a ritroso)  $LF_1 = ES_2 - T$

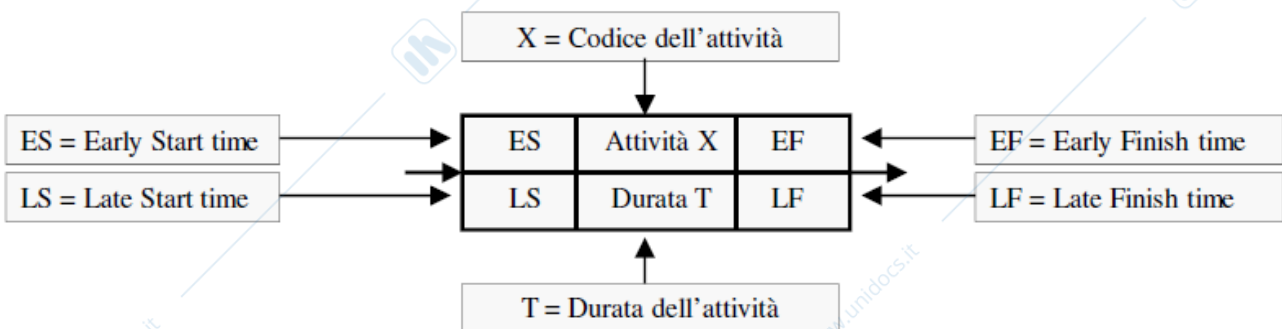
Determinazione dello **scorrimento**  $S = LF - ES$

Determinazione del **percorso critico**: insieme dei nodi (attività critiche) che hanno scorrimento nullo

Determinazione del tempo **Late Start**  $LS_1 = LF_2 - T$

## Seconda forma

Le attività sono rappresentate da **rettangoli** ed i vincoli tra le attività sono rappresentati da **freccie**.



Determinazione della **durata del progetto** (dall'inizio alla fine)  $EF = ES + T$

$$ES_2 = EF_1$$

Determinazione del tempo **Late Start** (a ritroso)  $LS = LF - T$

$$LF_1 = LS_2$$

Determinazione dello **scorrimento**  $S = LS - ES = LF - EF$

Determinazione del **percorso critico**: insieme delle attività che hanno scorrimento nullo (critiche)

## 7.3 GANNT

Strumento di supporto alla gestione dei progetti in cui sono rappresentate le attività in uno spazio che ha per ascisse il tempo e sulle ordinate l'elenco delle attività da svolgere.

Le attività sono messe in relazione tra di loro da relazioni (**freccie**) che individuano il tipo di relazione e la cui **lunghezza** è **rappresentativa del trascorrere del tempo**.

### 7.3.1 Definizioni relazioni

- **FS (Finish-Start)** l'attività successiva può iniziare solo quando finisce la precedente
- **FF (Finish-Finish)** la fine delle due attività è correlata
- **SF (Start-Finish)** l'inizio dell'attività è correlato alla fine di un'altra attività
- **SS (Start-Start)** l'inizio delle due attività è correlato

## 7.4 Gestione delle risorse

Esistono diverse tipologie di risorse che risulta interessante monitorare:

- Materiali utilizzati (mc cls, kg ferro, ecc.)
- Attrezzature di lavoro
- Personale necessario

### 7.4.1 Diagramma di carico della risorsa

La sommatoria dei carichi di lavoro su unità di tempo (giorno, settimana, mese) costituisce il diagramma di carico della risorsa e viene rappresentato con un **istogramma nello spazio (t,%)**.

## 7.5 Gestione dei costi

Ad ogni risorsa può essere assegnato un costo (sia per l'orario di lavoro standard che per quello straordinario).

Il costo del progetto (per attività, per macro attività, globalmente) viene calcolato **moltiplicando le ore di utilizzo per il costo orario** ed effettuando la **sommatoria per tutte le risorse del progetto**.

### 7.5.1 Consuntivazione

La **% di completamento** può essere valorizzata con 2 differenti metodi di calcolo costo realizzato:

- % di completamento **del lavoro**.
- % di completamento **fisico dell'opera**.

### Analisi del costo realizzato

- **BCWS (Budget Cost of Work Scheduled)** costi preventivati fino alla data di stato
- **PV (Planned Value)** costi preventivati per il completamento attività fino alla data di stato
- **ACWP (Actual Cost of Work Performed)** costi consuntivati fino alla data stato
- **AC (Actual Cost)** costo sostenuto in relazione alla % di completamento

