

**ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA**

---

**FACOLTÀ DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA**

*DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA*

*CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA EDILE-ARCHITETTURA*

**TESI DI LAUREA**

in

Organizzazione del Cantiere

**IL BIM PER LA SICUREZZA:**

*SOLIBRI MODEL CHECKER E REVIT PER*

*IL CONTROLLO DEI RISCHI GEOMETRICI IN CANTIERE*

CANDIDATA:  
Lucia Cavallero

RELATORE:  
Chiar.mo Prof. Ing  
Marco Alvise Bragadin

CORRELATORE:  
Arch. Massimo Stefani

Anno Accademico:2017/18

Sessione III







*“Il concetto di BIM deve essere inteso “per descrivere un’attività”, piuttosto che un oggetto. Il BIM non è né una cosa né un tipo di software, ma un’attività umana che coinvolge, in ultima analisi, ampie modifiche dei processi del settore delle costruzioni”*

*“BIM Handbook”*



## **INDICE:**

1.1 INTRODUZIONE E FINALITÀ.....	Pag. 1
2.1 COS'É IL BIM.....	Pag. 3
2.2 IL TERMINE BIM.....	Pag. 4
2.3 MA COS' È IL BIM? .....	Pag. 5
2.3.1 Il modello BIM.....	Pag. 5
2.3.2 Le informazioni .....	Pag. 6
2.4 COME FUNZIONA IL BIM?.....	Pag. 8
2.4.1 Qualità più elevata grazie al modello di coordinamento BIM	Pag. 8
2.4.2 La condivisione nel BIM – Metodologie di scambio dati.....	Pag. 9
2.4.3 Il ruolo dei membri del team del progetto BIM.....	Pag. 11
2.4.4 Gli strumenti adatti per il BIM.....	Pag. 11
2.5 PERCHÉ SCEGLIERE IL BIM?.....	Pag. 13
2.5.1 BIM a livello globale.....	Pag. 13
2.5.2 Il BIM aumenta l'affidabilità della progettazione.....	Pag. 14
2.5.3 Il BIM migliora la comunicazione.....	Pag. 14
2.6 COSA VUOL DIRE PROGETTARE IN BIM.....	Pag. 15
2.6.1 I campi d'applicazione del BIM.....	Pag. 15
2.6.2 Le fasi del BIM.....	Pag. 16
2.6.2.a. Fasi del progetto.....	Pag. 17
2.6.2.1 BIM Fase 1: Modellazione basata sugli oggetti .....	Pag. 18
2.6.2.2 BIM Fase 2: Collaborazione basata sui modelli.....	Pag. 18
2.6.2.3 BIM Fase 3: Integrazione e la condivisione basata sul network.....	Pag. 18
2.6.3 I passaggi BIM.....	Pag. 19
2.6.3.1 Differenti gruppi di Passaggi.....	Pag. 19
2.7 COME IMPLEMENTARE IL BIM NELL'AZIENDA.....	Pag. 20
2.7.1 L'implementazione inizia dalla dirigenza.....	Pag. 20
2.7.2 La strategia BIM e il BIM Team .....	Pag. 21
2.7.3 Sfruttare la flessibilità nella progettazione e avere il coraggio di cambiare.....	Pag. 22

3.1 LA NORMATIVA BIM.....	Pag. 23
3.2 NORMATIVA INTERNAZIONALE - ISO.....	Pag. 23
3.2.1 Cos'è uno standard e quali sono i suoi vantaggi.....	Pag. 23
3.2.2 Chi decide lo standard? .....	Pag. 24
3.2.3 Principi chiave dello sviluppo di una norma .....	Pag. 24
3.2.4 Le norme ISO - BIM.....	Pag. 24
3.3 NORMATIVA ITALIANA.....	Pag. 26
3.3.1 Decreto BIM – D.M. n°560.....	Pag. 26
3.3.1.1 Trasparenza, condivisione, rintracciabilità.....	Pag. 26
3.3.2 UNI 11337 unica norma nazionale del 30 gennaio 2017.....	Pag. 28
3.3.2.1 UNI 11337 parte 7 – i ruoli del BIM.....	Pag. 31
3.3.2.1.1 BIM Coordinator.....	Pag. 31
3.3.2.1.1.a. L'importanza del Bim Coordinator nel workflow BIM.....	Pag. 32
3.3.2.1.1.b. BIM Coordinator in Italia.....	Pag. 32
3.3.2.1.1.c. Come lavorare come BIM Coordinator?.....	Pag. 32
3.3.2.1.2 BIM Specialist.....	Pag. 33
3.3.2.1.2.a. Cosa fa il BIM Specialist.....	Pag. 33
3.3.2.1.2.b. Requisiti per diventare BIM Specialist.....	Pag. 34
3.3.2.1.3 BIM Manager.....	Pag. 34
3.3.2.1.3.a. Cosa fa e chi è un BIM Manager.....	Pag. 34
3.3.2.1.3.b. Il ruolo del BIM Manager.....	Pag. 34
4.1 PROGRAMMI UTILIZZATI.....	Pag. 37
4.2 SOLIBRI MODEL CHECKER.....	Pag. 37
4.2.1 ORGANIZZAZIONE DEL SOFTWARE.....	Pag. 39
4.2.1.1 File.....	Pag. 39
4.2.1.2 Model – Lavorare con i modelli.....	Pag. 41
4.2.1.2.a. Model tree.....	Pag. 42
4.2.1.2.b. Classification.....	Pag. 43
4.2.1.2.c. Selection Basket.....	Pag. 43
4.2.1.2.d. Info.....	Pag. 43
4.2.1.3 Checking.....	Pag. 44

