



UNIVERSITÀ  
POLITECNICA  
DELLE MARCHE

FACOLTÀ DI INGEGNERIA  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA EDILE

---

# **Analisi di fattibilità di un PSC digitale per un cantiere di riqualificazione di un edificio universitario**

**Feasibility analysis of a digital H&S plan to manage renovation works of a  
university building**

Candidato:

**Giovanni Maria Raffaelli**

Relatore:

**Prof. Alessandro Carbonari**

Correlatore:

**Prof.ssa. Alessandra Corneli**

Anno Accademico 2023-2024





UNIVERSITÀ  
POLITECNICA  
DELLE MARCHE

FACOLTÀ DI INGEGNERIA  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA EDILE

---

# **Analisi di fattibilità di un PSC digitale per un cantiere di riqualificazione di un edificio universitario**

**Feasibility analysis of a digital H&S plan to manage renovation works of a  
university building**

Candidato:

**Giovanni Maria Raffaelli**

Relatore:

**Prof. Alessandro Carbonari**

Correlatore:

**Prof.ssa. Alessandra Corneli**

Anno Accademico 2023-2024

---

UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE  
FACOLTÀ DI INGEGNERIA  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA EDILE  
Via Brezze Bianche – 60131 Ancona (AN), Italy

# Ringraziamenti

Desidero ringraziare il dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Architettura, con cui ho lavorato questi mesi, in particolar modo vorrei ringraziare il Prof. Alessandro Carbonari e la Prof.ssa. Alessandra Corneli per la loro guida, pazienza e supporto costante. I loro consigli sono stati fondamentali per poter sviluppare questo lavoro. Desidero inoltre ringraziare la mia famiglia e la mia ragazza per essermi stati vicino e per avermi sostenuto durante questo percorso universitario. Infine, vorrei ringraziare il Prof. Francesco Canestrari, per aver creduto in me e per avermi sempre incoraggiato a dare il meglio di me stesso.

A tutti voi, esprimo la mia più sincera gratitudine.

*Ancona, Luglio 2024*

Giovanni Maria Raffaelli



# Indice

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Gli attori nel cantiere per la gestione della sicurezza</b>	<b>3</b>
2.1	Il committente . . . . .	3
2.2	Il responsabile dei lavori . . . . .	4
2.3	Il datore di lavoro . . . . .	5
2.4	Il direttore tecnico . . . . .	6
2.5	Il Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione (RSPP) . . . . .	10
2.6	Le maestranze . . . . .	10
2.7	Il Rappresentante dei Lavoratori per la Sicurezza (RLS) . . . . .	12
2.8	I coordinatori della sicurezza . . . . .	12
2.8.1	Il Coordinatore della Sicurezza in fase di Progettazione (CSP) . . . . .	13
2.8.2	Il Coordinatore della Sicurezza in fase di Esecuzione (CSE) . . . . .	14
2.9	Il direttore dei lavori . . . . .	15
<b>3</b>	<b>Le norme per la sicurezza</b>	<b>17</b>
3.1	Le norme relative ai ponteggi . . . . .	19
3.1.1	Articolo 122 - I ponteggi e le opere provvisorie . . . . .	20
3.1.2	Articolo 123 - Il montaggio e lo smontaggio delle opere provvisorie . . . . .	20
3.1.3	Articolo 124 - Il deposito di materiali sulle impalcature . . . . .	20
3.1.4	Articolo 125 - La disposizione dei montanti . . . . .	20
3.1.5	Articolo 126 - I parapetti . . . . .	21
3.1.6	Articolo 127 - I ponti a sbalzo . . . . .	21
3.1.7	Articolo 128 - I sottoponti . . . . .	21

## Indice

3.1.8	Articolo 129 - Le impalcature nelle costruzioni in conglomerato cementizio . . . . .	22
3.1.9	Articolo 130 - Le andatoie e le passerelle . . . . .	22
3.1.10	Articolo 131 - L'autorizzazione alla costruzione ed all'impiego	23
3.1.11	Articolo 132 - La relazione tecnica . . . . .	24
3.1.12	Articolo 133 - Il progetto dei ponteggi . . . . .	24
3.1.13	Articolo 134 - La documentazione . . . . .	25
3.1.14	Articolo 135 - Il marchio del fabbricante . . . . .	25
3.1.15	Articolo 136 -Il montaggio e lo smontaggio . . . . .	25
3.1.16	Articolo 137 - La manutenzione e la revisione . . . . .	27
3.1.17	Articolo 138 - Le norme particolari . . . . .	27
3.1.18	L'allegato XXII del T.U. . . . .	28
3.1.19	L'allegato XIX del T.U. . . . .	30
3.1.20	Le norme UNI relative ai ponteggi . . . . .	47
3.1.21	UNI EN 12810 - I ponteggi di facciata realizzati con componenti prefabbricati e UNI EN 12811 - Le attrezzature provvisorie di lavoro . . . . .	47
3.2	Le norme relative alla gru a torre . . . . .	58
3.2.1	UNI ISO 9927 - Disposizioni relative alle Ispezioni da effettuare sugli apparecchi di sollevamento . . . . .	58
3.2.2	UNI EN 12100 - Disposizioni per la valutazione e riduzione del rischio. Misure per la sicurezza del macchinario e principi generali per la sua progettazione. . . . .	59
3.2.3	UNI EN 14122 - Specifiche sui mezzi di accesso permanenti al macchinario . . . . .	61
3.2.4	UNI EN 9473 - Disposizioni per controlli da effettuare sui ganci fucinati messi in servizio per quanto riguarda gli apparecchi di sollevamento . . . . .	62
3.2.5	UNI EN 12644 - Informazioni per l'impiego e il collaudo per gli apparecchi di sollevamento . . . . .	62

3.2.6	UNI EN 14439 - Disposizioni sulla sicurezza relativi agli apparecchi di sollevamento con particolare riferimento alle gru a torre . . . . .	62
3.2.7	UNI EN 17076 - Disposizioni e requisiti di sicurezza per l'utilizzo di sistemi anticollisione con riferimento alle gru a torre .	64
3.3	Le norme relative alla recinzione di cantiere . . . . .	64
<b>4</b>	<b>Il BIM e Software utilizzati</b>	<b>65</b>
4.1	Cos'è il BIM . . . . .	65
4.1.1	Il Problema dell'interoperabilità . . . . .	66
4.2	Autodesk Revit . . . . .	68
4.3	La piattaforma Webim . . . . .	69
<b>5</b>	<b>Caso di studio</b>	<b>73</b>
5.1	I controlli del CSE in cantiere . . . . .	76
5.2	File IFC e PropertySet . . . . .	82
5.3	Sovrapposizione delle immagini . . . . .	84
5.4	Risultati . . . . .	87
<b>6</b>	<b>Conclusioni</b>	<b>91</b>



## Elenco delle figure

3.1	Le dimensioni minime per il passaggio pedonale . . . . .	50
4.1	Grafico dell'interoperabilità . . . . .	66
5.1	Il modello BIM del caso di studio visto frontalmente . . . . .	73
5.2	Il modello BIM del caso di studio visto posteriormente . . . . .	73
5.3	La recinzione di cantiere . . . . .	74
5.4	La zona d'interferenza tra le due gru . . . . .	74
5.5	I ponteggi fissi . . . . .	75
5.6	La realizzazione dei ponteggi: Fase I . . . . .	75
5.7	La realizzazione dei ponteggi: Fase II . . . . .	75
5.8	La realizzazione dei ponteggi: Fase III . . . . .	76
5.9	La realizzazione dei ponteggi: Fase IV . . . . .	76
5.10	La realizzazione dei ponteggi: Fase V . . . . .	76
5.11	La stima dei costi relativi ai ponteggi dell'edificio E . . . . .	80
5.12	La stima dei costi relativi alla gru a torre . . . . .	81
5.13	La stima dei costi relativi alla recinzione di cantiere . . . . .	81
5.14	I parametri di progetto che sono stati impostati in Revit . . . . .	82
5.15	Il PropertySet . . . . .	83
5.16	I risultati dell'esportazione con il Propertyset . . . . .	84
5.17	Il modello IFC visto dall'edificio A . . . . .	85
5.18	Il modello IFC visto dall'edificio B . . . . .	85
5.19	Vista dell'edificio A dal modello IFC . . . . .	86
5.20	La foto relativa alla situazione reale del cantiere dell'edificio A . . . .	86
5.21	La sovrapposizione della foto al modello IFC dell'edificio A . . . . .	87
5.22	Gli errori riscontrati nel modello IFC . . . . .	87

*Elenco delle figure*

5.23	La sovrapposizione della foto con gli errori evidenziati . . . . .	88
5.24	Misurazioni con la sovrapposizione delle immagini . . . . .	88

## Elenco delle tabelle

3.1	I controlli relativi ai ponteggi metallici a telai prefabbricati . . . . .	31
3.2	I controlli relativi ai ponteggi metallici a montanti e traversi prefabbricati	35
3.3	I controlli relativi ai ponteggi metallici a tubi e giunti . . . . .	41
3.4	La tolleranza dello spessore della parete relativo all'acciaio . . . . .	48
3.5	La tolleranza dello spessore della parete relative alle leghe di alluminio	48
5.1	I possibili controlli dei ponteggi da effettuare a distanza . . . . .	78
5.2	I possibili controlli della gru a torre da effettuare a distanza . . . . .	79
5.3	I possibili controlli della recinzione di cantiere da effettuare a distanza	80



# Capitolo 1

## Introduzione

Nel campo dell'ingegneria edile una delle sfide a cui si è costantemente sottoposti riguarda la sicurezza nei cantieri, sia per quanto riguarda le nuove costruzioni che per i progetti di riqualificazione di edifici esistenti. Con la presente tesi si propone di analizzare la fattibilità di un Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC) digitale per la gestione dei lavori di riqualificazione e conversione di un edificio del 1938 in un edificio universitario. Oggigiorno la digitalizzazione sta trasformando diversi settori, anche il settore edilizio sta adottando sempre più tecnologie per migliorare sia l'efficienza che la sicurezza nei cantieri. Con questo studio ci si pone come obiettivo principale di valutare in che modo un PSC digitalizzato possa migliorare la gestione della sicurezza, rendere più efficiente la comunicazione tra i vari attori coinvolti nel processo e fare da garante alle normative vigenti durante tutte le fasi progettuali. La tesi è stata strutturata in diverse sezioni che prendono in esame in maniera dettagliata tutti gli attori coinvolti nella gestione della sicurezza di un cantiere, le normative prese in esame per il caso di studio e le modalità con cui avviene l'implementazione del PSC Digitale, tramite l'utilizzo di software di gestione e piattaforme di collaborazione digitale. Il Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione (CSE) è una figura che ricopre un ruolo chiave per quanto riguarda la supervisione ed il controllo delle misure di sicurezza durante i lavori. Il CSE deve garantire e verificare, tramite adeguati controlli, che le disposizioni contenute all'interno del PSC siano attuate in maniera conforme a quanto riportato, qual ora ciò non avvenga deve intervenire in maniera tempestiva. Per facilitare queste attività, verranno utilizzati software specifici come Revit e la piattaforma Webim, queste permettono una gestione della documentazione, di effettuare segnalazione di non conformità in maniera tempestiva

## *Capitolo 1 Introduzione*

e una comunicazione in modo efficiente e centralizzato.

## Capitolo 2

# Gli attori nel cantiere per la gestione della sicurezza

La sicurezza nelle costruzioni vede come normativa di riferimento il D.lgs. 81/2008, questo documento, oltre a descrivere le misure da adottare per la sicurezza e salute dei lavoratori stabilisce le figure professionali che sono coinvolte nella responsabilità della sicurezza e salute dei lavoratori. Queste figure sono:

### 2.1 Il committente

Il committente è colui che commissiona un'opera edile e è descritto con chiarezza nell'articolo 89 del D.lgs. 81/2008

#### **Art. 89**

*"committente: il soggetto per conto del quale l'intera opera viene realizzata, indipendentemente da eventuali frazionamenti della sua realizzazione. Nel caso di appalto di opera pubblica, il committente è il soggetto titolare del potere decisionale e di spesa relativo alla gestione dell'appalto;"[1]*

Il committente nel settore privato è colui che commissiona l'opera invece per quanto riguarda le opere pubbliche è colui che ha potere decisionale e di spesa per quanto riguarda la gestione dell'appalto e non il sindaco, l'assessore, la giunta oppure il Consiglio Comunale. La normativa attribuisce al committente delle significative responsabilità per quanto riguarda le scelte da effettuare per la realizzazione delle opere edili. La normativa però permette al committente di nominare un responsabile dei lavori a cui attribuire gran parte delle proprie responsabilità. Il responsabile dei

lavori può essere il progettista oppure il direttore dei lavori, questo dovrà prendere quasi tutte le decisioni in capo al committente, naturalmente assumendosene anche le responsabilità. Il responsabile dei lavori deve anche nominare il Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione (CSP) e il Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione (CSE), quando dovuto e sempre facendo riferimento agli obblighi conferitigli dal committente. Il responsabile dei lavori o il committente deve comunicare il nominativo dei coordinatori per la sicurezza alle imprese affidatarie ed esecutrici e ai lavoratori autonomi. Questi nominativi devono inoltre essere indicati all'interno del cartello di cantiere. Un'altra responsabilità del committente o del responsabile dei lavori è quella di verificare che il CSP e il CSE eseguano correttamente i propri compiti. Nel caso in cui il coordinatore ometta alle sue funzioni, il committente o il responsabile dei lavori deve dimostrare di aver adempiuto agli obblighi di verifica con diligenza.

## **2.2 Il responsabile dei lavori**

Il responsabile dei lavori è descritto sempre dall'art. 89 del D.lgs. 81/2008

### **Art. 89**

*"responsabile dei lavori: soggetto che può essere incaricato dal committente per svolgere i compiti ad esso attribuiti dal presente decreto; nel campo di applicazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, e successive modificazioni, il responsabile dei lavori è il responsabile del procedimento;"*[1]

Come già detto il committente può incaricare dei soggetti sia per la progettazione che per il controllo dell'esecuzione dell'opera. Dalla normativa è chiaro che durante la fase di progettazione dell'opera il progettista coincide con il responsabile dei lavori invece durante la fase esecutiva coincide con il direttore dei lavori. Inoltre, il responsabile dei lavori ha il compito prima dell'inizio dei lavori di predisporre la notifica preliminare indicata nell'art 90 del T.U.. Per quanto riguarda i lavori pubblici il responsabile dei lavori non cambiando tra la fase progettuale e quella esecutiva prende il nome di Responsabile Unico del Procedimento (RUP). Il RUP è un tecnico nominato dalle Amministrazioni Pubbliche nell'ambito del proprio organico. Gli obblighi del RUP sono elencati nell'art 90 del D.lgs. 81/2008 e coincidono con

quelli del committente.

## 2.3 Il datore di lavoro

Il datore di lavoro è descritto negli articoli n 16 e n 17 D.lgs. 81/2008

### **Art 16 del D.lgs. 81/2008**

*"La delega di funzioni da parte del datore di lavoro, ove non espressamente esclusa, è ammessa con i seguenti limiti e condizioni:*

- *che essa risulti da atto scritto recante data certa;*
- *che il delegato possenga tutti i requisiti di professionalità ed esperienza richiesti dalla specifica natura delle funzioni delegate;*
- *che essa attribuisca al delegato tutti i poteri di organizzazione, gestione e controllo richiesti dalla specifica natura delle funzioni delegate;*
- *che essa attribuisca al delegato l'autonomia di spesa necessaria allo svolgimento delle funzioni delegate;*
- *che la delega sia accettata dal delegato per iscritto".*

[1]

### **Art 17 del D.lgs. 81/2008**

*. "Il datore di lavoro non può delegare le seguenti attività:*

- *la valutazione di tutti i rischi con la conseguente elaborazione del documento previsto dall'articolo 28;*
- *la designazione del responsabile del servizio di prevenzione e protezione dai rischi".*

[1]

Nei precedenti articoli viene descritto come il datore di lavoro ha il potere di decidere e di investire denaro per rispettare gli obblighi di sicurezza. Nell' art 16 del D.lgs. 81/2008 è descritto come il datore di lavoro può delegare solo alcune delle proprie responsabilità relative alla sicurezza ma non può delegare le responsabilità dell'art 17 del D.lgs. 81/2008. Uno dei compiti dell'azienda è istituire un servizio di

prevenzione e protezione, inoltre l'azienda deve anche nominare i responsabili e gli addetti dei servizi di sicurezza e protezione che possono appartenere all'azienda oppure essere anche esterni a quest'ultima. Il Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione (RSPP) deve provvedere ad assolvere i compiti contenuti nell'art 33 del D. Lgs.81/2008. Il datore di lavoro deve istituire un servizio di formazione e prevenzione dei lavoratori. Inoltre, il datore di lavoro deve aver istituito un servizio per la gestione delle emergenze a livello aziendale. Infine, è compito del datore di lavoro nominare un medico aziendale competente. Questa figura ha il compito di effettuare la sorveglianza sanitaria attraverso accertamenti periodici e preventivi. Il medico aziendale deve effettuare la sorveglianza in maniera attiva, con visite sia agli ambienti di lavoro per certificarne l'idoneità sia ai lavoratori. L'impresa titolare del contratto di appalto col committente viene chiamata impresa affidataria o appaltatore. L'appaltatore può avvalersi sia di proprie mostranze, sia avvalersi del lavoro di imprese subappaltatrici, di imprese esecutrici, e di lavoratori autonomi. Ogni impresa esecutrice, prima dell'inizio dei lavori, deve redigere e consegnare all'appaltatore un Piano Operativo di Sicurezza (POS) che deve descrivere le modalità di gestione della propria attività in sicurezza. Un altro compito del datore di lavoro è quello di verificare la congruenza dei POS delle imprese esecutrici con il proprio, poi deve trasmettere tutti i POS al coordinatore in fase di esecuzione, inoltre deve coordinare gli interventi finalizzati all'attuazione delle misure di sicurezza e verificare l'idoneità tecnico-professionale sia dei lavoratori autonomi sia delle imprese esecutrici richieste in relazione ai lavori a loro affidati.

## **2.4 Il direttore tecnico**

Il direttore tecnico di cantiere è colui che gestisce per conto dell'appaltatore il cantiere. Questo ruolo può essere svolto sia da un dipendente dell'impresa sia da un professionista esterno, a cui viene dato un incarico formale e specifico. Il direttore tecnico di cantiere non va confuso con il direttore dei lavori. La figura del direttore tecnico è normata dall'art 3 del decreto 2 dicembre 2016, n. 263

### **Articolo 3**

1. *"Ai fini della partecipazione alle procedure di affidamento dei servizi attinenti all'architettura e all'ingegneria, i soggetti di cui all'articolo 46, comma 1, lettera c) del codice, sono tenuti a disporre di almeno un direttore tecnico con funzioni di collaborazione alla definizione degli indirizzi strategici del soggetto cui fa capo, di collaborazione e controllo delle prestazioni svolte dai tecnici incaricati delle progettazioni.*
2. *Il direttore tecnico di cui al comma 1, deve essere in possesso dei seguenti requisiti:*
  - *essere in possesso di laurea in ingegneria o architettura o in una disciplina tecnica attinente all'attività prevalente svolta dalla società;*
  - *essere abilitato all'esercizio della professione da almeno dieci anni nonché iscritto, al momento dell'assunzione dell'incarico, al relativo albo professionale previsto dai vigenti ordinamenti, ovvero abilitato all'esercizio della professione secondo le norme dei paesi dell'Unione europea cui appartiene il soggetto.*
3. *La società delega il compito di approvare e controfirmare gli elaborati tecnici inerenti alle prestazioni oggetto dell'affidamento, al direttore tecnico o ad altro ingegnere o architetto dipendente dalla medesima società e avente i medesimi requisiti. L'approvazione e la firma degli elaborati comportano la solidale responsabilità civile del direttore tecnico o del delegato con la società di ingegneria nei confronti della stazione appaltante.*
4. *Il direttore tecnico è formalmente consultato dall'organo di amministrazione della società per la definizione degli indirizzi relativi all'attività di progettazione, per la decisione di partecipazioni a gare per affidamento di incarichi o a concorsi di idee o di progettazione, nonché in materia di svolgimento di studi di fattibilità, ricerche, consulenze, progettazioni, direzioni dei lavori, valutazioni di congruità tecnico-economica e studi di impatto ambientale.*
5. *Le società di ingegneria, predispongono e aggiornano l'organigramma comprendente i soggetti direttamente impiegati nello svolgimento di funzioni professionali e tecniche, nonché di controllo della qualità e in particolare:*

- *i soci;*
- *gli amministratori;*
- *i dipendenti;*
- *i consulenti su base annua, muniti di partita I.V.A. che firmano i progetti, o i rapporti di verifica dei progetti, o fanno parte dell'ufficio di direzione lavori e che hanno fatturato nei confronti della società una quota superiore al cinquanta per cento del proprio fatturato annuo risultante dall'ultima dichiarazione I.V.A.*

6. *L'organigramma riporta, altresì, l'indicazione delle specifiche competenze e responsabilità. Se la società svolge anche attività diverse dalle prestazioni di servizi di cui all'articolo 46 del codice, nell'organigramma sono indicate la struttura organizzativa e le capacità professionali espressamente dedicate alla suddetta prestazione di servizi. I relativi costi sono evidenziati in apposito allegato al conto economico".*

[2]

Quindi il direttore tecnico di cantiere è direttamente responsabile del processo tecnico, produttivo ed economico del cantiere edile. Il direttore tecnico di cantiere è una figura che ricopre un ruolo di elevata responsabilità all'interno di un cantiere. Le attività che deve ricoprire riguardano la progettazione operativa, la verifica del rispetto delle norme di sicurezza, la gestione di ogni attività di cantiere, sia dalla ditta per cui lavora che dei subappaltatori e deve anche verificare che la contabilità relativa all'avanzamento dei lavori sia costantemente aggiornata. Il direttore tecnico di cantiere svolge la maggior parte del suo lavoro sul sito del cantiere. Come già detto può essere sia un dipendente che un libero professionista, che si deve rapportare continuamente sia col committente che con i tecnici e maestranze. Secondo l'art. 6 del DM 145/2000

**Art. 6.**

1. *"L'appaltatore è responsabile della disciplina e del buon ordine nel cantiere e ha l'obbligo di osservare e far osservare al proprio personale le norme di legge e di regolamento.*

2. *L'appaltatore, tramite il direttore di cantiere assicura l'organizzazione, la gestione tecnica e la conduzione del cantiere.*
3. *La direzione del cantiere è assunta dal direttore tecnico dell'impresa o da altro tecnico formalmente incaricato dall'appaltatore ed eventualmente coincidente con il rappresentante delegato ai sensi dell'articolo 4.*
4. *In caso di appalto affidato ad associazione temporanea di imprese o a consorzio, l'incarico della direzione di cantiere è attribuito mediante delega conferita da tutte le imprese operanti nel cantiere; la delega deve indicare specificamente le attribuzioni da esercitare dal direttore anche in rapporto a quelle degli altri soggetti operanti nel cantiere.*
5. *Il direttore dei lavori ha il diritto, previa motivata comunicazione all'appaltatore, di esigere il cambiamento del direttore di cantiere e del personale per indisciplina, incapacità o grave negligenza.*
6. *L'appaltatore è comunque responsabile dei danni causati dall'imperizia o dalla negligenza di detti soggetti, e risponde nei confronti dell'amministrazione committente per la malafede o la frode dei medesimi nell'impiego dei materiali."*

[3]

Il direttore tecnico è coinvolto nella predisposizione del piano operativo di sicurezza (POS), partendo dal PSC del committente, redigendo il piano sostitutivo di sicurezza (PSS) del singolo cantiere. Alla figura del direttore tecnico spesso è affiancata la figura del preposto. Il Preposto è colui che cura lo svolgimento e la continuità nell'esecuzione dei lavori, deve controllare l'efficacia delle misure di sicurezza adottate, deve fornire assistenza alle imprese esecutrici e inoltre deve sovrintendere il magazzino. Questa figura è fondamentale per quanto riguarda la gestione della sicurezza nei cantieri. Poiché essendo a diretto contatto con le maestranze è colui che può gestire in tempo reale le situazioni che si possono creare all'interno di un cantiere e facendo in modo che gli operai adottino tutte le misure di sicurezza previste nei cantieri edili. Nonostante il preposto sia una figura fondamentale per la sicurezza nei cantieri, egli deve semplicemente assicurarsi di far seguire al lavoratore le disposizioni di sicurezza in modo continuo ed efficace. Il controllo deve essere svolto in maniera diretta senza

l'intermediazione di altri; nonostante questo gli è permesso allontanarsi dal cantiere e anche svolgere altri compiti di sorveglianza o di lavoro.

## **2.5 Il Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione (RSPP)**

Il Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione (RSPP) è colui, che avendo determinate capacità e requisiti professionali, è incaricata dal datore di lavoro di individuare e valutare i rischi, e di valutare le relative misure di sicurezza. Deve provvedere al controllo in maniera sistematica delle misure di sicurezza del POS. Il RSPP deve essere nominato previa consultazione del RLS/RLST. Il RSPP deve essere segnalato sia all'ASL sia alla Direzione Provinciale del Lavoro, allegando a quest'ultima il curriculum professionale e i requisiti. Gli obblighi del RSPP sono:

- Deve collaborare alla valutazione e all'analisi dei rischi.
- Deve elaborare misure di prevenzione e protezione in base alla specificità dei luoghi di lavoro
- Deve definire a seconda delle varie lavorazioni le procedure di sicurezza
- Deve proporre programmi d'informazione e formazione dei lavoratori
- Deve partecipare alle riunioni periodiche di sicurezza e prevenzione istituite dal datore di lavoro aventi un numero di dipendenti maggiore di 15.
- Deve fornire le informazioni relative ai rischi individuati, alle misure di sicurezza adottate e alle procedure relative alla gestione delle emergenze ai lavoratori.

## **2.6 Le maestranze**

Le imprese esecutrici si avvalgono per i propri lavori di dipendenti. I dipendenti che appartengono all'impresa devono essere regolarmente assunti, informati e formati sulle proprie responsabilità. I lavoratori devono essere impiegati solo per i lavori stabiliti da contratto e devono anche essere formati e informati sulle lavorazioni da effettuare. Le maestranze sono l'insieme dei lavoratori appartenenti sia ad un'azienda

sia a un'impresa. Tutti i lavoratori devono prendersi cura della propria sicurezza e la sicurezza degli altri soggetti presenti sul posto di lavoro, che possono essere influenzate dalle proprie azioni. I lavoratori edili non sempre sono scrupolosi nell'utilizzo sì dei Dispositivi di Protezione Individuale (DPI) e dei sistemi di protezione collettiva. Qualsiasi lavoratore ha il diritto di pretendere all'azienda di lavorare in sicurezza, naturalmente deve anche farsi parte attiva del sistema di sicurezza. Dall'art 20 del T.U. si attribuiscono agli operai precise responsabilità che sono:

- deve adempiere agli obblighi previsti a tutela della salute e della sicurezza;
- deve rispettare sia le disposizioni sia le istruzioni impartite ai fini della protezione collettiva e individuale;
- deve utilizzare in maniera corretta le attrezzature di lavoro, le sostanze e i preparati pericolosi, i relativi dispositivi di sicurezza e i mezzi di trasporto e di movimentazione carichi;
- deve utilizzare in maniera corretta i dispositivi di protezione messi a loro disposizione e di non modificare o rimuovere senza autorizzazione i dispositivi di sicurezza o di segnalazione o di controllo;
- deve partecipare ai programmi di informazione e di formazione organizzati dal datore di lavoro;
- deve sottoporsi ai controlli sanitari previsti dal T.U.
- non deve compiere di propria iniziativa operazioni o manovre non di sua competenza o che possono compromettere la propria sicurezza o quella di altri soggetti.
- deve esporre una tessera di riconoscimento su cui sono indicate le generalità, la foto e l'indicazione del datore di lavoro.

## **2.7 Il Rappresentante dei Lavoratori per la Sicurezza (RLS)**

Dal D.lgs. n 626/94, recepito poi dal T.U., si istituisce la figura del Rappresentante dei Lavoratori per la Sicurezza (RLS), eletto dai lavoratori, o nel caso sia eletto da organizzazioni sindacali prende il nome di Rappresentante dei Lavoratori per la Sicurezza in ambito Territoriale (RLST). La figura del RLS o RLSP affianca il CSP e il CSE e rappresenta gli interessi dei lavoratori. I compiti del rappresentante dei lavoratori sono:

- deve dare un parere a carattere consultivo sulla valutazione dei rischi, sulle misure di protezione e di prevenzione da adottare, sulle modalità per la formazione e d'informazione dei lavoratori e sulla designazione degli addetti al servizio di protezione e prevenzione,
- deve segnalare al datore di lavoro i rischi individuati e deve controllare l'effettiva predisposizione delle misure di sicurezza e prevenzione;
- se riscontra misure di prevenzione insufficienti, deve fare ricorso alle autorità competenti (organi di vigilanza).

Il RLS è tutelato dalla legge per le rappresentanze sindacali quindi in alcun caso non deve essere mai oggetto di alcun pregiudizio e/o forzatura da parte del datore di lavoro. Il datore di lavoro ha l'obbligo di agevolare i compiti dell'RLS, rispettando i tempi e fornendo i mezzi necessari per l'esercizio delle sue funzioni.

## **2.8 I coordinatori della sicurezza**

Il committente o il responsabile dei lavori come abbiamo visto, nei cantieri dove è prevista la presenza di più imprese esecutrici anche non contemporaneamente deve designare:

- il coordinatore della sicurezza per la progettazione dell'opera (CSP), contemporaneamente all'affidamento dell'incarico di progettazione;

- il coordinatore della sicurezza per l'esecuzione dei lavori (CSE), anteriormente all'affidamento dei lavori.

Nel T.U. è specificato che coordinatore per l'esecuzione dei lavori non può essere il datore di lavoro dell'impresa esecutrice, né il responsabile del servizio di prevenzione e di protezione, né un suo dipendente.

### **2.8.1 Il Coordinatore della Sicurezza in fase di Progettazione (CSP)**

IL CSP svolge sin dalla fase di progettazione i compiti di pianificazione e progettazione delle misure di sicurezza, infatti, collabora con il progettista (se le due figure non coincidono) per integrare le scelte progettuali e d'impostazione del cantiere con le scelte riguardanti la salute e la sicurezza nelle fasi di esecuzione, uso e manutenzione dell'opera. A questa figura viene dato il compito di valutare già dalla fase di progetto, che l'opera da edificare abbia caratteristiche tali che permettano l'applicazione delle norme di sicurezza. È compito del CPS durante la progettazione o comunque prima della richiesta della presentazione delle offerte, redigere il piano di sicurezza e coordinamento (PSC) e quindi determinare i costi per la sicurezza. Per redigere il PSC deve:

- Deve individuare, analizzare e valutare i rischi per la sicurezza dove presenti;
- Deve disporre le procedure, gli apprestamenti e le attrezzature atti a garantire il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e per la tutela della salute dei lavoratori;
- Deve stimare i costi per la sicurezza;
- Deve individuare le prescrizioni da associare alla criticità di fasi di lavoro contemporanee
- Deve determinare misure per ovviare alla presenza in simultanea di più imprese o lavoratori autonomi.

Inoltre, è compito del CSP predisporre il fascicolo tecnico dell'opera, che deve comprendere tutti gli atti e le informazioni utili per poter effettuare in sicurezza

modifiche all'opera in maniera successiva al suo completamento. Il fascicolo non va redatto in caso di lavori di manutenzione ordinaria.

### **2.8.2 Il Coordinatore della Sicurezza in fase di Esecuzione (CSE)**

Il Coordinatore della Sicurezza in fase di Esecuzione (CSE) viene nominato dal committente e/o il responsabile dei lavori sempre quando nel cantiere è prevista la presenza di più imprese e non dipende dall'importo dei lavori. Il CSE è un tecnico che deve avere competenze specifiche in materia di sicurezza nei cantieri. Il CSE deve essere designato prima dell'affidamento dei lavori e opera durante l'esecuzione dei lavori, con lo scopo di garantire il coordinamento e l'informazione tra i diversi soggetti presenti nel cantiere. Al CSE devono essere trasmessi i POS delle imprese esecutrici prima dell'inizio dei lavori quindi il CSE ne deve valutare la compatibilità con il PSC e richiede modifiche e integrazioni. Può anche se lo ritiene opportuno modificare il PSC in base a eventuali proposte delle imprese. Inoltre, deve verificare in cantiere, con azioni di coordinamento e controllo, la corretta applicazione del PSC da parte di tutti i soggetti presenti in cantiere, aggiornare in corso d'opera eventuali procedure e verbalizzare quanto rilevato durante i controlli periodici. Il CSE deve organizzare anche il coordinamento tra le imprese e i lavoratori autonomi con azioni differenti:

- deve verificare le gerarchie e le responsabilità, i compiti, le competenze delle imprese e dei lavoratori autonomi presenti in cantiere;
- deve promuovere incontri periodici tra i lavoratori e i tecnici per informarli sul PSC e su eventuali aggiornamenti delle procedure;
- deve verbalizzare ogni determinazione assunta e concordata tra imprese e i lavoratori;
- Deve verificare che le imprese abbiano informato correttamente i lavoratori sugli adeguamenti concordati.

## 2.9 Il direttore dei lavori

Il Direttore dei lavori (DL) è un soggetto nominato dal committente per vigilare sulla corretta esecuzione dei lavori; in particolare il suo compito è la direzione e la supervisione dei lavori in modo da accertarne la regolare esecuzione e per il collaudo. Il DL è una figura di particolare importanza per quanto riguarda le opere pubbliche. Le figure con cui si interfaccia sono il committente, il progettista, il responsabile della sicurezza, il direttore di cantiere, il direttore operativo, l'ispettore di cantiere e con le maestranze. Le attività del direttore dei lavori svolte prima, durante e dopo la fine dei lavori sono:

- deve dirigere e controllare sotto l'aspetto tecnico, amministrativo e contabile la corretta esecuzione dei lavori, naturalmente nel rispetto del contratto d'appalto e dei suoi allegati
- verificare che i lavori siano eseguiti a regola d'arte e in conformità al contratto d'appalto;
- La verifica effettuata periodicamente del possesso e la regolarità da parte dell'appaltatore della documentazione prevista dalle leggi in materia di obblighi nei confronti dei dipendenti;
- deve dialogare con il CSP e il CSE;
- Deve sospendere i lavori su ordine del committente o del responsabile dei lavori e dietro segnalazione del CSE

Nel caso in cui si riscontri un pericolo grave e immediato per i lavoratori consente la sospensione delle singole lavorazioni. L'art. 151 del D.P.R.207 del 2010 prevede che la sicurezza nel cantiere può essere esclusa dall'incarico di direttore dei lavori. Però se così avviene, questa sarà a carico del committente, del committente, del responsabile dei lavori e del CSE. Per quanto riguarda i lavori pubblici, se il direttore dei lavori non ha le competenze e i requisiti per poter svolgere il ruolo di CSE, il committente o il responsabile dei lavori nominano un direttore operativo con il ruolo di coordinatore per la sicurezza. Gli articoli che per le opere pubbliche stabiliscono le funzioni del direttore dei lavori sono artt. 147,148,149, e150 del D.P.R. 207 del 2010, che costituisce il nuovo

regolamento per i lavori pubblici. Inoltre, considerata la complessità dell'opera da realizzare, è previsto la formazione di un ufficio direzione lavori, formato dal direttore dei lavori e da uno o più suoi assistenti come il direttore operativo e l'ispettore di cantiere. Queste figure monitorano durante l'esecuzione dei lavori per accettarne la regolare esecuzione e per il collaudo, ma non hanno alcuna responsabilità nel campo della sicurezza del cantiere. Infatti, nonostante il direttore dei lavori si avvalga di collaboratori la responsabilità rimane di sua competenza.

È compito del CSE segnalare al committente o al responsabile dei lavori le eventuali inosservanze delle disposizioni di sicurezza, proponendo la sospensione dei lavori, l'eventuale allontanamento delle imprese e dei lavoratori autonomi dal cantiere o la risoluzione del contratto. Nel caso in cui dal committente o dal responsabile dei lavori non venga adottato nessun provvedimento in merito alle questioni segnalate, il CSE deve comunicare l'inadempienza alla Direzione Provinciale del Lavoro e all'Azienda Sanitaria Locale territorialmente competenti. Nel caso di grave pericolo, è compito del CSE sospendere i lavori finché non siano avvenuti gli adeguamenti effettuati dalle imprese con le relative verifiche.

## Capitolo 3

### Le norme per la sicurezza

Per quanto riguarda la sicurezza nei cantieri questa è normata principalmente dal D.lgs. 81 del 2008. Le attrezzature e i dispositivi per la sicurezza invece sono normate dall'Ente nazionale italiano di unificazione (UNI). In questo capitolo andremo ad analizzare le normative e le UNI relative ai ponteggi, alla gru e alle recinzioni di cantiere. Prima di parlare delle norme che riguardano i ponteggi dobbiamo dire quali sono le norme che regolano i lavori in quota e la protezione della caduta dall'alto. Dall'art 111 del D.lgs. 81 del 2008 si deducono gli obblighi del datore di lavoro per l'uso di attrezzature per i lavori in quota che sono:

- Il datore di lavoro, nel caso in cui i lavori in quota non possano essere svolti in sicurezza e in condizioni ergonomiche adeguate, deve scegliere le attrezzature più idonee a garantire e a mantenere le condizioni di lavoro sicure, seguendo questi criteri:
  - deve dare priorità alle misure di protezione collettiva rispetto alle misure di protezione individuale;
  - deve dimensionare le attrezzature di lavoro in base ai lavori da eseguire, alle sollecitazioni prevedibili e ad una circolazione priva di rischi.
- Il datore di lavoro deve scegliere il tipo di sistema più idoneo all'accesso ai lavori temporanei in quota tenendo conto della frequenza di circolazione, del dislivello e la durata dell'impiego. Il sistema deve essere progettato in modo da consentire l'evacuazione in caso di pericolo imminente. Il passaggio da un sistema ad un altro e viceversa non deve comportare ulteriori rischi di caduta.

### *Capitolo 3 Le norme per la sicurezza*

- Il datore di lavoro deve predisporre l'utilizzo della scala a pioli solo nel caso in cui le attrezzature di lavoro siano considerate più sicure e non è giustificato dal fatto che il rischio sia limitato, dalla breve durata dei lavori oppure dalle caratteristiche esistenti dei siti che non può modificare.
- Il datore di lavoro deve predisporre affinché siano impiegati sistemi di accesso e di posizionamento mediante funi alle quali il lavoratore è direttamente sostenuto, questo deve avvenire soltanto nel caso in cui, a seguito di una valutazione dei rischi, risulta che il lavoro non può essere svolto in condizioni di sicurezza e quindi va valutato l'impiego di un'altra attrezzatura di lavoro più sicura, e non è giustificato dalla breve durata dei lavori oppure dalle caratteristiche esistenti dei siti che non può modificare.
- Il datore di lavoro deve in base ai commi precedenti, individuare le misure atte a minimizzare i rischi per i lavoratori, insiti nelle attrezzature in questione, prevedendo, dove necessario l'installazione di dispositivi di protezione contro le cadute. Questi devono avere una configurazione ed una resistenza tale da evitare o arrestare le cadute da luoghi di lavoro in quota e da prevenire, per quanto possibile, le eventuali lesioni dei lavoratori. In presenza di scale a pioli o a gradini e soltanto in loro presenza, i dispositivi di sicurezza possono essere interrotti.
- Il datore di lavoro nel caso in cui una lavorazione di natura particolare richieda una temporanea eliminazione di un dispositivo di protezione collettiva contro le cadute, deve adottare misure di sicurezza equivalenti ed efficaci. Quindi il lavoro può essere svolto con l'adozione di tali misure. Una volta terminata la lavorazione sia in maniera temporanea sia in maniera definitiva, i dispositivi di protezione collettiva contro le cadute devono essere ripristinati.
- Il datore di lavoro non deve far effettuare dei lavori temporanei in quota se le condizioni meteorologiche possono mettere in pericolo la sicurezza e la salute dei lavoratori.
- Il datore di lavoro deve disporre misure affinché sia vietato assumere e somministrare bevande alcoliche e superalcoliche ai lavoratori addetti ai cantieri

temporanei e mobili e ai lavori in quota.

Nel caso in cui le misure di sicurezza sopra citate non siano state attuate il comma 1 dell'art 115 del D.lgs. 81 del 2008 stabilisce che i lavoratori devono utilizzare sistemi di protezione idonei per l'uso specifico composti da più elementi, non necessariamente presenti contemporaneamente, conformi alle norme tecniche come:

- Assorbitori di energia;
- Connettori;
- Dispositivi di ancoraggio;
- Coordini;
- Dispositivi retrattili;
- Guide o linee vita flessibili;
- Guide o linee vita rigide;
- Imbracature.

Il comma 3 del sopracitato articolo invece stabilisce che il sistema di protezione deve essere assicurato, direttamente o mediante connettore lungo una guida o linea vita, a parti stabili delle opere fisse o provvisorie.