4.2.1.4 Communication.....	Pag. 47
4.2.1.5 Information Takeoff.....	Pag. 48
4.3 REVIT.....	Pag. 49
4.3.1 Storia di Autodesk Revit: quali sono le sue origini e come è giunto fino a noi.....	Pag. 50
4.3.2 Versioni di Autodesk Revit.....	Pag. 50
4.3.3 Conoscenze e competenze richieste per Autodesk Revit.....	Pag. 51
4.3.4 Condivisione del lavoro.....	Pag. 52
4.3.5 Formati IFC.....	Pag. 53
4.3.6 FUNZIONALITA' DEL SOFTWARE.....	Pag. 54
4.3.6.1 A cosa serve Autodesk Revit.....	Pag. 54
4.3.6.2 Modellazione parametrica.....	Pag. 54
4.3.6.3 Gli elementi in Revit – Le famiglie.....	Pag. 55
4.3.6.4 Le proprietà degli elementi.....	Pag. 58
4.3.6.5 Abachi.....	Pag. 58
5.1 DESCRIZIONE PROGETTO.....	Pag. 61
5.1.1 Inquadramento territoriale e parametri urbanistici.....	Pag. 62
5.1.2 Vincoli paesaggistici e vincoli diretti.....	Pag. 63
5.1.3 Stato di Progetto.....	Pag. 63
5.1.3.1 Descrizione dell'intervento.....	Pag. 63
5.1.3.1.a. Piano Terra.....	Pag. 64
5.1.3.1.b. Piano Primo.....	Pag. 66
5.1.3.1.c. Piano Secondo.....	Pag. 68
5.1.3.2 Tecnica di costruzione scelta.....	Pag. 70
5.1.3.2.a. Muratura PLASTBAU®-3.....	Pag. 70
5.1.3.2.b. SOLAIO PLASTBAU® METAL.....	Pag. 72
6.1 IL CONTROLLO DELL'EDIFICIO CON SMC.....	Pag. 75
6.1.2 Metodi di visualizzazione del modello.....	Pag. 76
6.1.3 Checking del modello dell'edificio.....	Pag. 80
7.1 LE FASI DEL CANTIERE.....	Pag. 85

8.1 FASE 1 – ALLESTIMENTO CANTIERE.....	Pag. 87
8.1.1a. Rischi legati all’area di cantiere.....	Pag. 89
8.1.1.b. Fattori esterni che comportano rischi per il cantiere.....	Pag. 91
8.1.1.c. Rischi che le lavorazioni di cantiere comportano per l’area circostante.....	Pag. 92
8.1.1.d. Accesso dei mezzi e fornitura dei materiali.....	Pag. 92
8.1.2 LAVORAZIONI.....	Pag. 93
8.1.2.1 Preparazione delle aree di cantiere.....	Pag. 94
8.1.2.2 Apprestamenti del cantiere.....	Pag. 95
8.1.2.3 Impianti di servizio del cantiere.....	Pag. 96
8.1.3 RISCHI INDIVIDUATI NELLE LAVORAZIONI E RELATIVE MISURE PREVENTIVE E PROTETTIVE.....	Pag. 99
Rischio di: Caduta di materiale dall’alto o a livello.....	Pag. 99
Rischio di: Elettrocuzione.....	Pag. 100
Rischio di: M. M. C. (sollevamento e trasporto).....	Pag. 100
Rischio: Rumore.....	Pag. 101
Rischio: Vibrazioni.....	Pag. 102
8.1.4 ATTREZZATURE UTILIZZATE NELLE LAVORAZIONI....	Pag. 102
Attrezzi manuali.....	Pag. 102
8.1.5. MACCHINE UTILIZZATE NELLE LAVORAZIONI.....	Pag. 103
Autocarro.....	Pag. 103
Autogru.....	Pag. 105
Potenza sonora di attrezzature e macchine.....	Pag. 107
9.1 FASE 2 – SCAVO E REINTERRO.....	Pag. 109
9.1.2 LAVORAZIONI.....	Pag. 109
9.1.2.1 Scavi e rinterri.....	Pag. 109
9.1.3. RISCHI INDIVIDUATI NELLE LAVORAZIONI E RELATIVE MISURE PREVENTIVE E PROTETTIVE.....	Pag. 112
Rischio di: Caduta dall’alto.....	Pag. 112
Rischio di: Investimento, Ribaltamento.....	Pag. 113