### **3.1 Le norme relative ai ponteggi**

Adesso che abbiamo analizzato le norme che stabiliscono quando ed il corretto utilizzo delle misure di sicurezza contro la caduta dall'alto, possiamo passare ad introdurre l'argomento dei ponteggi. I ponteggi sono normati dagli articoli 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, dagli allegati XIX, e XXII del D.lgs. 81/08 e dalle UNI EN 12810 e UNI EN 12811 o per quanto riguarda i giunti alla norma UNI EN 74. Adesso andremo ad analizzare gli articoli sopra citati:

### **3.1.1 Articolo 122 - I ponteggi e le opere provvisionali**

L'art. 122 dice nei lavori in quota devono essere adottate adeguate impalcature o ponteggi o idonee opere provvisionali o comunque misure atte ad eliminare i pericoli di caduta di persone e di cose.

### **3.1.2 Articolo 123 - Il montaggio e lo smontaggio delle opere provvisionali**

L'art 123 stabilisce che il montaggio e lo smontaggio delle opere provvisionali devono essere svolti sotto la diretta sorveglianza di un preposto ai lavori

### **3.1.3 Articolo 124 - Il deposito di materiali sulle impalcature**

L'art. 124 stabilisce che:

- non si possano creare aree di deposito sui ponti di servizio e sulle impalcature, eccezion fatta per quello temporaneo dei materiali ed attrezzi necessari ai lavori.
- Il peso sia delle persone sia dei materiali deve essere inferiore a quello consentito dalla resistenza strutturale del ponteggio; inoltre, lo spazio occupato dai materiali deve consentire le manovre e i movimenti necessarie per l'andamento del lavoro.

### **3.1.4 Articolo 125 - La disposizione dei montanti**

L'art. 125 norma la disposizione dei montanti e dice:

- I montanti devono essere costituiti con elementi accoppiati, i cui punti di sovrapposizione devono risultare sfalsati di almeno un metro, devono essere verticali o leggermente inclinato verso la struttura.
- I montanti singoli sono ammessi solo fino ad un'altezza di 8 metri; invece, per impalcature di altezza superiore sono consenti soltanto per gli ultimi 7 metri.
- Il piede dei montanti deve essere infisso o assicurato alla base di appoggio in modo da impedire qualsiasi cedimento sia in senso verticale sia in senso orizzontale.

### 3.1 *Le norme relative ai ponteggi*

- I montanti devono avere un'altezza minima di 1.2 metri dall'ultimo impalcato; nella parte interna dei montanti devono essere installate correnti e tavola fermapiede a protezione dei lavoratori che operano sull'ultimo piano dell'impalcato.
- La distanza massima tra due montanti consecutivi non deve essere superiore a 3.6 metri; una distanza maggiore può essere consentita quando ciò sia richiesto da evidenti motivi di esercizio del cantiere, purché, la sicurezza del ponteggio sia garantita da un progetto redatto da un ingegnere o architetto corredato da relativi calcoli di stabilità.
- Il ponteggio deve essere ancorato in maniera efficace alla costruzione almeno in corrispondenza ad ogni due montanti e ogni due piani, la disposizione degli ancoraggi deve essere effettuata con una forma a rombo o una di pari efficacia.

#### **3.1.5 Articolo 126 - I parapetti**

L'art 126 riguarda i parapetti e afferma che gli impalcati e ponti di servizio, le andatoie, le passerelle, poste ad un'altezza maggiore di 2 metri, devono essere provvisti su tutti i lati verso il vuoto di un robusto parapetto e in buono stato di conservazione.

#### **3.1.6 Articolo 127 - I ponti a sbalzo**

L'art. 127 stabilisce l'utilizzo dei ponti a sbalzo e afferma che nei casi in cui non fosse consentito l'impiego di ponti normali, si possono impiegare i ponti a sbalzo perché la loro costruzione avvenga con idonei procedimenti di calcolo e ne garantisca sia la solidità sia la stabilità.

#### **3.1.7 Articolo 128 - I sottoponti**

L'art 128 norma i sottoponti e afferma che:

- Il sottoponte quando è necessario non deve essere costruito ad una distanza superiore a 2.5 metri;

- il sottoponte può essere omesso per i ponti sospesi, per le torri di carico, per i ponti a sbalzo e quando vengono eseguiti lavori di manutenzione e di riparazione con durata inferiore a cinque giorni.

### **3.1.8 Articolo 129 - Le impalcature nelle costruzioni in conglomerato cementizio**

L'articolo riguarda le impalcature nelle costruzioni in conglomerato cementizio. Questo stabilisce che:

- Per quanto riguarda l'esecuzione di opere a struttura in conglomerato cementizio, nel caso in cui non si provveda ad una costruzione da terra di una normale impalcatura con montanti, prima di iniziare l'erezione delle casseforme per il getto dei pilastri perimetrali, deve essere sistemato, in corrispondenza al piano raggiunto, un regolare ponte di sicurezza a sbalzo, con una lunghezza utile di almeno 1.2 metri.
- per quanto riguarda le armature di sostegno del cassero sia per il getto della soletta sia della trave perimetrale, non devono sporgere dal filo del fabbricato più di 40 centimetri per premettere l'affiancamento della sponda esterna del cassero. Per il sottoponte può servire l'impalcato oppure il ponte costruito in corrispondenza del piano sottostante.
- Nei luoghi di transito o di stazionamento deve essere sistemata, all'altezza del solaio di copertura del piano del terreno, una mantovana a protezione contro la caduta di materiali dall'alto. Questa protezione si può sostituire con una chiusura continua in graticci sul fronte del ponteggio, nel caso in cui siano presenti le stesse garanzie di sicurezza o con una delimitazione dell'area sottostante.

### **3.1.9 Articolo 130 - Le andatoie e le passerelle**

L'articolo 130 norma le andatoie e le passerelle, e stabilisce che:

- le andatoie non devono avere larghezza minore di 0.6 metri, nel caso in cui siano destinate soltanto al passaggio dei lavoratori invece questa misura sale

a 1.2 metri nel caso siano destinate al trasporto dei materiali. Devono avere una pendenza inferiore del cinquanta per cento.

- nel caso di andatoie lunghe devono essere interrotte da pianerottoli di riposo ad opportuni intervalli; sulle andatoie devono essere presenti dei listelli trasversali a distanza non maggiore del passo di un uomo carico

### 3.1.10 Articolo 131 - L'autorizzazione alla costruzione ed all'impiego

Stabilisce le norme per l'autorizzazione alla costruzione ed all'impiego, per i ponteggi metallici e non, queste sono:

- Per ogni tipo di ponteggio, il fabbricante deve chieder al Ministero del lavoro, della salute e delle politiche sociali l'autorizzazione alla costruzione e all'impiego, allegando alla domanda una relazione nella quale devono essere specificati gli elementi elencati nel prossimo punto dell'articolo.
- Il Ministero del lavoro, della salute e delle politiche sociali in aggiunta all'autorizzazione del punto precedente, attesta, a richiesta e a seguito di un'esame della documentazione tecnica, la corrispondenza del ponteggio già autorizzato alle norme UNI EN 12810 e UNI EN 12811 o per quanto riguarda i giunti alla norma UNI EN 74
- I ponteggi avente un interasse qualsiasi tra i montanti della stessa fila possono essere autorizzati alla costruzione e all'impiego a patto che i risultati delle prove di carico condotte in maniera adeguata e su prototipi significativi degli schemi funzionali garantiscano i requisiti dei gradi di sicurezza previsti dalle norme di buona tecnica.
- L'autorizzazione ha una validità di dieci anni ed è soggetta a rinnovo per verificare se il ponteggio è adeguato all'evoluzione del progresso tecnico.
- chiunque voglia impiegare ponteggi deve farsi rilasciare dal fabbricante una copia dell'autorizzazione sopracitata e gli schemi elencati al comma 1, lettere d), e), f), e g) delle art. 132.
- Ministero del lavoro, della salute e delle politiche sociali si avvale anche dell'ISPESL per quanto riguarda il controllo delle caratteristiche tecniche dei ponteggi

dichiarate dal titolare dell'autorizzazione, con controlli a campione presso le sedi di produzione.

### **3.1.11 Articolo 132 - La relazione tecnica**

la relazione tecnica nominata nell'articolo 131 e deve avere i seguenti criteri:

- a) la descrizione degli elementi che formano il ponteggio, con le loro dimensioni, le tolleranze ammissibili e schema dell'insieme;
- b) Deve essere riportata la classe di resistenza dei materiali impiegati e i coefficienti di sicurezza adottati per i singoli materiali;
- c) Devono essere elencate le prove di carico che sono state effettuate sui vari elementi;
- d) Il calcolo del ponteggio secondo le varie condizioni d'impiego;
- e) Le istruzioni per le prove di carico del ponteggio.
- f) le istruzioni di montaggio, uso e smontaggi del ponteggio.
- g) Gli schemi-tipo del ponteggio con l'indicazione dei massimi ammessi di sovraccarico, e delle dimensioni relative all'altezza dei ponteggi e alla lunghezza degli impalcati per i quali non vi è l'obbligo del calcolo per ogni singola applicazione.

### **3.1.12 Articolo 133 - Il progetto dei ponteggi**

Questo articolo stabilisce che:

- i ponteggi con una altezza superiore a 20 metri e quelli per i quali non sono disponibili all'interno della relazione di calcolo le specifiche configurazioni strutturali utilizzate insieme ai relativi schemi d'impiego, come pure le altre opere provvisorie, sia che siano costituite da elementi metallici che non, oppure con una marcata importanza e complessità per quanto riguarda le loro dimensioni e ai sovraccarichi, non possono essere eretti senza un progetto contenente:
  - Un calcolo di stabilità e di resistenza svolto secondo le istruzioni ministeriali;

– Un disegno esecutivo

- Il progetto, deve essere firmato da un ingegnere o architetto correttamente iscritto all'albo, all'interno del progetto devono essere presenti informazioni per definire il ponteggio nei confronti di carichi, delle sollecitazioni, e dell'esecuzione.
- Una copia dell'autorizzazione ministeriale citata nell'art 131 e una copia sia del progetto sia dei disegni esecutivi devono essere conservate ed esibite, su richiesta degli organi di vigilanza, questo nel caso in cui si utilizzino nel cantiere ponteggi come descritti dal comma 1 di questo articolo

### **3.1.13 Articolo 134 - La documentazione**

L'articolo 134 descrive la documentazione riguardo gli impalcati che deve essere presente in cantiere ed esibita agli organi di vigilanza su richiesta. Questi sono:

- Una copia della documentazione elencata al comma 6 dell'articolo 131;
- Una copia del piano di montaggio, uso e smontaggio (Pi.M.U.S.), i cui contenuti minimi sono indicati nell'allegato XXII del T.U.;
- Ogni eventuale modifica al ponteggio deve essere subito riportata sul disegno, queste devono rimanere nell'ambito dello schema-tipo che ha giustificato l'esenzione dal calcolo.

### **3.1.14 Articolo 135 - Il marchio del fabbricante**

Questo dice che tutti gli elementi dei ponteggi devono riportare in modo indelebile il marchio del fabbricante, quest'ultimo può essere impresso, rilievo o ad incisione

### **3.1.15 Articolo 136 - Il montaggio e lo smontaggio**

In questo articolo viene descritto il corretto uso e smontaggio delle impalcature. Stabilendo degli obblighi per il datore di lavoro e delle norme per quanto riguarda la struttura. Gli obblighi del datore di lavoro sono:

- deve provvedere in caso di lavori in quota a redigere per mezzo di una persona competente un Pi.M.U.S., questo deve essere in funzione della complessità del

ponteggio scelto, inoltre deve essere presente una valutazione delle condizioni di sicurezza realizzate per mezzo degli specifici sistemi utilizzati sia per una particolare realizzazione sia in ciascuna fase di lavoro prevista in cantiere. Il Pi.M.U.S. può essere sotto forma di piano di applicazione generalizzato ma deve essere integrato da progetti particolareggiati e da istruzioni per gli schemi costituenti del ponteggio, inoltre deve essere sempre a disposizione del preposto addetto alla sorveglianza e ai lavoratori interessati;

- Deve assicurare che lo scivolamento degli elementi di appoggio di un ponteggio sia impedito tramite un dispositivo antiscivolo o una qualunque altra soluzione con un'efficacia equivalente;
- deve assicurare che i piani di posa abbiano una capacità portante sufficiente;
- deve assicurare che il ponteggio sia stabile;
- deve assicurare che la disposizione, le dimensioni e la forma degli impalcati siano idonee alla tipologia di lavori da eseguire, ai carichi da sopportare e tali che permettano lo svolgimento dei lavori e una circolazione sicura;
- deve assicurare il corretto montaggio degli impalcati e dei ponteggi in modo da impedirne lo spostamento degli elementi che lo compongono durante il loro utilizzo, inoltre deve verificare l'eventuale presenza di spazi vuoti pericolosi tra gli elementi che formano l'impalcato tra i dispositivi verticali di protezione collettiva contro le cadute;
- è compito del datore di lavoro delimitare ed evidenziare le parti del ponteggio non pronte all'uso, con particolare attenzione nelle fasi di montaggio, modifica e smontaggio, questa deve avvenire tramite segnaletica di avvertimento di pericolo generico oppure delimitandone l'accesso all'area pericolosa tramite l'utilizzo di elementi materiali che ne impediscono l'accesso
- il datore di lavoro deve assicurare che i ponteggi siano montati, smontati o modificati solo con la presenza e la sorveglianza di un preposto, a regola d'arte e in maniera conforme al Pi.M.U.S., svolta da dei lavoratori che hanno ricevuto una formazione mirata e adeguata alle operazioni da svolgere. Per

### 3.1 Le norme relative ai ponteggi

quanto riguarda la formazione dei lavoratori, ha carattere teorico-pratico e deve riguardare:

- la comprensione del Pi.M.U.S.;
- la sicurezza in base alle normative vigenti in tutte le fasi di montaggio, smontaggio o trasformazione del ponteggio;
- le misure per la prevenzione dei rischi dovuti alla caduta di persone o di oggetti;
- le misure di sicurezza da adottare nel caso in cui le condizioni meteo diventino avverse e pregiudichino la sicurezza del ponteggio;
- le condizioni di carico ammissibile;
- tutti i rischi che possono nascere dalle operazioni di montaggio, smontaggio o trasformazione. Nell'allegato XXI sono riportati gli indirizzi e i requisiti minimi per i soggetti formatori, la durata e la validità dei corsi. Invece per quanto riguarda la struttura pone due vincoli:

- 1 quando si devono serrare più aste correnti in un nodo i giunti devono essere collocati strettamente l'uno vicino all'altro;
- 2 Per ogni ponte devono essere applicate due correnti, uno di questi può svolgere la funzione di parapetto.

#### **3.1.16 Articolo 137 - La manutenzione e la revisione**

Questo riguarda la manutenzione e revisione dei ponteggi. Stabilisce che è compito del preposto ad intervalli periodici o dopo violente perturbazioni atmosferiche oppure interruzione prolungata del lavoro verificare la verticalità dei montati, della efficienza degli ancoraggi e della controventatura, del corretto serraggio dei giunti e nel caso in cui riscontrasse problematiche deve sostituire o effettuare un rinforzo degli elementi problematici. Bisogna inoltre controllare che gli elementi del ponteggio sia protetti da agenti nocivi esterni con idonei sistemi di protezione.

#### **3.1.17 Articolo 138 - Le norme particolari**

Stabilisce delle norme particolari che gli impalcati devono rispettare come:

### *Capitolo 3 Le norme per la sicurezza*

- le tavole presenti nell'impalcato devono essere correttamente fissate ai traversi metallici in modo da impedirne lo scivolamento;
- il distacco massimo consentito del piano di calpestio dalla muratura è di 20 centimetri;
- C'è il divieto di gettare dall'alto gli elementi del ponteggio;
- C'è il divieto di salire e scendere lungo i montanti; Nell'ultimo punto di questo articolo vengono fatte delle deroghe per quanto riguarda gli impalcati in legno.

#### **3.1.18 L'allegato XXII del T.U.**

Per l'utilizzo dei ponteggi va redatto un documento operativo chiamato Piano di Montaggio Uso e Smontaggio dei ponteggi o Pi.M.U.S.. Questo documento è obbligatorio per tutti i cantieri che prevedevano l'utilizzo di ponteggi per l'esecuzione dei lavori. Il Pi.M.U.S. deve contenere avere dei requisiti minimi indicati dall'allegato XXII del T.U., questi sono:

- i dati riguardanti l'identificazione del luogo di lavoro;
- i dati per identificare il datore di lavoro che effettuerà le operazioni di montaggio e/o trasformazioni e smontaggio del ponteggio;
- i dati per identificare la squadra dei lavoratori, che deve comprendere il preposto, addetti al montaggio, e/o trasformazioni e smontaggio del ponteggio;
- i dati che permettono di identificare il ponteggio;
- deve contenere il disegno tecnico esecutivo, dal quale deve risultare:
  - a) la firma e generalità del progettista, tranne nei casi indicati dalla lettera g dell'articolo 132
  - b) l'indicazione sia degli ancoraggi sia degli appoggi;
  - c) i sovraccarichi massimi per metro quadrato del ponteggio.

Nel caso in cui non vi è l'obbligo di calcolo come indicato nei punti a e g dell'articolo 132, a posto delle indicazioni richieste dal punto a, come stabilito

### 3.1 Le norme relative ai ponteggi

dal comma 1 dell'art 136 sono sufficienti la firma e le generalità della persona competente che si occupa di redigere il Pi.M.U.S

- quando previsto deve contenere il progetto del ponteggio;
- deve contenere un piano di applicazione generalizzata che dia le indicazioni per quanto riguarda le operazioni di montaggio, smontaggio e/o trasformazione del ponteggio. Questo deve contenere:
  - a) la planimetria delle zone in cui verrà montato il ponteggio e le zone invece addette allo stoccaggio di esso, inoltre deve evidenziare: la viabilità, le delimitazioni, la segnaletica ecc.,
  - b) le modalità con cui sono state effettuate la verifica ed il controllo del piano di appoggio del ponteggio,
  - c) le modalità con cui avverranno il tracciamento del ponteggio, l'impostazione della prima campata, il controllo della verticalità, il controllo del livello/bolla del primo impalcato e la distanza tra il ponteggio e l'opera,
  - d) la descrizione dei DPI adottati nelle operazioni di montaggio, smontaggio e/o trasformazione del ponteggio e il loro utilizzo, con un riferimento specifico dell'eventuale sistema di arresto della caduta utilizzato ed ai suoi relativi punti di ancoraggio,
  - e) La descrizione delle attrezzature utilizzate sia nelle operazioni di montaggio sia nelle operazioni di smontaggio e/o di trasformazione del ponteggio e le loro modalità d'installazione e di uso,
  - f) Le norme per la sicurezza da adottare nel caso in cui ci siano linee elettriche aeree nude in tensione nelle vicinanze del ponteggio, specificate nell' art 117 del T.U.,
  - g) la tipologia e le modalità di realizzazione degli ancoraggi,
  - h) le misure di sicurezza che devono essere adottate in caso di cambiamento delle condizioni metrologiche che possono essere un pericolo per la sicurezza del ponteggio e dei lavoratori,
  - i) Le misure di sicurezza che vanno adottate contro la caduta degli oggetti dall'alto;

- vanno illustrate le modalità di montaggio e smontaggio e/o trasformazione, riportando in maniera specifica i “passi” da eseguire, ma vanno anche riportate le regole sia puntuali che specifiche da adottare durante queste operazioni, questo avviene tramite l’ausilio di specifici elaborati esplicativi contenenti le corrette istruzioni, vanno privilegiati gli elaborati costituiti da schemi, disegni e foto;
- bisogna indicare le regole da applicare durante l’intero uso del ponteggio;
- vanno indicate le verifiche che sono da effettuare sul ponteggio sia prima del suo montaggio sia durante il suo utilizzo queste sono indicate nell’allegato XIX del T.U..

### **3.1.19 L’allegato XIX del T.U.**

Questo allegato specifica le verifiche di sicurezza che vanno effettuate sui ponteggi metallici fissi. La sicurezza strutturale di un ponteggio ricopre un ruolo fondamentale e dipende da un insieme di fattori come: il numero di montaggi e smontaggi, la frequenza di utilizzo, il conforme stoccaggio dei componenti l’utilizzo conforme all’autorizzazione ministeriale, l’ambiente di lavoro e lo stato di conservazione degli elementi che lo compongono. Quindi possiamo dedurre che stabilire la durata della vita di un ponteggio non è semplice perché essa dipende da molti fattori, per questo vengono stabiliti delle istruzioni che andremo ad analizzare in seguito, queste ribadiscono controlli minimali, ritenuti fondamentali. L’utilizzatore deve necessariamente eseguire queste istruzioni prima del montaggio del ponteggio, analizzando in base alle diverse tipologie costruttive, gli elementi in cui si possono riscontrare anomalie che potrebbero influire sulla stabilità del sistema e quindi ridurre la sicurezza dei lavoratori. Nella prima parte di questo allegato sono riportate delle schede che elencano le verifiche che l’utilizzatore deve eseguire prima di poter procedere ad ogni montaggio di qualsiasi tipologia di ponteggio. Queste verifiche vengono effettuate principalmente con una valutazione visiva degli oggetti. Vengono quindi elaborate tre tabelle in base ai diversi tipi di ponteggio utilizzato queste sono:

- I ponteggi metallici a telai prefabbricati;
- I ponteggi metallici a montanti e traversi prefabbricati;

### 3.1 Le norme relative ai ponteggi

- I ponteggi metallici a tubi e giunti.