Rischio di: Rumore.....	Pag. 113
Rischio di: Seppellimento, Sprofondamento.....	Pag. 113
Rischio di: Vibrazioni.....	Pag. 114
9.1.4. ATTREZZATURE UTILIZZATE NELLE LAVORAZIONI...	Pag. 114
Andatoie e Passerelle.....	Pag. 114
Attrezzi manuali.....	Pag. 116
Scala Semplice.....	Pag. 116
9.1.5. MACCHINE UTILIZZATE NELLE LAVORAZIONI.....	Pag. 118
Autocarro.....	Pag. 118
Dumper.....	Pag. 118
Escavatore.....	Pag. 120
Pala meccanica.....	Pag. 121
Potenza sonora di attrezzature e macchine.....	Pag. 123
10.1 FASE 3 – FONDAZIONI.....	Pag. 125
10.1.2 LAVORAZIONI.....	Pag. 125
10.1.2.1 Strutture in fondazione in c.a.....	Pag. 125
10.1.3. RISCHI INDIVIDUATI NELLE LAVORAZIONI E	
RELATIVE MISURE PREVENTIVE E PROTETTIVE.....	Pag. 130
Rischio: Chimico.....	Pag. 130
Rischio di: Getti, schizzi.....	Pag. 131
Rischio di: Punture, tagli, abrasioni.....	Pag. 131
Rischio: Rumore.....	Pag. 131
Rischio di: Vibrazioni.....	Pag. 131
10.1.4. ATTREZZATURE UTILIZZATE NELLE	
LAVORAZIONI.....	Pag. 132
Andatoie e Passerelle.....	Pag. 132
Attrezzi manuali.....	Pag. 132
Sega circolare.....	Pag. 132
Trancia-piegaferri.....	Pag. 134
Vibratore elettrico per calcestruzzo.....	Pag. 136
10.1.5. MACCHINE UTILIZZATE NELLE LAVORAZIONI.....	Pag. 137
Autobetoniera.....	Pag. 137

Autopompa per cls.....	Pag. 139
Potenza sonora di attrezzature e macchine.....	Pag. 140
<b>11.1 FASE 4 – MOTAGGIO PREFABBRICATI.....</b>	<b>Pag. 141</b>
11.1.2 LAVORAZIONI. ....	Pag. 142
11.1.2.1 Posizionamento dei pannelli prefabbricati Plastbau.....	Pag. 142
11.1.2.2 Riempimento dei pannelli con pompa di cls.....	Pag. 144
11.1.3 RISCHI INDIVIDUATI NELLE LAVORAZIONI E RELATIVE MISURE PREVENTIVE E PROTETTIVE.....	Pag. 145
Rischio di: Caduta dall’alto.....	Pag. 145
Rischio di: Caduta di materiale dall'alto o a livello.....	Pag. 146
Rischio: Rumore.....	Pag. 147
Rischio: Vibrazioni.....	Pag. 147
M.M.C. (sollevamento e trasporto).....	Pag. 147
11.1.4 ATTREZZATURE UTILIZZATE NELLE LAVORAZIONI..	Pag. 148
Attrezzi manuali.....	Pag. 148
Ponteggio metallico fisso.....	Pag. 148
Scala Semplice.....	Pag. 149
Smerigliatrice angolare (flessibile).....	Pag. 149
11.1.5 MACCHINE UTILIZZATE NELLE LAVORAZIONI.....	Pag. 151
Autocarro.....	Pag. 151
Gru a torre.....	Pag. 151
Autobetoniera.....	Pag. 153
Autopompa per cls.....	Pag. 153
Potenza sonora di attrezzature e macchine.....	Pag. 153
<b>12.1 SOLIBRI...IN PRATICA.....</b>	<b>Pag. 155</b>
12.1.1. Assegnare ad una famiglia di Revit la categoria “Arredi”..	Pag. 156
12.1.2. Aprire un file all’interno di SMC.....	Pag. 158
12.1.3. Creare una Classificazione all’interno di SMC.....	Pag. 159
12.1.4. Come creare un set di regole.....	Pag. 162
12.1.5. Modifica dei parametri di una regola.....	Pag. 165
12.1.6. Come applicare le regole alla classification.....	Pag. 167

13.1 CONTROLLO DEL CANTIERE.....	Pag. 169
13.1.1. Autogru.....	Pag. 169
13.1.2. Autocarro.....	Pag. 180
13.1.3. Dumper.. ..	Pag. 185
13.1.4. Escavatore.....	Pag. 187
13.1.5. Pala Meccanica.....	Pag. 189
13.1.6. Autobetoniera.....	Pag. 191
13.1.7. Autopompa per calcestruzzo.....	Pag. 194
13.1.8. Attrezzi Manuali.....	Pag. 198
13.1.9. Andatoie e passerelle.....	Pag. 200
13.1.10. Ponteggio metallico fisso.....	Pag. 207
13.1.11. Trancia-Piega ferri.....	Pag. 212
13.1.12. Sega circolare.....	Pag. 217
13.1.13. Scala Semplice.....	Pag. 219
13.1.14. Gru a Torre.....	Pag. 221
14.1 CRITICITÀ RISCONTRATE.....	Pag. 227
14.1.1 Il cantiere è in movimento.....	Pag. 227
14.1.2 Famiglie come blocchi.....	Pag. 229
14.1.3 Modellazione del terreno.....	Pag. 231
CONCLUSIONI	Pag. 233
Glossario dei Rischi	Pag. 237
Bibliografia e Sitografia	Pag. 241
Ringraziamenti	



## 1.1 INTRODUZIONE E FINALITÀ

Alla base di questo studio vi è la volontà di approfondire la tematica dell'organizzazione della sicurezza in cantiere attraverso la metodologia di progettazione BIM.

Il Building Information Modeling sta prendendo sempre più piede sia all'estero che in Italia ma nella maggior parte dei casi viene utilizzato per la progettazione di costruzioni semplicemente attraverso la collaborazione tra i diversi modelli dell'edificio: strutturale, architettonico, impiantistico... Obiettivo dell'elaborato è quello di estendere “*lo stile di pensiero*” BIM alle fasi cantieristiche che precedono la costruzione dell'edificio, prendendo in considerazione non solo i rischi geometrici presenti sul cantiere ma anche l'ottimizzazione della sua organizzazione; estendendo in questo modo anche al mondo del cantiere tutti i vantaggi del BIM in termini di tempi, costi e interoperabilità. Questa possibilità viene offerta, e in questo elaborato approfondita, dall'utilizzo del Software Solibri Model Checker®.

Dopo un'introduzione, utile per capire cosa si intenda quando parliamo di BIM e un successivo inquadramento normativo di questo processo di modellazione; si è quindi scelto di esporre un esempio concreto, pertanto il primo passo è stato selezionare il caso di studio a cui applicare la ricerca. È stata scelta la costruzione da nuovo di un fabbricato con riqualificazione strutturale dello stesso, in modo da poterne destinare una parte ad esercizio pubblico (bar/negozio) e una parte ad uso privato, tramite la realizzazione di unità abitative (appartamenti mono-bi locali) che si svilupperanno su due piani, il tutto all'interno di un lotto situato in un'area di edilizia consolidata.

Per questo si sono sviluppati non solo il modello dell'edificio ma anche il modello 3D del cantiere e delle diverse fasi prese come esempio, utilizzando il Software AutoDesk® Revit, in modo da avere un modello completamente parametrizzato.

In accordo, poi, con Harpaceas, casa di distribuzione in Italia di Solibri Model Checker®, è stata approfondita la conoscenza del Software per ricercarne una metodologia d'utilizzo che segnali non solo le interferenze tra discipline diverse del modello dell'edificio (ad esempio architettonica e strutturale), ragione per cui nasce il Software, ma anche le interferenze e le problematiche inerenti alle fasi costruttive, macchine, attrezzi e rischi riguardanti il cantiere, tenendo ovviamente conto della Normativa che ne regola la sicurezza.

Alla base di questa scelta c'è quindi la volontà di applicare la metodologia di pensiero BIM fin dalle fasi preliminari del progetto in ossequio ai disposti normativi in materia di sicurezza, iniziando dalla fase di allestimento del cantiere e proseguendo applicando il metodo anche alle fasi di scavo, getto delle fondazioni e costruzione delle murature del piano terra; così da avere un controllo completo dei rischi e delle problematiche non solo per quanto riguarda la costruzione in sé ma anche l'ambiente che la circonda.

Grazie a questo lavoro di ricerca è stato reso quindi possibile analizzare alcuni fattori importanti dell'organizzazione del cantiere attraverso un modello di pensiero innovativo e all'avanguardia per quanto riguarda questo settore, i risultati saranno esposti dettagliatamente nell'elaborato.

## 2.1 COS'È IL BIM

Il BIM (Building Information Modeling) è un metodo di lavoro digitale indirizzato al mondo delle costruzioni che offre un valore aggiunto consentendo la collaborazione efficace tra persone, processi e strumenti per l'intero ciclo di vita di un edificio o, in generale, di una costruzione.

Il progetto è caratterizzato da maggiore trasparenza e qualità, così come da costi e tempistiche di realizzazione più affidabili. Grazie al BIM, gli edifici vengono progettati, costruiti e gestiti con una qualità più elevata, nel rispetto dei tempi e del budget. Tutto ciò comporta un aumento dell'efficienza e, al contempo, salvaguarda le risorse e l'ambiente. Per gli investitori, i committenti e gli utenti, la costruzione e la gestione sostenibili dal punto di vista ambientale, logistico ed economico, producono un aumento del valore dell'edificio e lo preservano nel tempo.