Queste poi vengo ulteriormente suddivise in base agli elementi da controllare. Adesso gli elementi che andremo a controllare in base alle diverse tipologie:

Tabella 3.1: I controlli relativi ai ponteggi metallici a telai prefabbricati

Elementi	Tipo di verifica	Misura da adottare
Generale	Esista un libretto dell'autorizzazione ministeriale, rilasciato dal ministero del lavoro, della salute e delle politiche sociali.	Nel caso in cui manchi il suddetto il ponteggio non potrà essere montato; quindi, bisognerà richiederlo al fabbricante del ponteggio
	Bisogna controllare che tutti gli elementi in tubi e giunti siano del tipo autorizzato e appartenenti ad un unico fabbricante	Nel caso in cui il controllo sia negativo, si devono utilizzare gli elementi autorizzati appartenenti ad un unico fabbricante
	Sia presente il marchio e conforme a quanto riportato nel libretto	Se il suddetto non è rilevabile oppure non è conforme bisogna scartare l'elemento
Telaio		

**Tabella 3.1** continua dalla pagina precedente

Elementi	Tipo di verifica	Misura da adottare
	Lo stato di conservazione della protezione contro la corrosione	Nel caso in cui il controllo sia negativo, si deve procedere al controllo degli spessori, nel caso in cui anche quest'ultimo controllo fosse negativo dobbiamo scartare l'elemento se invece è positivo possiamo passare al ripristino della protezione, in maniera conforme a quanto previsto dal fabbricante del ponteggio
	La verticalità dei montanti del telaio	Se questa non è soddisfatta bisogna scartare l'elemento
	Si deve controllare lo spinotto di collegamento tra i montanti	In caso di controllo negativo va scartato l'elemento
	I perni e/o le boccole degli attacchi delle controventature	In caso di controllo negativo bisogna scartare l'elemento o ripristinare la funzionalità di questo elemento in maniera conforme a quanto previsto dal fabbricante del ponteggio
	L'orizzontalità del traverso	In caso di controllo negativo va scartato l'elemento
Correnti e diagonali	Sia presente il marchio e conforme a quanto riportato nel libretto.	Se il suddetto non è rilevabile oppure non è conforme bisogna scartare l'elemento

Tabella 3.1 continua dalla pagina precedente

Elementi	Tipo di verifica	Misura da adottare
	Lo stato di conservazione della protezione contro la corrosione	Nel caso in cui il controllo sia negativo, si deve procedere al controllo degli spessori, nel caso in cui anche quest'ultimo controllo fosse negativo dobbiamo scartare l'elemento se invece è positivo possiamo passare al ripristino della protezione, in maniera conforme a quanto previsto dal fabbricante del ponteggio.
	La linearità dell'elemento	Nel caso in cui il controllo sia negativo bisogna scartare l'elemento
	Lo stato di conservazione dei collegamenti del telaio,	Nel caso in sia negativo bisogna scartare l'elemento.
Impalcati prefabbricati	Sia presente il marchio e conforme a quanto riportato nel libretto.	Se il suddetto non è rilevabile oppure non è conforme bisogna scartare l'elemento
	Lo stato di conservazione della protezione contro la corrosione	Nel caso in cui il controllo sia negativo, si deve procedere al controllo degli spessori, nel caso in cui anche quest'ultimo controllo fosse negativo dobbiamo scartare l'elemento se invece è positivo possiamo passare al ripristino della protezione, in maniera conforme a quanto previsto dal fabbricante del ponteggio

**Tabella 3.1 continua dalla pagina precedente**

Elementi	Tipo di verifica	Misura da adottare
	L'orizzontalità dei piani di calpestio	Nel caso in cui il controllo sia negativo occorre scartare l'elemento,
	L'assenza di deformazioni negli appoggi al trasverso	Nel caso in cui il controllo sia negativo bisogna scartare l'elemento,
	L'efficienza dei sistemi di collegamento tra i piani di calpestio, come la testata con ganci di collegamento al trasverso ed irrigidimenti. Si deve controllare l'integrità del sistema di collegamento e che nel sistema di collegamento non vi siano cricche distacchi ed ossidazioni penetranti per saldatura	Nel caso in cui il controllo sia negativo bisogna scartare l'elemento oppure procedere al ripristino dell'efficienza dei suddetti
Basette fisse	Sia presente il marchio e conforme a quanto riportato nel libretto	Se il suddetto non è rilevabile oppure non è conforme bisogna scartare l'elemento
	Il piatto di base della basetta sia orizzontale,	Nel caso in cui il controllo sia negativo occorre scartare l'elemento
Basette regolabili	Sia presente il marchio e conforme a quanto riportato nel libretto	Se il suddetto non è rilevabile oppure non è conforme bisogna scartare l'elemento,

Tabella 3.1 continua dalla pagina precedente

Elementi	Tipo di verifica	Misura da adottare
	Il piatto di base della basetta sia orizzontale	Nel caso in cui il controllo sia negativo occorre scartare l'elemento
	La verticalità dello stelo	Nel caso in cui il controllo sia negativo occorre scartare l'elemento
	Lo stato di conservazione della filettatura dello stelo e della ghiera filettata. Bisogna controllare lo stato di conservazione della filettatura e la regolare avvitamento della ghiera	Nel caso in cui il controllo sia negativo se è possibile bisogna ripristinare la loro funzionalità se non è possibile l'elemento va scartato

Tabella 3.2: I controlli relativi ai ponteggi metallici a montanti e traversi prefabbricati

Elementi	Tipo di verifica	Misura da adottare
Generale	Esista un libretto dell'autorizzazione ministeriale, rilasciato dal ministero del lavoro, della salute e delle politiche sociali.	Nel caso in cui manchi il suddetto il ponteggio non potrà essere montato; quindi, bisognerà richiederlo al fabbricante del ponteggio.
	Bisogna controllare che tutti gli elementi in tubi e giunti siano del tipo autorizzato e appartenenti ad un unico fabbricante	Nel caso in cui il controllo sia negativo, si devono utilizzare gli elementi autorizzati appartenenti ad un unico fabbricante

**Tabella 3.2** continua dalla pagina precedente

Elementi	Tipo di verifica	Misura da adottare
Montante	Sia presente il marchio e conforme a quanto riportato nel libretto.	Se il suddetto non è rilevabile oppure non è conforme bisogna scartare l'elemento
	Lo stato di conservazione della protezione contro la corrosione	Nel caso in cui il controllo sia negativo, si deve procedere al controllo degli spessori, nel caso in cui anche quest'ultimo controllo fosse negativo dobbiamo scartare l'elemento se invece è positivo possiamo passare al ripristino della protezione, in maniera conforme a quanto previsto dal fabbricante del ponteggio.
	Gli spinotti di collegamento tra i montanti	Nel caso in cui il controllo sia negativo bisogna scartare l'elemento
Traverso	Gli attacchi degli elementi	Nel caso in cui il controllo sia negativo bisogna scartare l'elemento
	Sia presente il marchio e conforme a quanto riportato nel libretto	Se il suddetto non è rilevabile oppure non è conforme bisogna scartare l'elemento
	L'orizzontalità del traverso	Nel caso il controllo sia negativo bisogna scartare l'elemento

**Tabella 3.2** continua dalla pagina precedente

Elementi	Tipo di verifica	Misura da adottare
	Lo stato di conservazione della protezione contro la corrosione	Nel caso in cui il controllo sia negativo, si deve procedere al controllo degli spessori, nel caso in cui anche quest'ultimo controllo fosse negativo dobbiamo scartare l'elemento se invece è positivo possiamo passare al ripristino della protezione, in maniera conforme a quanto previsto dal fabbricante del ponteggio
	Lo stato di conservazione dei collegamenti ai montanti	Nel caso il controllo sia negativo bisogna scartare l'elemento oppure se possibile ripristinare la funzionalità dell'elemento secondo le modalità previste dal fabbricante del ponteggio.
Correnti e diagonali	Sia presente il marchio e conforme a quanto riportato nel libretto	Se il suddetto non è rilevabile oppure non è conforme bisogna scartare l'elemento

**Tabella 3.2** continua dalla pagina precedente

Elementi	Tipo di verifica	Misura da adottare
	Lo stato di conservazione della protezione contro la corrosione.	Nel caso in cui il controllo sia negativo, si deve procedere al controllo degli spessori, nel caso in cui anche quest'ultimo controllo fosse negativo dobbiamo scartare l'elemento se invece è positivo possiamo passare al ripristino della protezione, in maniera conforme a quanto previsto dal fabbricante del ponteggio,
	La linearità dell'elemento	Nel caso in cui il controllo sia negativo bisogna scartare l'elemento,
	Lo stato di conservazione dei collegamenti ai montanti	Nel caso il controllo sia negativo bisogna scartare l'elemento oppure se possibile ripristinare la funzionalità dell'elemento secondo le modalità previste dal fabbricante del ponteggio.
Impalcati prefabbricati	Sia presente il marchio e conforme a quanto riportato nel libretto	Se il suddetto non è rilevabile oppure non è conforme bisogna scartare l'elemento

**Tabella 3.2** continua dalla pagina precedente

Elementi	Tipo di verifica	Misura da adottare
	Lo stato di conservazione della protezione contro la corrosione.	Nel caso in cui il controllo sia negativo, si deve procedere al controllo degli spessori, nel caso in cui anche quest'ultimo controllo fosse negativo dobbiamo scartare l'elemento se invece è positivo possiamo passare al ripristino della protezione, in maniera conforme a quanto previsto dal fabbricante del ponteggio
	L'orizzontalità dei piani di calpestio	Nel caso in cui il controllo sia negativo bisogna scartare l'elemento,
	L'assenza di deformazioni negli appoggi al traverso	Nel caso in cui il controllo sia negativo bisogna scartare l'elemento,
	L'efficienza dei sistemi di collegamento tra i piani di calpestio, come la testata con ganci di collegamento al traverso ed irrigidimenti. Si deve controllare l'integrità del sistema di collegamento e che in quest'ultimo non vi siano cricche distacchi ed ossidazioni penetranti per saldatura	Nel caso in cui il controllo sia negativo bisogna scartare l'elemento oppure il fabbricante deve procedere al ripristino dell'efficienza dei suddetti sistemi.

**Tabella 3.2** continua dalla pagina precedente

Elementi	Tipo di verifica	Misura da adottare
Basette fisse	Sia presente il marchio e conforme a quanto riportato nel libretto	Se il suddetto non è rilevabile oppure non è conforme bisogna scartare l'elemento
	Il piatto di base della basetta sia orizzontale	Nel caso in cui il controllo sia negativo occorre scartare l'elemento.
Basette regolabili	Sia presente il marchio e conforme a quanto riportato nel libretto	Se il suddetto non è rilevabile oppure non è conforme bisogna scartare l'elemento
	Il piatto di base della basetta sia orizzontale	Nel caso in cui il controllo sia negativo occorre scartare l'elemento
	La verticalità dello stelo	Nel caso in cui il controllo sia negativo occorre scartare l'elemento
	Lo stato di conservazione della filettatura dello stelo e della ghiera filettata. Bisogna controllare lo stato di conservazione della filettatura e la regolare avvitanamento della ghiera	Nel caso in cui il controllo sia negativo se è possibile bisogna ripristinare la loro funzionalità se non è possibile l'elemento va scartato.

Tabella 3.3: I controlli relativi ai ponteggi metallici a tubi e giunti

Elementi	Tipo di verifica	Misura da adottare
Generale	Esista un libretto dell'autorizzazione ministeriale, rilasciato dal ministero del lavoro, della salute e delle politiche sociali	Nel caso in cui manchi il suddetto il ponteggio non potrà essere montato; quindi, bisognerà richiederlo al fabbricante del ponteggio.
	Sia presente il marchio e conforme a quanto riportato nel libretto	Se il suddetto non è rilevabile oppure non è conforme bisogna scartare l'elemento
Tubi	Lo stato di conservazione della protezione contro la corrosione	Nel caso in cui il controllo sia negativo, si deve procedere al controllo degli spessori, nel caso in cui anche quest'ultimo controllo fosse negativo dobbiamo scartare l'elemento se invece è positivo possiamo passare al ripristino della protezione, in maniera conforme a quanto previsto dal fabbricante del ponteggio,
	La verticalità del tubo	Nel caso in cui il controllo sia negativo occorre scartare l'elemento
Giunti	Sia presente il marchio e conforme a quanto riportato nel libretto	Se il suddetto non è rilevabile oppure non è conforme bisogna scartare l'elemento

**Tabella 3.3** continua dalla pagina precedente

Elementi	Tipo di verifica	Misura da adottare
		Nel caso in cui il controllo sia negativo, si deve procedere al controllo degli spessori, nel caso in cui anche quest'ultimo controllo fosse negativo
	Lo stato di conservazione della protezione contro la corrosione	<p>dobbiamo scartare l'elemento se invece è positivo possiamo passare al ripristino della protezione, in maniera conforme a quanto previsto dal fabbricante del ponteggio,</p>
		Nel caso in cui il controllo sia negativo sul il bullone e/o il relativo dado bisogna sostituirlo
	I bulloni completi di dadi, bisogna controllare lo stato di conservazione della filettatura e il regolare funzionamento del dado	<p>con un altro che sia fornito dal fabbricante del suddetto giunto; invece, se è la funzionalità del giunto ad essere compromessa bisogna se possibile ripristinarla oppure sostituire l'elemento con uno fornito dal fabbricante del suddetto giunto</p>
	La linearità dei martelletti	Nel caso in cui il controllo sia negativo bisogna scartare l'elemento
	Il perno di rotazione del giunto girevole, di questo bisogna controllare il parallelismo tra i due nuclei e la corretta rotazione	Nel caso in cui il controllo sia negativo bisogna scartare l'elemento.

Tabella 3.3 continua dalla pagina precedente

Elementi	Tipo di verifica	Misura da adottare
Impalcati prefabbricati non aventi unzione strutturale	Sia presente il marchio e conforme a quanto riportato nel libretto	Se il suddetto non è rilevabile oppure non è conforme bisogna scartare l'elemento
	Lo stato di conservazione della protezione contro la corrosione	Nel caso in cui il controllo sia negativo, si deve procedere al controllo degli spessori, nel caso in cui anche quest'ultimo controllo fosse negativo dobbiamo scartare l'elemento se invece è positivo possiamo passare al ripristino della protezione, in maniera conforme a quanto previsto dal fabbricante del ponteggio,
	L'orizzontalità dei piani di calpestio	Nel caso in cui il controllo sia negativo bisogna scartare l'elemento
	L'assenza di deformazioni negli appoggi del traverso	Nel caso in cui il controllo sia negativo bisogna scartare l'elemento

**Tabella 3.3** continua dalla pagina precedente

Elementi	Tipo di verifica	Misura da adottare
	L'efficienza dei sistemi di collegamento tra i piani di calpestio, come la testata con ganci di collegamento al traverso ed irrigidimenti. Si deve controllare l'integrità del sistema di collegamento e che nel sistema di collegamento non vi siano cricche distacchi ed ossidazioni penetranti per saldatura	Nel caso in cui il controllo sia negativo bisogna scartare l'elemento oppure il fabbricante deve procedere al ripristino dell'efficienza dei suddetti sistemi.
Basette fisse	Sia presente il marchio e conforme a quanto riportato nel libretto	Se il suddetto non è rilevabile oppure non è conforme bisogna scartare l'elemento
	Il piatto di base della basetta sia orizzontale	Nel caso in cui il controllo sia negativo occorre scartare l'elemento.
Basette regolabili	Sia presente il marchio e conforme a quanto riportato nel libretto	Se il suddetto non è rilevabile oppure non è conforme bisogna scartare l'elemento
	Il piatto di base della basetta sia orizzontale	Nel caso in cui il controllo sia negativo occorre scartare l'elemento
	La verticalità dello stelo	Nel caso in cui il controllo sia negativo occorre scartare l'elemento

**Tabella 3.3** continua dalla pagina precedente

Elementi	Tipo di verifica	Misura da adottare
	Lo stato di conservazione della filettatura dello stelo e della ghiera filettata.	Nel caso in cui il controllo sia negativo se è possibile bisogna
	Bisogna controllare lo stato di conservazione della filettatura e la regolare avvitemento della ghiera,	ripristinare la loro funzionalità se non è possibile l'elemento va scartato.

Per quanto riguarda la seconda parte invece vengono elencate le verifiche da effettuarsi durante l'uso dei ponteggi metallici fissi. Queste sono divise in diverse punti:

- Bisogna verificare che il disegno esecutivo sia concorde allo schema tipo fornito dal fabbricante del ponteggio e che come espresso dal comma 1 dell'art 136 sia firmato da una persona competente, questo deve essere tenuto in cantiere, pronto ad essere esibito agli organi di vigilanza, insieme alla copia del libretto di autorizzazione ministeriale,
- Controllare che per i ponteggi non conformi agli schemi oppure per i ponteggi con una altezza superiore di 20 metri, sia presente un progetto redatto e firmato da un ingegnere o architetto che sia iscritto all'albo. Il progetto deve essere tenuto in cantiere e deve esser esibito agli organi di vigilanza competenti, insieme alla copia del libretto di autorizzazione ministeriale,
- Bisogna controllare che sia presente la documentazione relativa all'esecuzione dell'ultima verifica del ponteggio in questione, questa verifica deve essere effettuata dal preposto, e al fine di assicurare una corretta installazione e il buon funzionamento,
- Nel caso in cui sui ponteggi siano installati cartelloni pubblicitari, graticci, teli o una qualsiasi schermatura bisogna controllare che sia stato redatto un relativo calcolo rispetto a queste installazioni. Il calcolo va eseguito da un ingegnere o Architetto abilitato a norma di legge all'esercizio della professione, deve

tenere conto dell'azione del vento presunta per la zona in cui il ponteggio è montato, inoltre, il calcolo deve tenere conto anche del grado di permeabilità delle strutture servite dal ponteggio,

- Bisogna controllare che il distacco massimo tra il bordo interno del ponteggio e l'edificio sia di 20 cm come indicato dall'allegato XVIII o dall'art 138 del T.U.
- Bisogna controllare che vi sia la presenza e che ne sia mantenuta l'efficienza del parasassi, questo deve essere capace di intercettare l'eventuale caduta di materiali dall'alto,
- Bisogna controllare il mantenimento dell'efficacia del serraggio dei giunti, in base alle modalità stabilite dal fabbricante, queste verifiche vanno nel libretto di autorizzazione ministeriale,
- Bisogna controllare il mantenimento dell'efficacia del serraggio fra gli elementi che formano il ponteggio, in base alle modalità stabilite dal fabbricante, queste verifiche vanno nel libretto di autorizzazione ministeriale,
- Bisogna controllare il mantenimento dell'efficacia degli ancoraggi, in base alle modalità stabilite dal fabbricante, queste verifiche vanno nel libretto di autorizzazione ministeriale,
- Bisogna controllare che sia mantenuta la verticalità dei montanti,
- Bisogna controllare che sia mantenuta l'efficacia delle controventature sia in pianta che in facciata con controlli di tipo visivo sia per quanto riguarda la linearità delle aste diagonali in facciata e delle diagonali in facciata sia per lo stato di conservazione dei collegamenti ai montanti delle diagonali di facciata e delle diagonali di pianta,
- Bisogna controllare che i dispositivi di blocco degli elementi di un impalcato siano in uno buono stato di conservazione in opera,
- Bisogna controllare che i dispositivi di blocco o dei sistemi antisfilamento dei fermapiedi siano in uno buono stato di conservazione in opera.

### 3.1.20 Le norme UNI relative ai ponteggi

Le ultime norme che dovremo analizzare per quanto riguarda i ponteggi sono quelle stabilite dall'Ente nazionale italiano di unificazione il cui acronimo è UNI, questo si occupa di recepire e tradurre su livello nazionale le norme ISO ed EN stabilite da enti sovranazionali. L'acronimo EN sta per "*European Normalization*" è un organismo, che si occupa di recepire a livello europeo le ISO, questo è l'acronimo per "*International Organization for Standardization*" è un'organizzazione che opera a livello mondiale alla quale aderiscono più di 130 paesi con i loro relativi enti di normazione. Adesso andremo ad analizzare le parti che ci interessano delle norme UNI EN 12810, UNI EN 12811 e UNI EN 74.

### 3.1.21 UNI EN 12810 - I ponteggi di facciata realizzati con componenti prefabbricati e UNI EN 12811 - Le attrezzature provvisionali di lavoro

La norma UNI EN 12810 è divisa in due parti, la prima parte riguarda i requisiti prestazionali, i requisiti generali del progetto strutturale e la valutazione del sistema dei ponteggi prefabbricati di facciata. Questa è strutturata in undici capitoli e quattro appendici. Il primo punto tratta lo scopo ed il campo di applicazione della suddetta norma. Il secondo esplica i riferimenti normativi usati per scrivere la norma. Nel terzo punto vengono definiti i termini utilizzati per descrivere gli elementi che compongono l'impalcato e la sua struttura. Nel quarto viene data una classificazione dei vari dei ponteggi. Nel quinto invece viene descritto, come in base alla norma in questione, deve essere designato un sistema di ponteggio. Nel sesto punto vengono stabilite i materiali e le relative classi di resistenza. Questo da informazioni sui i materiali più utilizzati che sono l'acciaio e leghe di alluminio. Suddetta norma stabilisce che i montanti devono essere in acciaio o in leghe di alluminio, per quanto riguarda i tubi in acciaio con un diametro esterno di 48.3mm, in relazione al loro spessore nominale e la loro tensione di snervamento, vengono stabiliti i livelli di tolleranza dello spessore della parete. Queste classi sono:

Tabella 3.4: La tolleranza dello spessore della parete relativo all'acciaio

	Spessore della parete	Tensione di snervamento minimo in N/mm <sup>2</sup>	Tolleranze negative dello spessore della parete in mm
1	$2.7 \leq t < 2.9$	315	0.2
2	$t \geq 2.9$	215	conforme alla norma EN 10219-2

Invece per quanto riguarda le leghe di alluminio la classi sono:

Tabella 3.5: La tolleranza dello spessore della parete relative alle leghe di alluminio

	Spessore della parete t	Tensione di snervamento minimo in N/mm <sup>2</sup>	Tolleranze negative dello spessore della parete in mm
1	$3.2 \leq t < 3.6$	250	0.2
2	$3.6 \leq t < 4.0$	215	0.2
3	$t \geq 4.0$	195	Conforme alla norma EN 755-8

Inoltre, questo capitolo stabilisce che gli elementi portanti devono avere un resoconto di prova 2.2 come indicato dalla norma EN 10204 oppure un resoconto di prova specifico 2.3. I materiali che richiedono come minimo i certificati d'ispezione 3.1B della EN 10204 sono:

- L'acciaio con tensione di snervamento maggiore di 235 N/mm<sup>2</sup>,
- I tubi di acciaio per montati aventi uno spessore di parete minore di 2.9 mm,
- La ghisa,
- Le leghe di alluminio.

Inoltre, i certificati riguardanti i tubi devono includere il peso, le dimensioni e la tolleranza negativa dei prospetti 2 oppure del prospetto 3. I materiali che non sono coperti dalla EN 10204 devono avere una certificazione paragonabile a quella precedentemente indicata. Nel settimo punto vengono espressi i requisiti generali di un sistema ponteggio, infatti, questo deve comprendere diversi elementi che devono essere forniti e dichiarati dallo stesso fabbricante, questi sono:

### 3.1 Le norme relative ai ponteggi

- Componenti orizzontali e verticali necessari alla composizione della struttura, questi sono specificati al punto A.1 dell'appendice A;
- Componenti necessari a garantire la protezione laterale sia alle estremità sia sul lato esterno del ponteggio, questi sono specificati al punto A.2 dell'appendice A;
- Componenti necessari per creare l'accesso previsto all'impalcato, questi sono specificati al punto A.3 dell'appendice A;
- Gli eventuali componenti ausiliari indicati al punto A.4 dell'appendice A.

Inoltre, vi sono altri requisiti validi per ogni configurazione del sistema come:

- Un'altezza compresa tra i 24 e 25.5 metri;
- Sia l'impalcato che le protezioni laterali devono essere completi;
- Le basette regolabili devono essere completamente estese.

Infatti, grazie a questi possiamo stabilire che sistema di ancoraggi adottare, gli schemi per quanto riguarda gli ancoraggi sono principalmente due. Il primo schema di ancoraggi è uno schema sfalsato infatti gli ancoraggi vengono posizionati con una distanza verticale libera da ancoraggi minima di 3.8m e con una distanza orizzontale di un montante sì ed uno no. Il secondo schema invece è uno schema continuo infatti la distanza verticale rimane invariata rispetto a quella indicata ne precedente schema ma invece per quanto riguarda la distanza orizzontale gli ancoraggi vengono posizionati su ogni montante. Altri requisiti che vengono stabiliti da questa normativa sono:

- Tutto il sistema di ponteggio deve essere conforme al punto 5 della norma UNI EN 12811-1 che vedremo successivamente
- Il sistema di ponteggio come già detto deve avere adeguati sistemi di protezione laterale
- L'altezza minima delle basette regolabili deve essere di 20 centimetri

- La superficie dell'impalcato deve essere sia piana sia libera da ingombri che possono causare inciampo, inoltre la superficie deve essere dimensionata in modo da impedire aperture vuote con una dimensione maggiore di 25 millimetri
- Nelle parti in cui un montante separa una parte dell'impalcato, la distanza massima tra le parti dell'impalcato deve essere di 80 millimetri
- Tutti i dispositivi di collegamento devono essere efficaci e facili da controllare, in conseguenza di ciò tutti i componenti devono essere facili da montare e smontare. Per quanto riguarda i fissaggi che fanno parte sia della struttura sia della relativa protezione laterale, devono essere fissati in modo da precludere ogni rimozione accidentale
- Tutti gli elementi dell'impalcato devono essere fissati in modo da impedirne i loro eventuale sollevamento per azione accidentali
- Nel caso sia presente un passaggio pedonale al disotto del sistema di ponteggio le dimensioni minime sono quelle riportate in figura

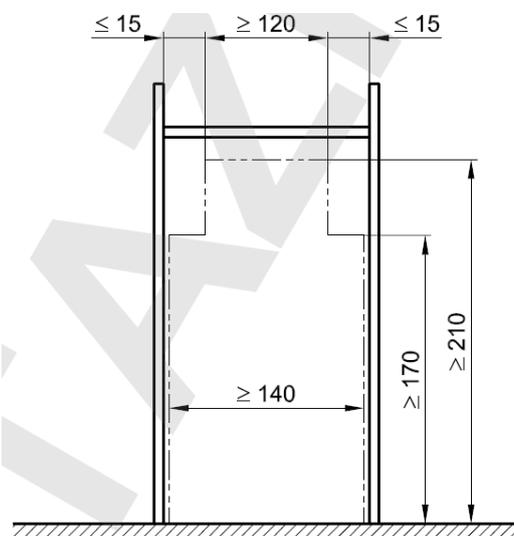


Figura 3.1: Le dimensioni minime per il passaggio pedonale

Per quanto riguarda il punto otto riguarda i calcoli da effettuare per il progetto strutturale dell'impalcato; infatti, questo deve tenere conto delle azioni riportate nel punto 6.2 della UNI EN 12811-1:2003 e delle combinazioni indicate nel punto 6.2.9. Per quanto riguarda il carico di esercizio dovuto all'azione del vento deve essere

### 3.1 Le norme relative ai ponteggi

calcolato in concordanza al punto 6.2.7.4.2 della UNI EN 12811-1:2003. La velocità massima del vento va calcolata tenendo conto dell'altezza dell'impalcato e della pressione del vento in modo da ottenere la pressione dinamica. Durante il calcolo il vento di esercizio e il vento massimo vanno applicati separatamente, sia parallelamente che perpendicolarmente alla facciata. Nel caso in cui nella configurazione di sistema non sia presente una configurazione esterna vanno presi in considerazione tutti gli elementi del sistema. Gli elementi del sistema devono essere conformi alla norma UNI EN 12811-1 per quanto riguarda la loro resistenza e la loro rigidità. Inoltre, in questo capitolo vengono date indicazioni sulla durabilità dei materiali utilizzati nel sistema di ponteggio e sulle prove che devono essere effettuate. Nel nono punto viene indicato come il fabbricante debba fornire una serie di istruzioni indicate nell'apposito manuale del prodotto. Il manuale costituisce una base per poi creare un progetto strutturale. Questo deve contenere diverse informazioni, ripartite come indicato al punto 8 della UNI EN 12811-1:2003:

1. Deve essere presente un elenco con tutti gli elementi del sistema di impalcato con una descrizione che permetta di identificare ogni singolo elemento;
2. Deve essere indicata una serie di istruzioni in modo da permettere il montaggio e lo smontaggio in sequenza dei componenti, inoltre devono essere presenti anche indicazioni per la movimentazione dei suddetti;
3. Deve essere indicato il posizionamento di ogni sistema e il loro relativo sistema di riferimento, inoltre, indicandone le rispettive classi di carico e di larghezza, le dimensioni generali, lo schema di ancoraggio e su come vanno inclusi gli eventuali elementi ausiliari;
4. Devono essere presenti le istruzioni relative rispetto a tutte le circostanze;
5. Deve essere presente una dichiarazione delle limitazioni di utilizzo in relazione alla pressione dinamica del vento, neve e ghiaccio;
6. Deve essere presente una specifica completa degli elementi non facenti parte dei componenti appositamente progettati, in modo da permetterne l'acquisto nel caso in cui non siano forniti dal fabbricante;

### *Capitolo 3 Le norme per la sicurezza*

7. Devono essere indicati sia i carichi imposti alla facciata a cui è ancorato il ponteggio sia i carichi sulla fondazione delle basette;
8. Deve essere fatta un'indicazione chiara dei componenti danneggiati che non possono essere utilizzati;
9. Devono essere dati indicazioni per quanto riguarda lo stoccaggio, manutenzione o riparazione, ritenuti adatti dal fabbricante;
10. Devono essere indicati i dati strutturali sia per i componenti sia per i dispositivi di collegamento, come la resistenza e la rigidità valutate tramite adeguate prove;
11. Deve essere indicato come è possibile ottenere ulteriori informazioni qualora le eventuali circostanze di applicazione non rientrino nelle serie di riferimento per la configurazione del sistema.
12. Devono essere presenti le informazioni sulle restrizioni indicate dal EN 74 sull'applicazione dei carichi tramite i giunti ai montanti

Il fabbricante inoltre deve fornire il manuale di istruzioni per l'uso in cantiere, che non è altro che una parte del manuale del prodotto, questo deve contenere i punti sopracitati dal 1 al 9 e il punto 1. Il decimo punto norma la marcatura degli elementi del sistema di ponteggio, questa deve avere due caratteristiche fondamentali. La prima deve riportare un simbolo oppure delle lettere che permettano di identificare il fabbricante del sistema di ponteggio. la seconda è che la marcatura deve riportare l'anno di fabbricazione, indicato mediante le ultime due cifre, oppure può essere usato un codice per tenere conto dell'anno di fabbricazione dell'elemento. Inoltre, la marcatura deve essere posizionata in modo da essere leggibile per tutta la durata della vita del componente. Naturalmente deve essere dimensionata in base all'elemento su cui andrà posizionata. L'undicesimo ed ultimo punto di questa norma la valutazione delle condizioni degli elementi del sistema di ponteggio. Questa deve essere eseguita da una persona o un'organizzazione, diversa da quella che ha redatto il progetto. Una volta effettuata con successo la valutazione, colui che ha svolto la valutazione deve redigere una dichiarazione che ne riporti l'effetto. La dichiarazione deve riportare il numero di identificazione di tutti gli esami, inoltre, il resoconto deve includere:

### 3.1 Le norme relative ai ponteggi

1. L'identificazione della serie di componenti che si è analizzata
2. L'identificazione della serie di riferimento di configurazione del sistema
3. I dati strutturali relativi ai componenti e ai dispositivi di collegamento come la resistenza e la rigidezza valutate attraverso le prove eseguite.

L'ultima cosa che ci rimane da analizzare sulla prima parte questa normativa sono gli allegati A, B e C. L'allegato A elenca gli elementi che possono essere all'interno di un sistema di ponteggio. L'allegato B elenca i possibili tipi di controventatura presenti in un sistema di ponteggio. L'allegato C riguarda le scelte di alcuni paesi esteri. Nella seconda parte vengono date informazioni specifiche per quanto riguarda il calcolo strutturale del sistema ponteggio. Adesso andremo a vedere i contenuti del UNI EN 12811 la suddetta norma è divisa in quattro parti:

1. la prima parte i requisiti prestazionali
2. la seconda parte da informazioni sui materiali
3. la terza riguarda le prove di carico
4. la quarta parte da informazioni sui parasassi e sui loro requisiti prestazionali

Nella prima parte di questa normativa avremo dieci punti e tre appendici. Nei primi tre capitoli vengono trattati rispettivamente gli scopi e i campi di applicazione, i riferimenti normativi, e la terminologia usata nella norma. Nel punto capitolo vengono date informazioni sui materiali usati per i ponteggi. I materiali trattati in questa norma sono:

1. L'acciaio la norma stabilisce che per la costruzione degli impalcati non vanno usati acciai effervescenti. In questa norma vengono anche stabiliti gli spessori e classi di resistenza minime per diversi elementi:
  - Tubi sciolti, questi devono avere un diametro nominale esterno di 48,3 mm uno spessore dalla parete nominale minimo di 3,2 mm e una resistenza a snervamento nominale minimo di 235 N/mm<sup>2</sup>
  - Tubi per componenti prefabbricati per sistemi di ponteggio, questi se hanno diametro esterno nominale di 48.3 mm allora si applicano le specifiche

date dalla precedente norma, se invece se il diametro nominale esterno è diverso da 48.3 mm allora devo rispettare le seguenti caratteristiche, lo spessore nominale deve essere  $\geq 2mm$ , la tensione di snervamento deve essere  $\geq 235 \text{ N/mm}^2$  e allungamento  $\geq 17\%$

- Protezione laterale, tutti i sistemi di protezione laterale diversi dal fermapiede devono avere uno spessore nominale della parete di 1.5 mm invece per quanto riguarda il fermapiede deve avere uno spessore nominale minimo della parete di 1.0 mm. Nel caso in cui la sicurezza in esercizio e la capacità portante siano garantiti dalla controventatura, dall'utilizzo di sezioni di irrigidimento o una sagomatura della sezione trasversale, allora si può utilizzare uno spessore nominale minore
  - Elementi di impalcato e i loro appoggi devono a uno spessore nominale minimo di 2.0 mm. Nel caso in cui la sicurezza in esercizio e la capacità portante siano garantiti dalla controventatura, dall'utilizzo di sezioni di irrigidimento o una sagomatura della sezione trasversale, allora si può utilizzare uno spessore nominale minore
  - Rivestimento protettivo per i componenti tutti questi devono essere protetti come descritto nella UNI EN 12811-2
2. Le leghe di alluminio in questa norma vengono anche stabiliti gli spessori e classi di resistenza minime per diversi elementi:
- I tubi sciolti, ai quali secondo la normativa EN 74 è possibile fissare giunti sciolti, devono avere uno spessore nominale minimo di 4.0 mm e una tensione di snervamento convenzionale pari allo 0.2 % della tensione nominale minima che è  $195 \text{ N/mm}^2$
  - I tubi per componenti prefabbricati per i sistemi di ponteggio, questo come già detto nella UNI EN 12810 devono avere un diametro nominale di 48.3 mm e vanno applicati i requisiti stabiliti da suddetta norma
  - La protezione laterale, questi devono avere uno spessore nominale minimo di 2.0 mm. Nel caso in cui vengano utilizzati sezioni di irrigidimento, controventatura oppure una sagomatura della sezione trasversale in modo

### 3.1 Le norme relative ai ponteggi

da garantire sia l'esercizio sia la capacità portante, allora può essere utilizzato uno spessore inferiore.

- Gli elementi di un impalcato devono avere uno spessore nominale minimo di 2.5 mm. Nel caso in cui la sicurezza in esercizio e la capacità portante sia garantita tramite l'utilizzo di sezioni di irrigidimento, controventature oppure una sagomatura della sezione trasversale, allora si può usare uno spessore nominale minore.

3. Il legno e materiali a base di legno, come espresso dalla norma EN 338 il legno deve essere classificato in base alla sua resistenza alle sollecitazioni. L'utilizzo di un rivestimento protettivo non deve poter impedire di valutare e rilevare eventuali difetti dei materiali. Per quanto riguarda i pannelli di legno compensato, questi devono avere uno spessore minimo di 9 mm e devono avere almeno cinque strati. Gli elementi dell'impalcato in legno compensato devono inoltre essere in grado di trattenere una barra di acciaio avente 25 mm di diametro e 300 mm di lunghezza, che cade da una altezza di un metro. Tutti gli eventuali elementi in legno devono avere un'adeguata protezione contro gli agenti atmosferici.

Nel quinto punto vengono stabiliti i requisiti generali che devono avere le aree di lavoro. Ogni area di lavoro deve avere dei requisiti fondamentali come proteggere i lavoratori dal rischio di caduta, proteggere le persone dai rischi di caduta degli oggetti dall'alto e garantire la sicurezza sia dei materiali che delle attrezzature depositati. Oltre a questi requisiti bisogna tenere conto delle condizioni ergonomiche delle aree di lavoro. In questo capitolo vengono inoltre stabiliti le classi di Larghezza e altezza delle aree di lavoro, infatti, la distanza libera tra i montanti non può essere inferiore ai 600 mm, mentre per quanto riguarda larghezza minima delle scale a rampa deve essere 500 mm. L'altezza minima di passaggio, tra le aree deve essere di 1.9 metri. Le aree di lavoro inoltre devono rispettare altri requisiti come:

- Gli elementi degli impalcati devono essere assicurati in modo da impedire movimenti pericolosi come il sollevamento o lo spostamento non intenzionale.
- La superficie degli elementi dell'impalcato deve essere resistente allo scivolamento.

### *Capitolo 3 Le norme per la sicurezza*

- Le eventuali aperture tra gli elementi dell'impalcato devono essere ridotte il più possibile ma soprattutto non devono essere maggiori di 25mm
- Quando possibile le aree di lavoro devono essere piane. Nel caso in cui queste abbiano una pendenza maggiore di 1 su 5, si deve provvedere a installare degli appigli fissati saldamente per tutta la lunghezza. L'unica eccezione è per le aperture non maggiori di 100 mm per facilitare l'utilizzo delle carrie.

Come già detto le aree di lavoro devono avere delle adeguate protezioni laterali costituita da almeno tre elementi, una corrente principale di parapetto, una protezione laterale intermedia e un fermapiede. Nel caso in cui sia presente una scala si può rinunciare al fermapiede. La corrente principale di parapetto deve essere fissata ad un'altezza minima di 1 metro rispetto al livello del piano sottostante. La protezione laterale intermedia deve essere fissata in modo da avere una distanza massima di 470 mm tra il fermapiede e la corrente principale di parapetto. La protezione laterale intermedia può essere costituita da diversi elementi, come una o più correnti principali di parapetto o un telaio o una struttura di recinzione o un telaio il cui bordo superiore funga da corrente principale di parapetto. I fermapiedi devono essere fissati in modo che la loro estremità superiore risulti almeno a 150 mm al disopra del piano dell'area di lavoro. La distanza tra la superficie esterna del fermapiede e la faccia interna del parapetto e di tutti gli eventuali componenti della protezione laterale non deve essere maggiore di 80 mm. Questa norma inoltre prevede la possibilità di un rivestimento del ponteggio con reti o teli quando necessario. Altri elementi regolati dalla suddetta norma sono le basette regolabili e le basette. Sia le basette regolabili che non devono essere capaci di trasmettere il carico massimo di progettazione dal ponteggio di servizio alle fondazioni. Per questo le basette devono avere una piastra di base con un'area minima di 150 cm<sup>2</sup>. Quindi la larghezza minima deve essere di 120 mm. Le basette devono essere conformi alla EN 74. Invece le basette regolabili devono essere provviste di un perno che ne permette la regolazione posizionato centralmente avente dimensioni tali che, in assenza di carico, non ci sia un'inclinazione maggiore del 2.5% dell'asse dello stelo rispetto all'asse del montante. Nel sesto punto invece vengono trattati i requisiti per la progettazione strutturale. Questi devono tenere conto di diversi elementi come i carichi permanenti, variabili e accidentali inoltre devono considerare i carichi dovuti al vento alla neve e al ghiaccio. Nel settimo punto viene

### 3.1 Le norme relative ai ponteggi

espresso come per gli elementi prefabbricati e per i sistemi debba essere presente un manuale per consentire l'utilizzo in sicurezza del prodotto. Nell'ottavo punto viene specificato come ogni sistema di ponteggio prefabbricato, deve essere presente il relativo manuale d'istruzioni, questo deve essere sempre presente in cantiere e deve includere i seguenti punti:

- Il procedimento con il quale avverrà il montaggio e lo smontaggio del ponteggio di servizio, redatto in modo da descrivere le corrette fasi di lavoro
- Gli schemi e i dettagli relativi al ponteggio in questione
- I Carichi che sono imposti dal ponteggio sia alla struttura che alle fondazioni dell'edificio
- Le informazioni relative alla classe del ponteggio, il numero delle aree di lavoro che possono essere caricate e per ogni condizione l'altezza consentita
- Le informazioni dettagliate sia sul fissaggio che sullo smontaggio dei componenti
- Le informazioni riguardanti l'ancoraggio del ponteggio
- Tutte le eventuali limitazioni

Nel nono punto vengono date indicazioni sulle verifiche delle fondazioni e sulle verifiche degli ancoraggi in cantiere. Il decimo norma la progettazione strutturale del sistema di ponteggio incentrandosi maggiormente sui calcoli da effettuare. Nell'appendice A vengono specificati i calcoli da effettuare in caso che il ponteggio sia rivestito. Nell'appendice B viene normato il calcolo strutturale per le basette regolabili. Nell'appendice C vengono illustrate i valori caratteristici dei giunti. Nell'ultima appendice, la D vengono esplicitate le variazioni che i vari paesi applicano a questa norma, per quanto riguarda il nostro paese l'altezza dei fermapiè viene alzata da 15 cm della normativa a 20 cm. Nella seconda parte della normativa vengono date le direttive, che devono essere rispettate, sui materiali utilizzati per realizzare gli elementi del ponteggio. Nella terza parte di questa UNI vengono illustrate le prove che si devono effettuare sul sistema di ponteggio e descrive come devono essere riportate. Nella quarta parte di questa norma vengono trattati i parasassi, stabilendone le classi di resistenza, i requisiti minimi.