Il Comitato Building Information Modeling National Standards (NBIMS) <sup>[1]</sup> definisce il BIM come:

“Una rappresentazione digitale delle caratteristiche fisiche e funzionali di un impianto. Il BIM è una risorsa ottenuta dalla condivisione di conoscenze delle informazioni di un impianto che forma una base affidabile per le decisioni da prendere durante il suo ciclo di vita; definito come l'esistenza dal primo concepimento fino alla demolizione. Una premessa di base del BIM è la collaborazione delle diverse parti interessate alle diverse fasi del ciclo di vita di un impianto per inserire, estrarre, aggiornare o modificare le informazioni del BIM per il supporto e per quanto di competenza del ruolo di quello stakeholder “.

<sup>[1]</sup> **US National BIM Standards Committee (NBIMS)**: associazione, nata negli Stati Uniti, che si occupa d'implementazione del BIM riconosciuta da varie organizzazioni ed esperti in tutto il mondo.

## 2.2 IL TERMINE BIM

Per i ricercatori accademici “BIM” è un termine abbastanza recente ma rappresenta concetti che non sono altrettanto nuovi. Per la maggior parte degli Stakeholders dell’industria (architetti, ingegneri, clienti, imprese di costruzione, gestori di impianti, governi, ecc...) il BIM risulta nuovo sia come termine che come concetto, ma altro non è che la maturità commerciale delle teorie sviluppate nell’ambito della ricerca accademica. Il quadro concettuale del Building Information Modeling nasce dalla metà del 1980 ma il termine di per sé è apparso diversi anni dopo venendo inizialmente adottato principalmente dalle industrie software CAD. Come acronimo, “BIM” ha poi soppiantato tutti i termini in competizione che rappresentavano per lo più concetti simili.



Ma come interpretare il termine BIM? Intendiamo i singoli termini con queste accezioni:

**Building:** un’infrastruttura, una struttura, uno spazio chiuso, una costruzione...

**Information:** un insieme di dati organizzati: significativi, utilizzabili, scambiabili...

**Modeling:** modellazione, produzione, rappresentazione, visualizzazione...

Per comprendere al meglio questo elenco di significati, capovolgiamo l’ordine delle parole ed arricchiamo l’acronimo con dei verbi:

<b>Modeling</b> Modellazione Formazione Rappresentazione Visualizzazione	<b>Information</b> Insieme di dati organizzati significativi, utilizzabili e scambiabili	<b>BIM</b> Per <b>costruire virtualmente</b> Per <b>ampliare le analisi</b> di Per <b>esaminare le possibilità</b> di Per <b>studiare gli scenari what-if</b> di Per <b>trovare possibili collisioni</b> nel Per <b>calcolare i costi di costruzione</b> di Per <b>analizzare la costruibilità</b> di Per <b>pianificare la demolizione</b> di Per <b>gestire e fare la manutenzione</b> di	<b>Building</b> Un’infrastruttura Una struttura Uno spazio chiuso Una costruzione Ecc.
--	--	--	--

## 2.3 MA COS' È IL BIM?

Vediamo più nel dettaglio il significato delle parole che formano la parola BIM.

I progetti di edifici diventano sempre più complessi coinvolgendo progettisti, impiantisti, costruttori, investitori e così via. Da un lato ciò dipende dai rapidi sviluppi tecnologici, dall'internazionalizzazione e dai maggiori requisiti legati alle costruzioni; dall'altro, anche la progettazione edile e infrastrutturale sta presentando nuove sfide: nelle grandi città, ad esempio, gli spazi abitativi sono scarsi, il traffico aumenta, la tutela ambientale è diventata più importante e sono quindi necessari concetti innovativi. Questa complessità ha fatto sì che i processi e gli attori nel settore delle costruzioni diventassero più specializzati.

Con il BIM la comunicazione e la collaborazione nel progetto acquisiscono maggiore trasparenza. Basandosi su un modello digitale, infatti, il BIM consente la rappresentazione virtuale di tutti i processi nel ciclo di vita di una costruzione. Fin dalle prime fasi, tutte le decisioni sono supportate da simulazioni significative e, in questo modo, i processi possono essere ottimizzati e condivisi tra i vari operatori del settore.

### 2.3.1 Il modello BIM

Non tutti i modelli 3D possono qualificarsi come modelli BIM, infatti ogni modello progettuale, per essere definito tale, deve avere delle determinate caratteristiche:

- Tridimensionalità;
- Costruito da oggetti (tecnologia orientata agli oggetti);
- Deve incorporare informazioni codificate e specifiche delle varie discipline dell'industria;
- Deve specificare relazioni e gerarchie tra gli oggetti del modello. (regole e/o vincoli: come una relazione tra un muro e una porta, dove la porta crea un'apertura in un muro);
- Deve descrivere un ambiente costruito di qualche sorta (nuovo progetto o esistente);
- Deve essere leggibile da software/applicazioni diversi (open BIM)<sup>[1]</sup>.

<sup>[1]</sup> **Open BIM:** identifica l'uso di formati di dati neutrali tra tutte le discipline specialistiche.

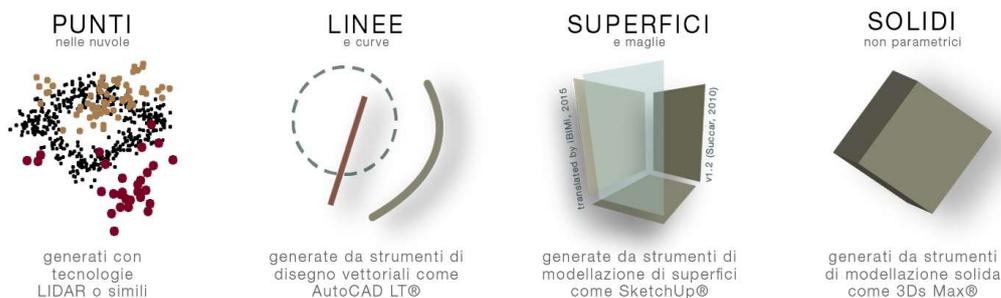


Fig. 2.1 – Modelli non BIM.

Facciamo, quindi, degli esempi su ciò non può essere considerato BIM; proprio per l'assenza delle caratteristiche sopra descritte: modello di superficie (SketchUp per esempio), strumenti di disegno vettoriale (AutoCAD), modelli geometrici (come 3Ds Max), modelli basati su oggetti 3D che vanno al di fuori del dominio di Architettura Ingegneria e Costruzione (SolidWorks, Solid Edge), così come i modelli costituiti dalle così dette “nuvole di punti”, ottenute da rilievi con tecniche LIDAR e i modelli tridimensionali ottenuti tramite la tecnica della fotogrammetria, non si qualificano come modelli BIM.

### 2.3.2 Le informazioni

Ci sono cinque livelli di “significato” per la parola Information, che devono essere compresi: Dati, Informazioni; Conoscenza, Comprensione e Sapienza:

- **Dati** – sono le osservazioni di base; i Dati sono ciò che puoi osservare e raccogliere.
- **Informazioni** – rappresentano la connessione di dati con altri dati o in relazione ad un contesto; le Informazioni sono quello che puoi osservare e racconti (raccolgi e poi esprimi).
- **Conoscenza** – è l'obiettivo che si raggiunge con un insieme di informazioni, la Conoscenza è ciò che osservi, racconti e ti rende capace di fare.
- **Comprensione** – è la capacità di trasmettere un fenomeno come risultato di un contesto o di una legge logica; la comprensione è ciò che puoi osservare, raccontare, fare ed insegnare.
- **Sapienza** – è la comprensione allargata a domini eterogenei: la capacità di saper interpretare identici dati sotto punti di vista differenti, complementari tra loro ma mai discordanti; la Sapienza è osservare, raccontare, fare e insegnare trasversalmente tra discipline e contesti diversi.

Il Building Information Modeling è un contenitore di Dati e Informazioni (**BIM 3D**), può divenire strumento di Conoscenza se integrato con ulteriori “dimensioni” (**BIM 4D e 5D ecc.**).

Presto o tardi sarà anche la base su cui costruire sistemi di Comprensione (**Artificial Intelligence**) e conseguentemente di Sapienza (**BIG Data**<sup>[1]</sup>). Per quanto riguarda, quindi, le pratiche attuali, la “I” del BIM, interagisce con i primi tre livelli di significato di Information sopra elencati.