## 3.2 Le norme relative alla gru a torre

Adesso andremo a illustrare le norme che riguardano le gru a torre. Il D.lgs. 81/08 per quanto riguarda le gru stabilisce, che esse devono avere una scheda tecnica che identifica in modo chiaro il produttore, il proprietario, i dati identificativi della gru, le caratteristiche fondamentali della gru, il gruppo di sollevamento, le dimensioni del basamento e i dati della fune di sollevamento. Secondo l'articolo n 73 del T.U. che stabilisce le attrezzature di lavoro per le quali è necessaria una specifica formazione, un lavoratore per poter utilizzare una gru a torre deve avere completato un corso di formazione teorico-pratico i cui requisiti minimi sono indicati nell'allegato V del D.lgs. 81/08. Le norme che riguardano la gru a torre sono: UNI ISO 9927, UNI EN 12100, UNI EN 14122, UNI EN 9473, UNI EN 12644, UNI EN 14439 e la UNI EN 17076.

### 3.2.1 UNI ISO 9927 - Disposizioni relative alle Ispezioni da effettuare sugli apparecchi di sollevamento

La norma UNI ISO 9927 tratta le ispezioni che sono da effettuare sulla gru quando è in uso, queste possono essere di vari tipi:

- Ispezioni giornaliere queste devono essere effettuate prima di iniziare un qualsiasi lavoro di movimentazione carichi. Suddette ispezioni servono a verificare il corretto funzionamento della gru e a verificarne visivamente gli eventuali difetti. Naturalmente tali ispezioni devono essere effettuate da una persona competente come il gruista;
- Ispezioni frequenti queste devono essere effettuate con intervalli non superiore ai 3 mesi almeno che la gru non sia in servizio. Questa tipologia di controllo, oltre a ricontrollare i parametri controllati dalle ispezioni giornalieri ne aggiunge di nuove. Nonostante questa tipologia di controlli non richieda lo smontaggio della gru è bene effettuarli in concomitanza con le attività di manutenzione preventiva programmata;
- Ispezioni periodiche queste devono essere effettuate con intervalli non superiori ai 12 mesi la frequenza è determinata dall'ambiente e dall'utilizzo del macchinario. Tale ispezione deve essere effettuata da una persona competente.

### 3.2 *Le norme relative alla gru a torre*

- Ispezioni eccezionali queste devono essere effettuate dopo circostanze eccezionali come:
  1. Circostanze eccezionali che portano al danneggiamento i componenti della gru;
  2. A seguito della riparazione o la sostituzione di componenti fondamentali della gru.

Tutte queste Ispezioni vanno registrate e conservate, queste devono contenere delle informazioni fondamentali come:

- La data dell'ispezione;
- La persona competente che ha effettuato il controllo;
- Una descrizione ed i dati identificativi dell'apparecchio controllato;
- La natura e l'estensione della suddetta ispezione;
- I risultati dell'ispezione, completi di descrizioni dello stato dei componenti che presentano una criticità che va monitorata.

La registrazione dell'ispezione deve essere conservata all'interno dell registro storico della gru in questione. Ogni difetto riscontrato durante l'ispezione deve essere segnalato alla persona competente che è responsabile del controllo ed è autorizzata a decidere dell'azione da intraprendere.

#### **3.2.2 UNI EN 12100 - Disposizioni per la valutazione e riduzione del rischio. Misure per la sicurezza del macchinario e principi generali per la sua progettazione.**

La norma UNI EN 12100 in questa norma viene trattato l'argomento della valutazione e riduzione dei rischi. La norma in questione viene classificata come norma di tipo A, quindi, una norma di tipo fondamentale per quanto riguarda la sicurezza del macchinario. Le norme che appartengono a questa categoria stabiliscono i concetti fondamentali, gli aspetti generali e i principi di progettazione che vengono applicati al macchinario. Il progettista per valutare e ridurre i rischi deve effettuare le seguenti verifiche:

### *Capitolo 3 Le norme per la sicurezza*

1. Vanno determinati i limiti del macchinario, considerando sia l'uso corretto del macchinario sia l'uso scorretto in maniera plausibile;
2. Vanno identificati i pericoli e le eventuali situazioni pericolose associate;
3. Va stimato il rischio per ogni pericolo o situazione pericolosa identificata;
4. Bisogna ponderare il rischio e valutare la soluzione da adottare per ridurre il rischio;
5. Bisogna se possibile eliminare il pericolo oppure ridurlo opportunamente il rischio associato con adeguate misure di protezione.

Le prime quattro azioni sopracitate riguardano la valutazione del rischio mentre l'ultima riguarda la riduzione del rischio. L'obiettivo di questa normativa è quello di dare indicazioni in modo da ridurre il più possibile il rischio. Quando si effettua un processo per la riduzione del rischio bisogna anche considerare i seguenti fattori:

1. Bisogna valutare la sicurezza del macchinario durante tutte le fasi del suo ciclo di utilizzo;
2. Bisogna valutare la capacità della macchina di svolgere il lavoro;
3. Bisogna valutare quanto sia impiegabile un macchinario;
4. Bisogna valutare i costi di produzione, esercizio e di smantellamento del macchinario.

Inoltre, in questa norma vengono indicati i parametri fondamentali che devono essere presenti all'interno della marcatura del macchinario:

- Per quanto riguarda l'identificazione univoca del macchinario, devono essere presenti:
  1. Il nome e l'indirizzo del fabbricante;
  2. L'indicazione della serie e del tipo di macchinario;
  3. Nel caso sia presente il numero di serie.
- Relativamente ad indicarne la conformità devono essere presenti:

1. La marcatura;
  2. Le indicazioni scritte per quanto riguarda la designazione del macchinario, l'anno in cui è stato prodotto e le condizioni di utilizzo in atmosfere potenzialmente esplosive.
- I dati per il suo utilizzo in sicurezza come:
    1. La massima velocità delle parti rotanti;
    2. La dimensione massima degli utensili;
    3. La massa del macchinario e/o delle parti removibili, espresso in chilogrammi;
    4. Il massimo carico utile;
    5. La necessita di utilizzare DPI durante l'utilizzo del macchinario;
    6. I dati relativi alla regolazione dei ripari;
    7. I dati relativi alla frequenza delle ispezioni da effettuare

Questa norma inoltre stabilisce i requisiti per l'utilizzo del macchinario e i contenuti minimi del manuale per le istruzioni.

### **3.2.3 UNI EN 14122 - Specifiche sui mezzi di accesso permanenti al macchinario**

La norma UNI EN 14122 tratta i mezzi permanenti di accesso del macchinario. La UNI EN 14122 è divisa in quattro parti ognuna riguardante una tipologia diversa di mezzi di accesso del macchinario. La prima parte tratta la scelta di un mezzo di accesso fisso di accesso tra due livelli. Stabilendo in base a diversi fattori qual è la più indicata. Nella seconda parte vengono stabiliti i requisiti generali per quanto riguarda le piattaforme di lavoro e i corridoi di passaggio. La terza parte invece riguarda le scale, le scale a castello e i parapetti stabilendone i requisiti generali. La quarta parte norma le scale fisse stabilendone i diversi requisiti che devono avere in base all'altezza i requisiti che devono avere e stabilendone l'altezza massima delle piattaforme di riposo.

### **3.2.4 UNI EN 9473 - Disposizioni per controlli da effettuare sui ganci fucinati messi in servizio per quanto riguarda gli apparecchi di sollevamento**

La norma UNI EN 9473 norma i ganci fucinati per gli apparecchi di sollevamento, definendone le caratteristiche dei materiali, le dimensioni e la presenza di marcature per identificarne la provenienza. Inoltre, suddetta norma tratta dei controlli da effettuare prima della messa in uso del gancio. Prima di mettere in servizio un gancio bisogna controllare oltre come già detto la presenza del marchio vi è da controllare la presenza di deformazioni, di cricche superficiali, la presenza di segni di usura, l'eventuale presenza di fenomeni di corrosione e la totale assenza di segni di saldatura. Per verificare il corretto svolgimento dei controlli e degli eventuali provvedimenti questi vanno messi per iscritto sull'attestato di prova.

### **3.2.5 UNI EN 12644 - Informazioni per l'impiego e il collaudo per gli apparecchi di sollevamento**

La norma UNI EN 12644 nella prima parte di questa norma vengono date le istruzioni per l'impiego ed il collaudo per gli apparecchi di sollevamento. Nella seconda parte di questa norma vengono date le specifiche rispetto alla targa del fabbricante e il carico nominale dell'apparecchio. Inoltre, questa norma stabilisce come devono avvenire le prove di carico sia per quanto riguarda gli apparecchi di sollevamento a carico nominale costante oppure variabile.

### **3.2.6 UNI EN 14439 - Disposizioni sulla sicurezza relativi agli apparecchi di sollevamento con particolare riferimento alle gru a torre**

La norma UNI EN 14439 questa norma tratta in particolare le caratteristiche che devono avere le gru a torre e i sistemi di accesso per la suddetta. In questa norma sono contenuti anche i rischi legati all'utilizzo di questi macchinari e le relative misure di sicurezza per ridurre i rischi. Infatti, vengono innanzitutto stabiliti i requisiti di carico dei suddetti macchinari, poi vengono date tutte le specifiche delle parti che compongono il macchinario come:

### 3.2 Le norme relative alla gru a torre

1. L'impianto elettrico deve essere conforme a quanto riportato nelle EN 60204-32 e EN 13135-1;
2. Vengono stabilite le caratteristiche che devono avere i componenti meccanici, le funi e le eventuali rotaie;
3. Vengono stabiliti i requisiti di salute e sicurezza che devono avere i componenti della gru;
4. Vengono date indicazioni sul corretto utilizzo dei sistemi anticollisione che vanno installati sulle gru;
5. Si specifica l'utilizzo di un anemometro per le gru che superano i 30 metri di altezza;
6. Vengono stabiliti i requisiti che il macchinario deve avere per prevenire la caduta dall'alto dei lavoratori;
7. Viene normata la presenza di luci per indicare il posizionamento della gru;
8. Vengono indicati i sistemi che vanno adottati per la riduzione del rumore;
9. Vengono descritte le informazioni che devono essere date dal produttore per il corretto utilizzo del macchinario;

In questa norma sono inoltre presenti diversi allegati che specificano diverse condizioni. Nell'allegato A vengono stabiliti i requisiti di stabilità e i calcoli da adottare, nell'allegato B vengono dati i requisiti del sistema anticollisione installato sulla gru. Nell'allegato C viene indicato il posizionamento e i requisiti che devono avere gli indicatori esterni della gru. Nell'allegato D vengono definiti i requisiti per la sicurezza e/o le relative misure adottate. Nell'allegato E vengono normati i test da effettuare per l'emissione del rumore. Nell'allegato F vengono esplicitati i requisiti che deve avere il sistema di accesso alla gru. Nell'allegato G viene fatto un esempio di come deve essere una targa d'identificazione per essere conforme alla norma.

### **3.2.7 UNI EN 17076 - Disposizioni e requisiti di sicurezza per l'utilizzo di sistemi anticollisione con riferimento alle gru a torre**

La norma UNI EN 17076 stabilisce i requisiti e la casistica di utilizzo dei sistemi di anticollisione. Stabilendo il comportamento da adottare in caso due o più gru creino una zona d'interferenza. Inoltre, stabilisce i componenti da cui deve essere composto un sistema anticollisione ed il corretto montaggio dei componenti sulla gru. Vi sono indicati anche i relativi tempi di risposta del sistema una volta montato. In aggiunta la suddetta norma stabilisce il corretto funzionamento del sistema anticollisione, i relativi malfunzionamenti e le eventuali impostazioni aggiuntive che si possono dare al dispositivo. All'interno di questa norma viene indicato come il sistema di anticollisione deve avere una marcatura che ne identifichi le specifiche ed il produttore.

## **3.3 Le norme relative alla recinzione di cantiere**

Per quanto riguarda le recinzioni queste sono normate dall'articolo 109 del D.lgs. 81/2008

### **Articolo 109- La recinzione del cantiere**

*"Il cantiere, in relazione al tipo di lavori effettuati, deve essere dotato di recinzione avente caratteristiche idonee ad impedire l'accesso agli estranei alle lavorazioni."*[1]

In base a questo articolo dobbiamo progettare la recinzione in modo da impedire l'accesso agli estranei al cantiere. Naturalmente dovremo anche tenere conto del luogo in cui è posizionata perché in relazione al luogo di posizionamento dovremo adottare misure adeguate ad impedire anche l'accesso di mezzi estranei al cantiere. Inoltre, dovremmo anche considerare la possibilità di ribaltamento della suddetta recinzione calcolando in maniera adeguata la controventatura in modo da impedirne il ribaltamento.

# Capitolo 4

## Il BIM e Software utilizzati

### 4.1 Cos'è il BIM

Il *Building Information Modelling* o BIM si può definire come un metodo di progettazione che nasce per supportare tutti gli attori coinvolti nel processo edilizio, questo metodo è più di un semplice modello di scambio di informazioni. Un modello digitale che viene realizzato attraverso il software BIM racchiude al suo interno tutti i dati relativi a tutte le discipline, in modo da assicurare sia un aggiornamento continuo delle informazioni sia la possibilità di effettuare modifiche dei componenti. Il BIM, infatti, serve a migliorare sia il processo costruttivo sia quello decisionale che avviene durante l'intero ciclo di vita di un'opera. Nella tradizionale metodologia di lavoro nel settore edilizio, infatti, c'è un problema con la frammentazione delle informazioni e lo scambio d'informazioni che si affida ancora a documentazione di tipo cartacea. Operare con questa metodologia può causare errori, omissioni e una ridondanza di dati, che causa una difficoltà di comunicazione e coordinazione tra gli attori. Suddette difficoltà possono creare sia situazioni di pericolo per i lavoratori sia ritardi nei lavori, che possono generare a loro volta un aumento dei costi oppure contenziosi tra le parti. L'approccio BIM invece mira ad una interoperabilità del lavoro, permettendo un aggiornamento e uno scambio in tempo reale delle informazioni delle parti del modello.

Questo approccio sostituirà il CAD tradizionale, permettendo di eseguire un modello integrato di uno specifico progetto, sul quale possono operare tutte le figure coinvolte per ogni specifica fase del processo costruttivo ciascuno lavorando nel proprio ambito, e usando le informazioni già inserite da altri e rendendo disponibili a loro

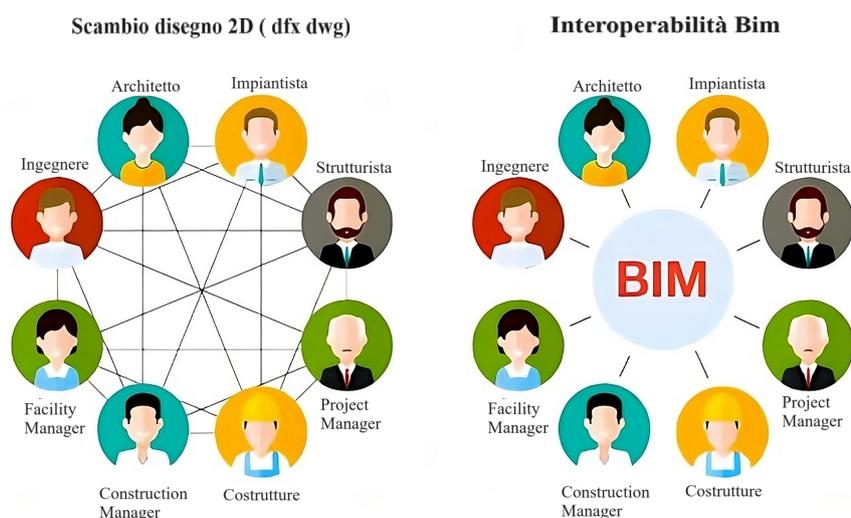


Figura 4.1: Grafico dell'interoperabilità

volta le proprie scelte di progetto. Con questa tipologia di gestione dati si limitano le perdite di dati dovute al passaggio di informazioni tra gli attori. Considerando che il BIM è un modello per la gestione dei diversi dati che possono essere forniti all'interno del progetto, con questa metodologia si migliorano gli aspetti che riguardano la catalogazione e il computo delle parti, infatti, dal modello BIM è possibile creare in maniera automatica gli abachi delle quantità e i computi dei materiali attinenti all'edificio, questi si aggiornano ogni volta che il file viene modificato.

#### 4.1.1 Il Problema dell'interoperabilità

Per realizzare un edificio è di fondamentale importanza la collaborazione tra i diversi attori, tenendo conto di ciò lo scambio di informazioni e di scelte progettuali deve essere sia veloce che chiaro, nonostante i mezzi differenti utilizzati dai professionisti. Con questo scopo si è dovuto creare una tipologia di formato che permettano lo scambio d'informazioni provenienti da software differenti. Infatti, siamo passati dal realizzare i disegni su carta per poi passare ai disegni CAD per poi infine arrivare ai modelli BIM. Il processo edilizio essendo diventato sempre più complesso ciò dà origine ad una maggiore settorialità della normativa tecnica cogente, di un aumento della varietà degli interventi e di un incremento di richieste prestazionali per quanto riguarda i progetti. Per questa ragione sono da evitare i problemi di comunicazione e

di comprensione tra i vari soggetti coinvolti nella realizzazione di un'opera, questi possono nascere principalmente dalla presenza simultanea di più discipline oppure dalla necessità di competenze sempre più specialistiche. Naturalmente ogni soggetto che interviene durante il ciclo di vita utile dell'opera ha il proprio modo di specificare il tipo di informazioni che ha intenzione di trasmettere, il modo deriva dalle proprie esperienze personali e dal proprio bagaglio di conoscenze; questo però è causa di una difformità nel concetto di informazione chiara tra gli attori coinvolti. Tenendo conto di ciò la cosa che risulta fondamentale per la cooperazione tra gli attori è come avviene tale modalità di interscambio, che deve essere indipendente dagli strumenti usati durante il progetto, per questo motivo è necessario stabilire un modello generale che possa racchiudere al suo interno le informazioni adeguatamente formalizzate. Per risolvere questo problema che vennero istituite le IFC (*Industry Foundation Classes*), queste sono un formato di scambio dati, indipendente dalle aziende di software e liberamente disponibile. L'utilizzo dello standard IFC agevola lo scambio di dati in modo efficace, permettendo a tutti gli attori del processo di fornire il proprio contributo al progetto. L'interoperabilità è quindi garantita dall'IFC, grazie al quale è possibile trasferire i dati presenti su un modello BIM su molteplici software, la cui compatibilità di norma non sarebbe garantita. Questo formato, quindi, permette di trasferire i dati relativi alle proprietà del singolo elemento del modello e le relazioni tra gli altri elementi che compongono il modello. Inoltre, è possibile sfruttare questa compatibilità per effettuare simulazioni e analisi sfruttando molteplici programmi. L'interoperabilità dei file IFC è applicabile durante tutto il ciclo di vita dell'edificio. Ad oggi molte case produttrici hanno scelto di adottare questo protocollo per questa ragione possiamo trovare molti software compatibili per effettuare diverse tipologie di analisi come analisi energetiche calcoli strutturali e *Model Checker*. Oltre a questo, il file IFC permette di assegnare a un modello 3D delle determinate proprietà tramite l'*IfcPropertySet*, queste proprietà possono essere di due tipi: predefinite oppure personalizzate. Le proprietà predefinite sono quelle che seguono determinati standard, esse vengono generate automaticamente dal software di BIM Authoring, mentre le proprietà personalizzate vengono stabilite dall'utilizzatore del software e assegnate ad un oggetto.