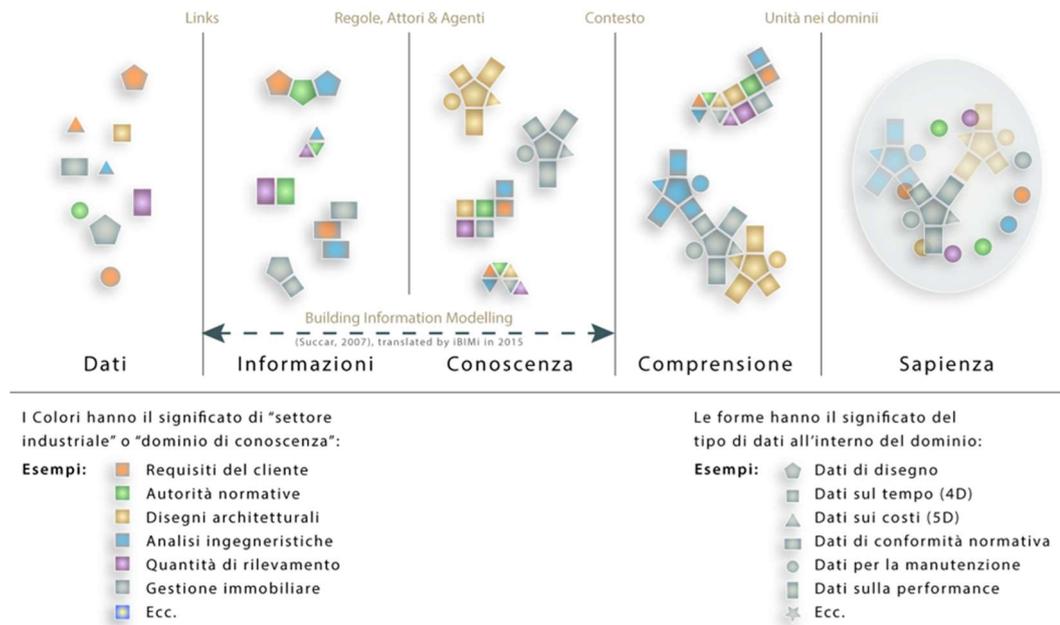


Fig. 2.2 – BIM contenitore d'informazioni.

[1] **BIG Data:** descrive l'insieme delle tecnologie e delle metodologie di analisi di dati massivi, ovvero la capacità di estrapolare, analizzare e mettere in relazione un'enorme mole di dati eterogenei per scoprire i legami tra fenomeni diversi e prevedere quelli futuri.

### 2.4 COME FUNZIONA IL BIM?

Il BIM collega le persone, i processi e gli strumenti per mezzo di un modello di coordinamento informatizzato, consentendo così la progettazione, la realizzazione e la gestione interdisciplinare delle costruzioni. Una solida conoscenza del BIM e dei relativi processi costituisce la base per questa gestione integrata del progetto. Se si dispone di un software compatibile con il processo BIM, tutte le informazioni relative alla costruzione vengono create e gestite in modo affidabile. Ne risulteranno maggiori trasparenza e qualità, oltre ad un'analisi di costi e scadenze affidabile.

#### 2.4.1 Qualità più elevata grazie al modello di coordinamento BIM

Il progetto BIM si basa su un modello di coordinamento (modello di costruzione integrato) che il BIM Coordinator<sup>[1]</sup> crea unendo i singoli sotto-modelli provenienti dalle varie discipline specialistiche.

Il modello di coordinamento BIM contiene quindi tutte le informazioni relative alle dimensioni e alla posizione dei componenti delle varie discipline, così come le loro caratteristiche peculiari, quali ad esempio le proprietà di isolamento termico e acustico o il loro costo. Senza di esse, i modelli delle diverse discipline, e lo stesso modello di coordinamento BIM, conterrebbero soltanto oggetti indefiniti quali linee, aree e volumi. Aggiungendo le proprietà, gli oggetti diventano veri e propri componenti della costruzione. Ad esempio, un semplice volume diventa una parete specificandone le proprietà fisico-costruttive, il costo, i materiali, la categoria d'opera e la classe di resistenza al fuoco. Di conseguenza, tutte le valutazioni e le verifiche, in particolare quelle richieste per legge, si possono ricavare direttamente dal modello di coordinamento.

Il modello di coordinamento BIM è sempre accessibile per tutte le parti coinvolte nel progetto e, controllato dal BIM Coordinator, viene utilizzato per lo scambio d'informazioni. Così come nel metodo di lavoro tradizionale, la progettazione delle singole discipline specialistiche viene eseguita nei rispettivi modelli anche in questo tipo di progettazione i tecnici specialisti nelle varie discipline mantengono il controllo sui rispettivi modelli, unendoli poi in un unico modello finale.

[1] **BIM Coordinator**: chi controlla e coordina il flusso d'informazioni integrato di un progetto unendo i singoli modelli delle varie discipline specialistiche.

Il modello di coordinamento BIM offre agli specialisti numerosi vantaggi rispetto al singolo progetto tradizionale. Da un lato è possibile eseguire delle simulazioni virtuali: si possono ad esempio eseguire controlli di collisione per identificare per tempo le eventuali difformità con i componenti di altri modelli ed eliminarle ancora prima della fase di costruzione; inoltre, la simulazione può includere il successivo utilizzo dei locali e consentire una gestione più accurata degli impianti tecnici. Dall'altro lato, semplifica la comunicazione tra tutte le parti coinvolte nel progetto, perché tutte le informazioni aggiornate sull'edificio sono sempre disponibili a livello centralizzato.

Il valore aggiunto del modello di coordinamento BIM rispetto ai singoli modelli tradizionali consiste nell'aumento della qualità, cosa particolarmente importante nella progettazione di costruzioni complesse o tecnicamente sofisticate con requisiti di progettazione particolarmente complicati.

Un ulteriore vantaggio è dato dal fatto che, grazie all'assegnazione delle proprietà, l'edificio può essere rappresentato virtualmente in qualsiasi momento completo di tutte le informazioni; di conseguenza, ad esempio, è possibile eseguire per tempo simulazioni termiche, ottimizzando così il consumo energetico dell'edificio.