## 4.2 Autodesk Revit

Revit è un software creato dall' Autodesk sia per la progettazione architettonica che per la costruzione. Il suddetto programma è stato ideato per la gestione del progetto attraverso il processo del *Building Information Modeling*. Con l'utilizzo di Revit i progettisti ed i costruttori hanno a disposizione uno strumento che permette loro di gestire i progetti durante l'intero ciclo di vita dell'opera, infatti, si possono seguire a seconda delle fasi, i diversi livelli di dettaglio con la possibilità di aggiornare il modello inserendo tutte le informazioni necessarie. Questo programma include diverse funzionalità per quanto concerne la progettazione architettonica, impiantistica e strutturale. Tali funzionalità permettono ai diversi soggetti di agire sulle parti del modello che gli competono. Grazie a ciò è possibile ottimizzare il coordinamento multidisciplinare della documentazione in modo da ridurre il più possibile gli errori e quindi di conseguenza migliorare la comunicazione dei soggetti coinvolti nel progetto. In tal modo possiamo creare un unico modello 3D, dove i soggetti coinvolti hanno inserito le informazioni necessarie pertinenti ai loro ambiti. In aggiunta il programma permette di realizzare viste tridimensionali, prospetti e sezioni in tempo reale. Ogni modifica effettuata sul modello viene quindi riportata su tutte le viste create. Tenendo conto di ciò la modellazione in base alla logica Bim avviene tramite l'utilizzo di oggetti intelligenti che vengono definiti da regole e dei parametri specifici a seconda della famiglia di cui fanno parte. Oltre ai parametri della famiglia possiamo stabilire anche dei parametri di progetto. Questi possono essere utilizzati per descrivere le caratteristiche di un progetto e per gestire e controllare diversi aspetti del BIM. Inoltre, permettono una configurazione e personalizzazione di un modello rispetto alle esigenze specifiche che sono richieste da un progetto. Naturalmente questi parametri possono essere di diversi tipi:

- I parametri di Tipo sono parametri comuni a tutte le istanze di un certo tipo di elemento e ne definiscono le caratteristiche;
- I parametri di Istanza sono specifici per la singola istanza di un elemento e possono cambiare da un'istanza ad un'altra;
- I parametri Condivisi possono essere comuni a più famiglie e progetti. Sono utili a standardizzare i parametri utilizzati in un'organizzazione;

- I parametri Globali permettono di avere il controllo di diverse istanze di elementi attraverso l'intero progetto. Questi possono essere utilizzati come variabili per influenzare l'intero progetto;
- I parametri di Progetto possono essere utilizzati per filtrare e raggruppare le informazioni contenute nel modello. Questi vengono inseriti a livello di progetto e non sono specifici per un tipo di elemento ma sono assegnati a tutte le categorie di elementi presenti nel progetto;
- I parametri di Sistema sono predefiniti in Revit e non possono essere rimossi o modificati. Questi sono alla base del funzionamento del programma

Naturalmente durante l'esportazione in file IFC con un adeguato Property Set possiamo sia raggruppare che mostrare i parametri da noi selezionati. Naturalmente il processo Bim non si basa sull'utilizzo di un singolo programma per la gestione del progetto, per questo per creare una maggiore compatibilità con vari tipi di software Revit permette l'esportazione del progetto in file IFC.

## 4.3 La piattaforma Webim

La piattaforma che andremo ad utilizzare è stata concepita per essere un sistema integrato informativo digitale col fine di ottenere una maggiore efficienza dei processi e per sostenere l'intero ciclo di vita dei contratti. Grazie a questa infatti possiamo gestire i dati relativi alla programmazione di lavori, servizi o opere, inoltre possiamo gestire le procedure di affidamento e realizzazione di contratti pubblici e per quanto riguarda i processi di gestione e di manutenzione del bene immobile o infrastrutturale. La piattaforma è stata progettata in modo da fornire la tracciabilità e la trasparenza sulle attività svolte, per dare l'accessibilità sia ai dati che alle informazioni, per effettuare una verifica automatizzata dei modelli di dati, e per il supporto ai processi decisionali. L'architettura generale della suddetta piattaforma delinea un sistema integrato che è capace di supportare i procedimenti tecnico-amministrativi che partono dalla fase dell'affidamento dei contratti pubblici di lavori e servizi, per poi passare alla loro esecuzione per poi arrivare fino alla manutenzione e alla gestione dell'immobile o dell'infrastruttura durante il loro intero ciclo di vita. La piattaforma grazie a

diverse funzioni che sono state implementate al suo interno è allo stesso tempo sia un Ambiente di Condivisioni Dati (ACDat o CDE) come espresso nelle normative ISO 19650 e UNI 11337, che un Asset Management System per l'implementazione del Digital Twin. Questa piattaforma fornisce le sue funzionalità attraverso Web-Services, sono quindi accessibili da client di diversa natura. Per l'utilizzo della piattaforma non è prevista l'installazione di alcuna applicazione poiché i client utente sono accessibili attraverso l'utilizzo di normali browser web. Ci sono delle funzioni che sono comuni a tutte le divisioni della piattaforma queste sono:

1. Le Federazioni Multiformato e Multidominio queste sono modelli di dati eterogenei, la cui integrazione all'interno della piattaforma è resa possibile tramite l'utilizzo di link semantici. Questa può essere composta da vari modelli di dati estratti da diversi formati di documenti. Una volta che i modelli di dati saranno integrati in una federazione saranno visualizzati in un'unica scena, naturalmente è possibile allineare o effettuare collegamenti semantici tra i modelli di dati. Inoltre, la federazione consente di effettuare verifiche di model checking sia da un specifico modello dati, come un file IFC, sia tra differenti modelli dati. La funzione di federazione ci permette anche di combinare solo specifiche parti di modelli in modo da accrescere il livello informativo di quest'ultimi. Ciò permette di ampliare i livelli dei modelli in base alla progressione effettiva sia delle procedure di progettazione che di quelle di cantiere;
2. Il Model Checking Multiformato e Multidominio è un insieme di processi di verifica della validità dei contenuti tra i vari modelli che possono essere integrati in una federazione. Queste procedure di verifica possono essere sia visive che numeriche. La piattaforma supporta diverse tipologie di verifiche di model checking alcune delle quali sono:
  - tra nuvole di punti e i modelli IFC, questo è un controllo visivo della coesione tra le nuvole di punti e i modelli IFC;
  - tra Computi e i modelli IFC questa tipologia di verifica controllo è sia visiva che di verifiche numeriche, infatti, con quest'ultime si valuterà la corrispondenza tra le quantità espresse dai documenti contabili per ogni

singola lavorazione e le relative quantità visualizzate nel file IFC per gli oggetti presi in esame;

- Tra disegni CAD e modelli IFC questo è un controllo visivo della corrispondenza tra i disegni CAD e i modelli IFC;
  - tra lo stato di fatto e i modelli IFC questo sarà un controllo visivo per verificare la corrispondenza tra lo stato di fatto e quanto modellato in IFC, ciò avviene tramite sovrapposizione delle immagini al modello IFC. Le immagini possono essere sia sferiche che prospettiche ma sono da evitare le viste effettuate con l'utilizzo di grandangolari per via della loro distorsione;
3. Le sessioni di lavoro sono contraddistinte in maniera univoca da un indirizzo web. Ciò consente la divulgazione del link della sessione agli utenti coinvolti in modo da organizzare più facilmente il lavoro collaborativo anche effettuata in tempo reale. La sessione permette il salvataggio del lavoro, ma facendo ciò la sessione diventa permanente, in questo caso il link diventerà permanente consentendo agli utenti di accedere in qualsiasi momento alla sessione.

Questa piattaforma ha molte altre funzioni BIM-oriented in modo conforme alla norma UNI ISO 19650. Nella piattaforma sono presenti strumenti per l'interazione con i modelli di dati questi possono essere raggruppati in tre gruppi:

1. Strumenti di navigazione di dati integrati;
2. Strumenti di interrogazione;
3. Strumenti di collaborazione.

Dopo aver visto i software che andremo ad utilizzare inizieremo ad introdurre il caso di studio e le modellazioni che sono state effettuate con le opportune misure adottate.



# Capitolo 5

## Caso di studio

Il caso di studio che andremo a prendere a prendere in esame è un complesso risalente al 1938 adibito a clinica pediatrica che sarà riconvertito per l'uso universitario. Quindi l'edificio principale ed i suoi annessi dovranno subire dei lavori di ammodernamento e di adeguamento all'uso universitario.



Figura 5.1: Il modello BIM del caso di studio visto frontalmente

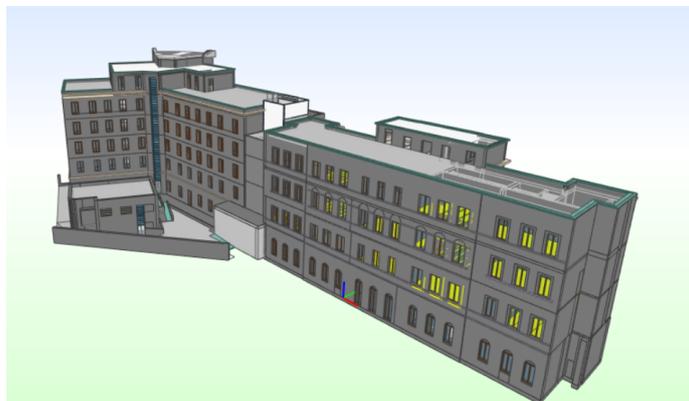


Figura 5.2: Il modello BIM del caso di studio visto posteriormente

## Capitolo 5 Caso di studio

Come si può constatare dal modello 3D il complesso è realizzato da diversi edifici ognuno con le sue lavorazioni da intraprendere. In questo cantiere essendo già presente per la maggior parte del perimetro una recinzione preesistente adatta a diventare una recinzione di cantiere, dove quest'ultima non è presente è stato previsto l'utilizzo di una recinzione adatta ad impedire l'accesso ad estranei alle lavorazioni. Nell'immagine seguente si può notare dove verrà installata la suddetta recinzione.

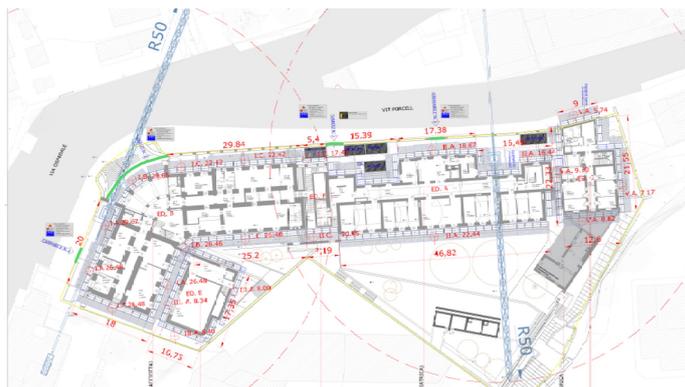


Figura 5.3: La recinzione di cantiere

Inoltre, nel cantiere saranno presenti due gru nelle posizioni indicate nella foto. Possiamo notare come le suddette operino in parte nello stesso spazio aereo creando di conseguenza una zona di interferenza (Figura 5.4). In questo caso bisognerà adottare misure adatte per ridurre il rischio come indicato dalle norme che abbiamo analizzato in precedenza.

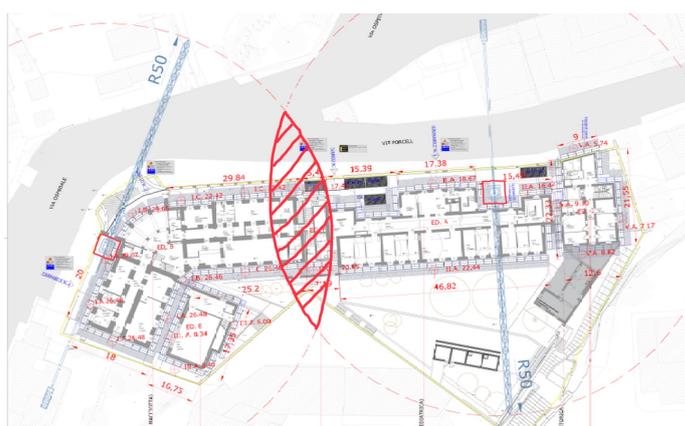


Figura 5.4: La zona d'interferenza tra le due gru

In tutto il complesso saranno installati sia ponteggi mobili che ponteggi fissi in modo da consentire che le lavorazioni in quota si svolgano in sicurezza. Per il nostro

caso di studio andremo ad analizzare i ponteggi fissi presenti in cantiere che sono quelli indicati nella figura 5.5.

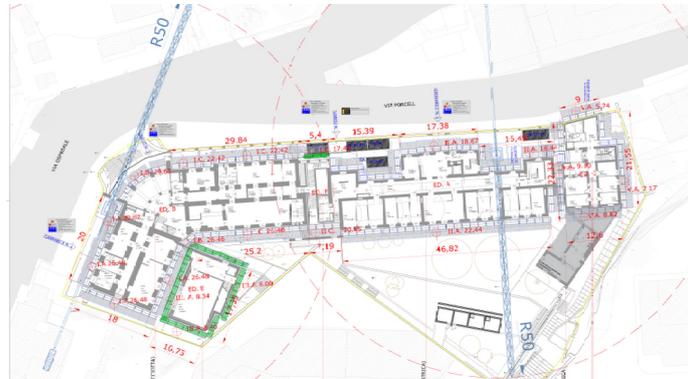


Figura 5.5: I ponteggi fissi

I ponteggi però verranno montati in diverse fasi indicate nelle seguenti immagini

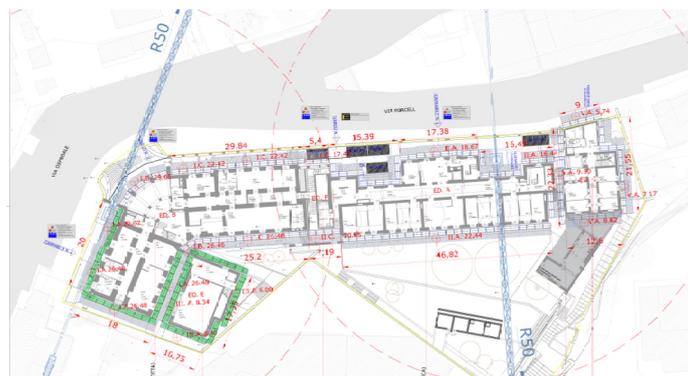


Figura 5.6: La realizzazione dei ponteggi: Fase I

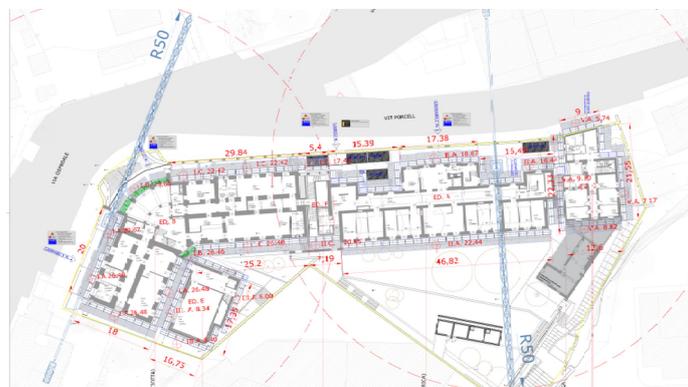


Figura 5.7: La realizzazione dei ponteggi: Fase II



norme di salute e sicurezza durante l'attuazione del cantiere. Nell'art 92 del T.U sono specificati i compiti del CSE questi sono:

- Deve verificare l'applicazione delle disposizioni contenute nel PSC e la corretta applicazione delle relative procedure di lavoro, da parte sia delle imprese esecutrici sia dei lavoratori autonomi;
- Deve verificare l'idoneità del POS;
- Deve allineare il PSC e il fascicolo dell'opera, in base sia all'evoluzione dei lavori sia alle eventuali modifiche apportate, considerando le proposte delle imprese esecutrici che possono migliorare la sicurezza in cantiere;
- Deve verificare che le imprese esecutrici si adattino al POS se necessario;
- Deve organizzare la cooperazione ed il coordinamento delle attività, tra i datori di lavoro e se sono presenti anche i lavoratori autonomi;
- Deve verificare che quanto previsto negli accordi tra le parti sociali venga attuato con il fine di coordinare i rappresentanti della sicurezza e quindi migliorare di conseguenza la sicurezza in cantiere;
- Deve segnalare al committente o al responsabile dei lavori, dopo aver effettuato una contestazione scritta alle imprese e ai lavoratori autonomi, le eventuali difformità alle disposizioni del T.U. sulla sicurezza relative alle prescrizioni del PSC;
- Nel caso di inadempienze nelle dotazioni di sicurezza, deve proporre la sospensione dei lavori, l'eventuale allontanamento delle imprese o dei lavoratori autonomi dal cantiere, al committente o al responsabile dei lavori, nel caso in cui quest'ultimi non adottino nessun provvedimento deve procedere a comunicare l'inadempienza all' ASL e alla direzione provinciale del lavoro territorialmente competenti;
- Nel caso di pericolo grave ed imminente deve sospendere le singole lavorazioni fino a che non siano effettuati i relativi adeguamenti alla sicurezza con le verifiche di quest'ultime.

Essendo il CSE in una posizione di garanzia ha sia il potere che il dovere di intervenire direttamente sulle singole lavorazioni pericolose, tenendo conto di ciò è necessario che il CSE frequenti il cantiere in maniera sistematica in modo da poter rilevare eventuali lavorazioni pericolose. Per aumentare il numero di controlli si possono adottare strumenti che permettono di controllare le lavorazioni a distanza. Infatti, abbiamo a disposizione strumenti che permettono di monitorare il cantiere a distanza tramite l'utilizzo di foto, però non è possibile monitorare tutte le misure di sicurezza, molti controlli però possono essere effettuati solo in cantiere. Dalle normative analizzate in precedenza possiamo dedurre le misure di sicurezza che possono essere controllate in maniera remota per le dotazioni di cantiere che abbiamo analizzato. Per quanto riguarda i ponteggi quello che possiamo controllare a distanza è:

Tabella 5.1: I possibili controlli dei ponteggi da effettuare a distanza

Modellabile	Normativa di riferimento	
1	L'altezza dell'impalcato singolo dalla basetta alla superficie dell'impalcato più alto deve essere compresa tra i 24 e i 25,5 metri	UNI EN 12810-1
2	Le basette fisse devono avere un'altezza pari a 10 centimetri	UNI EN 12810-1
3	Le basette regolabili devono avere un'altezza minima di 20 centimetri e un'estensione massima di 1 metro	UNI EN 12810-1
4	Il posizionamento degli ancoraggi almeno ogni due piani di ponteggio e ogni due impalcati o comunque un ancoraggio ogni 14.4 mq	UNI EN 12810-1 D.lgs.81/08 articolo 125 comma 6
5	L'altezza minima del fermapiEDE pari a 20 centimetri	UNI 12811-1
6	La presenza di controventatura orizzontale e diagonale	UNI EN 12810-1

Tabella 5.1 continua dalla pagina precedente

	Modellabile	Normativa di riferimento
7	La presenza di mantovane ad un'altezza di circa 4 metri e successivamente ogni 12 metri	art.28 DPR 164/56
8	La distanza tra l'edificio e l'impalcato non deve essere maggiore di 20 centimetri	art 138 del D.lgs.81/08
9	Le aperture tra gli elementi del piano dell'impalcato devono essere maggiori di 25 millimetri	UNI 12811-1
10	La corrente principale di parapetto deve avere un'altezza minima assoluta 950mm	UNI 12811-1
11	La protezione laterale intermedia deve essere dimensionata in modo che una sfera con un diametro da 470mm non possa attraversarla	UNI 12811-1
12	Le aperture di accesso all'impalcato devono avere una dimensione minima 0.45 metri di larghezza 0.6 metri di lunghezza	UNI 12811-1
13	L'altezza del montante di sommità deve essere tale da superare di 1m l'ultimo piano dell'impalcato di un ponteggio	UNI 11927
14	L'altezza minima del montante di copertura deve essere pari ad 1.2 metri	UNI 11927

Invece per quanto riguarda le gru ciò che possiamo controllare a distanza è Modellabile

Tabella 5.2: I possibili controlli della gru a torre da effettuare a distanza

	Modellabile
1	La posizione
2	Lo sbraccio
3	L'altezza

Per quanto riguarda la recinzione possiamo controllare solo la

Tabella 5.3: I possibili controlli della recinzione di cantiere da effettuare a distanza

Modellabile	
1	La posizione
2	L'altezza

Adesso procederemo a realizzare dei modelli che rispecchino la situazione degli apprestamenti da cantiere con il programma di modellazione Revit. Inserendo all'interno di quest'ultimi, come parametri di progetto i dati riportati nelle tabelle precedenti 5.1, 5.2, 5.3. I dati provengono sia da come abbiamo visto normative e prescrizioni di legge sia come vedremo dalla stima dei costi per la sicurezza. Infatti grazie a questa potremo inserire ulteriori parametri all'interno di Revit. Per quanto riguarda i ponteggi come possiamo notare dalla Figura 5.11 possiamo ricavare ulteriori parametri da inserire all'interno di Revit.

3 / 5	Nolo mensile (o per frazione di mese) di ponteggio metall ... stero							
PF.0013.00	per dare l'opera realizzata a perfetta regola d'arte							
01.0003	Nolo mensile (o per frazione di mese) di ponteggio metallico fisso a telai prefabbricati realizzato in acciaio S235JR, diam. 48 mm, sp. 2,9 mm. Incluso nolo, trasporto, scarico, movimentazione in cantiere, montaggio, smontaggio e carico con trasporto ad opera ultimata. Completo di predisposizione di piani di lavoro in legno o metallici, tavole fermapiede, mantovana parasassi, teli di protezione in HPDE, scale di collegamento tra i piani di lavoro, correnti, diagonali, basette, ancoraggi, travi per varchi. Compresi tutti gli accessori necessari per realizzare il ponteggio nel rispetto delle normative vigenti, in conformità alle autorizzazioni ministeriali rilasciate per l'impiego. Realizzato secondo il D.L.vo 81/2008 e s.m.i., e conformemente al relativo Pi.M.U.S. . Il tutto valutato secondo lo sviluppo del ponteggio in proiezione verticale di facciata. Incluso ogni onere e magistero per dare l'opera realizzata a perfetta regola d'arte							
	edificio E	9,00	1,80	8,000	129,60			
	edificio E	7,00	1,80	6,000	75,60			
	edificio E	10,00	1,80	8,000	144,00			
	edificio E	6,00	1,80	8,000	86,40			
	SOMMANO...							
			metri					
			quadri					
					435,60		17,84	7'771,10

Figura 5.11: La stima dei costi relativi ai ponteggi dell'edificio E

Infatti gli ulteriori parametri che andremo ad inserire sono:

- Il modello dell'impalcato in base ai requisiti richiesti;
- Riporteremo la descrizione che viene fatta nella stima dei costi;
- Il costo unitario.

Per quanto riguarda le gru presenti in cantiere come possiamo vedere nella figura successiva (Figura 5.12) possiamo ricavare:

- Il modello della gru;



## Capitolo 5 Caso di studio

informazioni che abbiamo indicato in precedenza è da notare che per alcuni parametri possiamo usare quelli che sono già presenti su Revit, infatti tra i dati d'identità troveremo parametri come il modello, commenti sul tipo e costo.

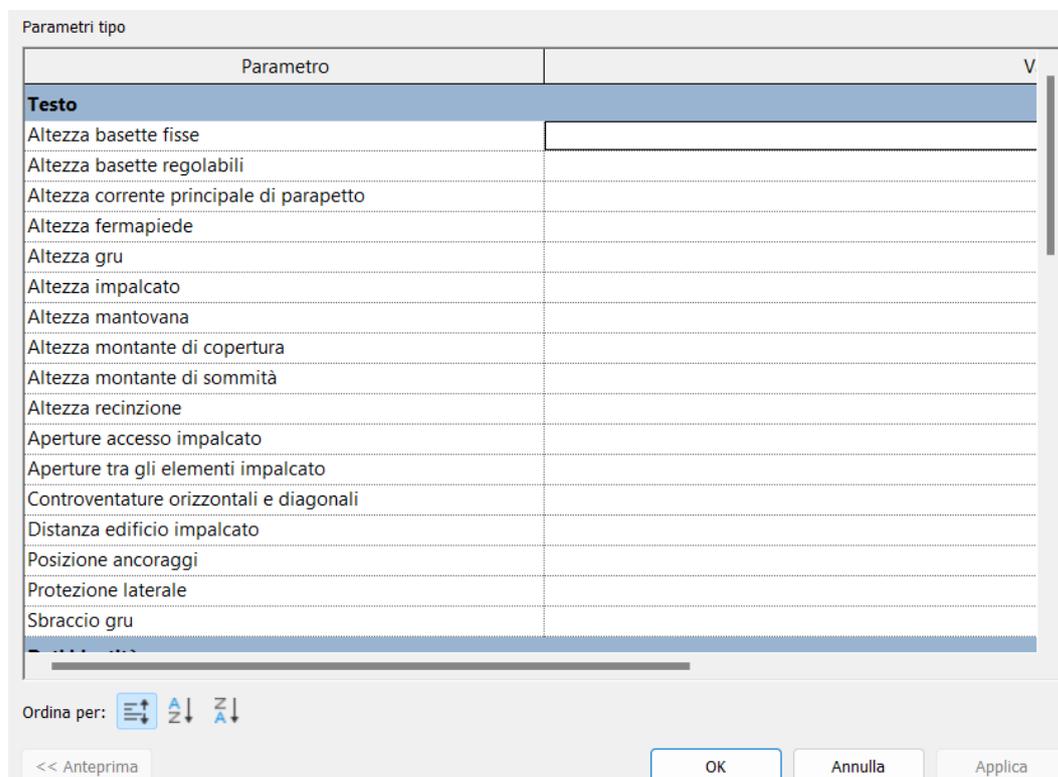


Figura 5.14: I parametri di progetto che sono stati impostati in Revit

Adesso dovremo solo compilare in maniera corretta i nostri parametri. Così facendo avremo inserito in maniera corretta i parametri all'interno di Revit il prossimo passo sarà quello di esportare il modello che abbiamo creato in file IFC e questo lo vedremo nel successivo paragrafo.

## 5.2 File IFC e PropertySet

Come già descritto in precedenza quando abbiamo parlato del problema dell'interoperabilità 4.1.1. Il formato IFC nasce per risolvere i problemi relativi alla condivisione delle informazioni. Una volta creato il modello in Revit andremo ad esportarlo in IFC stabilendo grazie ad un adeguato PropertySet questo avrà lo scopo di permetterci di raggruppare i parametri di progetto che sono state precedentemente impostate. Questo ci permetterà di poter raggruppare i parametri a seconda delle normative

che li regolano e a seconda delle specifiche richieste. In questo modo potremo far sì che il CSE durante i controlli possa visualizzare le informazioni sulle normative e sui controlli che si possono effettuare a distanza. Quindi dovremo creare un PropertySet che raggruppi suddetti parametri (Figura 5.15).

```

#
Propertyset:    Specifiche      T      IfcBuildingElementProxyType
                Modello          Text
                Commenti sul tipo text
                Costo            Text
                Altezza gru       Text
                Altezza recinzione Text
                Sbraccio gru      Text
Propertyset:    UNI EN 12810-1 T      IfcBuildingElementProxyType
                Altezza impalcato Text
                Altezza basette fisse Text
                Altezza basette regolabili text
                Posizione ancoraggi Text
                Controventature orizzontali e diagonali Text
Propertyset:    UNI EN 12811-1 T      IfcBuildingElementProxyType
                Altezza fermapiede Text
                Aperture tra gli elementi impalcato Text
                Altezza corrente principale di parapetto text
                Protezione laterale Text
                Aperture accesso impalcato Text
Propertyset:    UNI 11927      T      IfcBuildingElementProxyType
                Altezza montante di copertura Text
                Altezza montante di sommità Text
Propertyset:    DPR 164/56 art.28 T      IfcBuildingElementProxyType
                Altezza mantovana Text
Propertyset:    D.lgs 81/08 art 138 T      IfcBuildingElementProxyType
                Distanza edificio impalcato Text

```

Figura 5.15: Il PropertySet

Una volta creato il PropertySet esporteremo il modello Revit in file IFC. Così facendo otterremo un file IFC, che grazie al PropertySet che abbiamo precedentemente creato, avrà al suo interno tutte le informazioni necessarie e raggruppate in modo chiaro.

## Capitolo 5 Caso di studio

Proprietà	Posizione	Classificazione	Relazioni	Nome	Valore
				<b>D.lgs 81/08 art 138</b>	
				Distanza edificio impalcato	non superiore a 20 cm
				<b>DPR 164/56 art.28</b>	
				Altezza mantovana	prima mantovana a circa 4 m poi ogni 12 m
				<b>Pset_BuildingElementProxyCommon</b>	
				<b>Pset_BuildingElementProxyCommon</b>	
				<b>Pset_EnvironmentalImpactIndicators</b>	
				<b>Pset_ManufacturerTypeInformation</b>	
				<b>Specifiche</b>	
				Commenti sul tipo	ponteggio metallico fisso a telai prefabbricati realizzato in acciaio S235JR, diam. 48 mm, sp.2,9 mm. Incluso nolo, trasporto, scarico, movimentazione in cantiere, montaggio, smontaggio e carico con trasporto ad opera ultimata. Completo di predisposizione di piani di lavoro in legno o metallici, tavole fermapiè, mantovana parasassi, teli di protezione in HPDE, scale di collegamento tra i piani di lavoro, correnti, diagonali, basette, ancoraggi, travi per varchi. Compresi tutti gli accessori necessari per realizzare il ponteggio nel rispetto delle normative vigenti, in conformità alle autorizzazioni ministeriali rilasciate per l'impiego. Realizzato secondo il D.L. vo 81/2008 es.m.l., e conformemente al relativo P.I.M.U.S. . Il tutto valutato secondo lo sviluppo del ponteggio in proiezione verticale di facciata. Incluso ogni onere e magistero per dare l'opera realizzata a perfetta regola d'arte.
				Costo	17,84
				Modello	S235JR, diam. 48 mm, sp.2,9 mm.
				<b>UNI 11927</b>	
				Altezza montante di copertura	minimo 1.2 m
				Altezza montante di sommità	deve superare di 1 m l'ultimo piano dell'impalcato di un ponteggio
				<b>UNI EN 12810-1</b>	
				Altezza basette fisse	10 cm
				Altezza basette regolabili	Minimo 20 cm massimo 100 cm
				Altezza impalcato	massima compresa tra i 24.5 m e i 25.5 m
				Controventature orizzontali e diagonali	presenza
				Posizione ancoraggi	almeno ogni due piani di ponteggio e ogni due impalcati. un ancoraggio ogni 14.4 mq
				<b>UNI EN 12811-1</b>	
				Altezza corrente principale di parapetto	Altezza assoluta pari a 950 mm
				Altezza fermapiè	Almeno 20 cm
				Aperture accesso impalcato	dimensione minima 0.45 metri di larghezza 0.6 metri di lunghezza
				Aperture tra gli elementi impalcato	massimo 25 mm
				Protezione laterale	non deve avere aperture maggiori di 470 mm

Figura 5.16: I risultati dell'esportazione con il Propertysset

Essendo un file in formato IFC questo sarà compatibile con le piattaforme che andremo ad utilizzare. Oltretutto gli oggetti contenuti all'interno del file adesso saranno interrogabili. Il prossimo passo è quello di importare il file all'interno della piattaforma in modo da poter procedere con la sovrapposizione delle foto realizzate in cantiere.

### 5.3 Sovrapposizione delle immagini

Per la sovrapposizioni delle immagini avverrà tramite la piattaforma Webim. Questa ci permetterà di allineare le foto al modello permettendoci allo stesso tempo di verificare il modello IFC e le eventuali dotazioni di cantiere che abbiamo analizzato in precedenza. Adesso andremo prima ad importare il file IFC nella piattaforma estraendone il modello 3D.

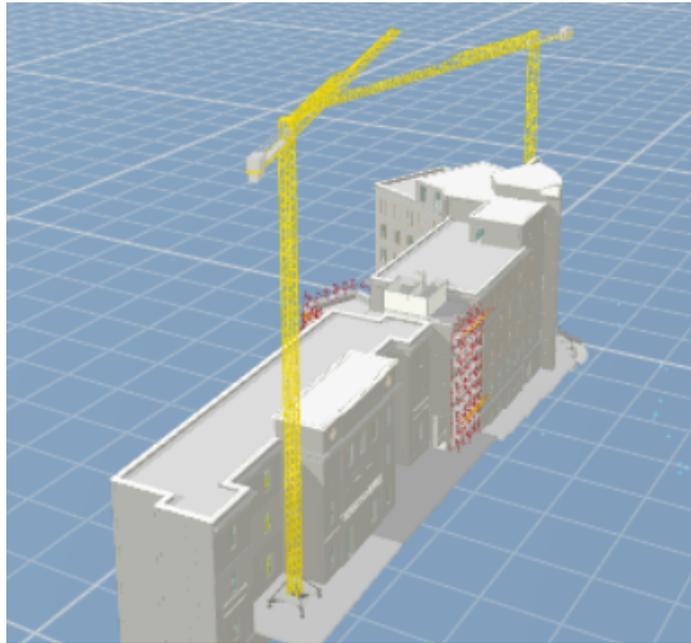


Figura 5.17: Il modello IFC visto dall'edificio A

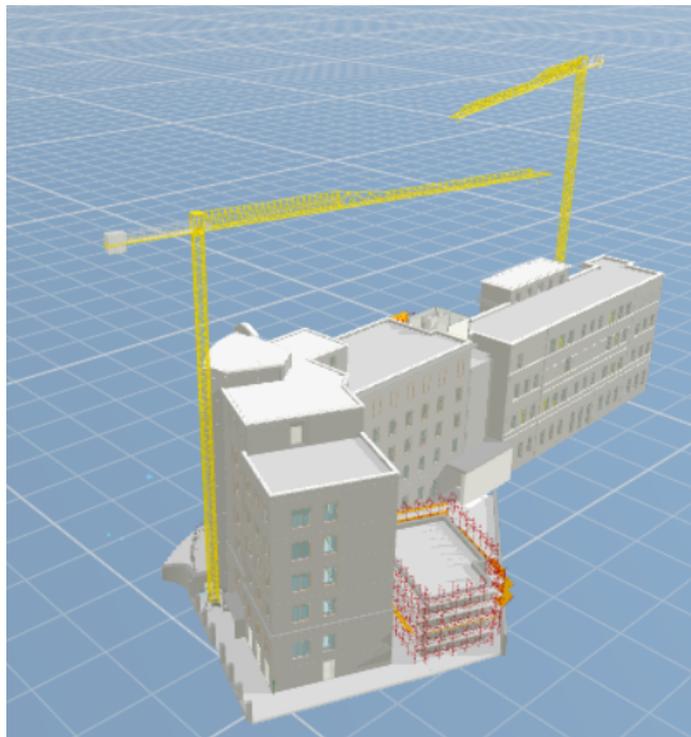


Figura 5.18: Il modello IFC visto dall'edificio B

Una volta estratto il il modello dal file IFC, dovremo procedere a caricare le immagini che sono state scattate sul cantiere in questione. Caricate le foto dovremo

## Capitolo 5 Caso di studio

procedere a estrarle, quando le avremo estratte allora potremo procedere con l'allineamento delle foto al modello IFC. Apriremo in contemporanea il file IFC e la foto poi procederemo sovrapporre il più possibile la foto per poi procedere all'Allineamento per mezzo di punti presenti su entrambe le viste. Quindi avremo il nostro modello (Figura 5.19) a cui andremo a sovrapporre una foto (Figura 5.20) per poi allinearla con il modello IFC(Figura 5.21).



Figura 5.19: Vista dell'edificio A dal modello IFC



Figura 5.20: La foto relativa alla situazione reale del cantiere dell'edificio A



Figura 5.21: La sovrapposizione della foto al modello IFC dell'edificio A

Per effettuare una prima verifica adeguata dovremo andare a sviluppare lungo tutta la struttura una sovrapposizione sistematica delle foto.

## 5.4 Risultati

La verifica di model checking effettuata in questa maniera ci permette di constatare eventuali discrepanze col modello IFC come in questo caso la mancata presenza di alcune aperture come si può notare nelle figure successive.



Figura 5.22: Gli errori riscontrati nel modello IFC



Figura 5.23: La sovrapposizione della foto con gli errori evidenziati



Figura 5.24: Misurazioni con la sovrapposizione delle immagini

Questo procedimento inoltre ci permetterà, quando gli apprestamenti di cantiere saranno montati, di avere sia un riscontro visivo col modello IFC. Inoltre, ci permetterà di verificare i parametri che abbiamo impostato all'interno del modello Revit in modo che il CSE possa effettuare una prima serie di controlli a distanza per

verificare il rispetto delle misure di sicurezza adottate. La piattaforma che abbiamo utilizzato infatti ci permette di visualizzare i parametri che abbiamo dato e quindi di conseguenza di verificarne la corrispondenza tra le foto sovrapposte ed il modello IFC. Inoltre, grazie alla piattaforma potremo effettuare delle misurazioni in modo da verificare le geometrie degli elementi che prenderemo in esame, come si può notare dalla Figura 5.24. Ciò ci permetterà di controllare se gli apprestamenti di cantiere che sono stati installati rispettino le specifiche richieste, consentendoci appunto di misurare parametri come l'altezza della recinzione di cantiere, oppure l'altezza e lo sbraccio della gru. Inoltre, grazie a questo potremo esaminare il rispetto dei parametri che abbiamo impostato per i ponteggi, permettendoci di accertare le dimensioni degli elementi e l'ampiezza delle aperture presenti in quest'ultimi.



## Capitolo 6

### Conclusioni

In conclusione, la digitalizzazione del PSC è un significativo sviluppo per l'innovazione della gestione e la sicurezza nei cantieri edili. I vantaggi che sono dati da questa procedura sono molteplici, tra cui vi sono il miglioramento della comunicazione tra i soggetti coinvolti nel progetto, la possibilità di monitorare in tempo reale l'attuazione delle normative di sicurezza e una gestione più efficiente delle risorse. È chiaro come tale approccio evidenzi i benefici sia termini di sicurezza che di efficienza operativa. La figura del CSE è cruciale nella supervisione delle attività svolte in cantiere e grazie a tali strumenti potrà effettuare controlli più efficaci e tempestivi. Infatti grazie all'utilizzo di piattaforme digitali, come abbiamo visto, si può monitorare con maggiore frequenza lo stato delle misure di sicurezza, segnalare con maggiore celerità le difformità, verificare la risoluzione dei problemi e registrare le ispezioni. In questo modo il processo di controllo viene reso più rigoroso e trasparente. Gli elementi del cantiere possono essere modellati in maniera dettagliata grazie all'utilizzo di software come Revit, infatti, si possono integrare al loro interno parametri specifici relativi alla sicurezza ma anche relativi a costi e alle specifiche tecniche. La piattaforma Webim invece permette la gestione integrata delle informazioni, aumentando la tracciabilità e la trasparenza delle attività che vengono svolte in cantiere. Ciò consente una gestione più dettagliata e coordinata delle risorse, riducendo di conseguenza la possibilità di errori e aumentando una chiara ed efficace comunicazione tra i diversi attori coinvolti nel progetto. I risultati che abbiamo ottenuto indicano che l'utilizzo di tecnologie digitali per i processi di gestione della sicurezza possono portare benefici rendendo i cantieri più sicuri e con un'organizzazione migliore. Il lato negativo di queste tecnologie è che richiedono per il loro utilizzo un'adeguata formazione degli

## *Capitolo 6 Conclusioni*

operatori e un maggiore investimento iniziale in termini sia di risorse che di tempo. Si auspica che i risultati contenuti in questa tesi possano portare ad ulteriori studi e applicazioni pratiche per quanto riguarda la gestione della sicurezza nei cantieri edili. Solo grazie all'innovazione tecnologica potremo migliorare la gestione della sicurezza nei cantieri, e la digitalizzazione dei PSC è sicuramente un passo nella giusta direzione per la creazione di ambienti di lavoro con una maggiore sicurezza, efficienza e sostenibilità.

## Bibliografia

- [1] Repubblica Italiana. Decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, April 2008. Testo Unico sulla Salute e Sicurezza sul Lavoro.
  
- [2] Repubblica Italiana. Decreto 2 dicembre 2016, n. 263, December 2016. Regolamento recante l'espletamento di procedure per l'affidamento di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture, in attuazione degli articoli 36, comma 7, e 216, comma 12, del decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50. Sostituisce l'articolo 254 del D.P.R. 207/2010.
  
- [3] Repubblica Italiana. Decreto del presidente della repubblica 19 aprile 2000, n. 145, April 2000. Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici, ai sensi dell'articolo 3, comma 5, della legge 11 febbraio 1994, n. 109.