### 2.4.2 La condivisione nel BIM – Metodologie di scambio dati

I modellatori BIM possono condividere più o meno informazioni disponibili tra i vari compartimenti dell'industria edile. Il modellatore BIM perfetto dovrebbe avere l'abilità di visualizzare, calcolare e condividere tutti i dati necessari tra le varie discipline senza perdite o ostacoli nel procedimento. Questa abilità, o la mancanza di essa, è in funzione delle tecnologie usate, del processo impiegato e delle parti coinvolte (competenza dei professionisti). La metodologia di condivisione dei dati può assumere varie forme:

**Scambio Dati:** Ogni modellatore BIM mantiene la propria integrità ma esporta alcuni dei dati "condivisibili" in un formato che altri modellatori BIM possono importare e calcolare. Questo metodo è un sistema primordiale e discutibile, infatti soffre del più alto tasso di perdita non intenzionale di dati, perdita rappresentata dai dati che semplicemente non possono essere condivisi.

**Interoperabilità Dati:** L'interoperabilità può essere di molte forme; quella che discutiamo ne è solo un semplice esempio. Assumendo l'interoperabilità dei dati desunti

da file (non basata sui server), uno degli scenari possibili per la metodologia di condivisione dati è il seguente: il Modellatore BIM 1 produce un Modello1, importato nel Modellatore BIM 2, esso viene lavorato ed esportato sottoforma di Modello1.2 (versione 2), esso viene importato nel Modellatore BIM 3; anche qui viene lavorato ed esportato come Modello1.3. L'ammontare dei dati che vengono persi/guadagnati in ogni passaggio tra i vari modellatori, modelli e versioni dei modelli, dipende dalle abilità di import/export dei modellatori e dallo schema dell'interoperabilità stesso. Uno dei maggiori svantaggi di questa interoperabilità dei dati basata sui file è la linearità del flusso di lavoro; ciò non permettere cambiamenti simultanei e interdisciplinari da parte dei partecipanti.

**Federazione di dati:** Il collegamento tra file è un esempio di federazione dei dati: i dati di un modello BIM, non vengono né importati né esportati ma sono collegati ai dati di un altro modello BIM, in modo che entrambe i modelli possano leggere e calcolare i dati caricati nel file collegato. L'ammontare dei dati persi dipende dall'ammontare dei dati ricostruibili o calcolabili.

Altro esempio di Federazione di dati sono i modelli referenziali (RModels); essi sono modelli singoli o federati che ospitano collegamenti ad archivi di dati esterni, in maniera molto simile ad un collegamento ipertestuale ad una pagina web. Ad esempio, la finestra parametrica di un modello BIM possiede informazioni (il costo, disponibilità, manuale di installazione, ecc) che non sono contenute nel modello stesso ma sono accessibili attraverso archivi esterni ogni volta che se ne presenti la necessità.

**Integrazione dati:** Il termine integrazione, in un contesto BIM, indica l'abilità di condividere informazioni tra i differenti settori industriali usando un modello comune. I dati condivisibili all'interno del modello BIM possono arrivare dagli architetti, dagli ingegneri o dal Construction Manager, così come possono riguardare la progettazione, le informazioni relative ai costi o di tipo normativo. La cosa importante riguardo al modello integrato, è che esso colloca in uno stesso ambiente le informazioni interdisciplinari, permettendo un'interazione completa in un unico quadro computazionale.

**Ibrido di condivisione dati:** Una combinazione di qualsiasi delle forme di condivisione di dati discusse in precedenza.

### 2.4.3 Il ruolo dei membri del team del progetto BIM

Con il metodo di lavoro BIM, i tecnici, i processi e gli strumenti collaborano per raggiungere un obiettivo comune durante l'intero ciclo di vita della costruzione: tutte le informazioni confluiscono in un unico modello. Il BIM Coordinator supervisiona e, appunto, coordina questo flusso d'informazioni all'interno del progetto, strutturando, controllando, gestendo il modello di coordinamento BIM e unendo i singoli prodotti delle varie discipline specialistiche. Quale interlocutore di riferimento, egli tiene sotto controllo scadenze e budget e assicura il rispetto delle linee guida e degli standard concordati tra le parti all'inizio del progetto. Ogni azienda deve costituire il proprio team di progetto BIM e garantire che tutti i membri del gruppo conoscano il metodo di lavoro BIM. I responsabili di progetto delle singole discipline sono l'interfaccia tra i BIM Team<sup>[1]</sup> e il BIM Coordinator, il loro compito è assicurarsi che i propri team ricevano le informazioni, le elaborino ed informano il BIM Coordinator sulle modifiche fornendogli i dati aggiornati.

### 2.4.4 Gli strumenti adatti per il BIM

Un software compatibile con il metodo BIM viene definito "BIM tool"<sup>[2]</sup>. Nella scelta di un particolare prodotto sono da tenere in considerazione vari fattori: se l'esperienza pregressa del personale e l'attrezzatura tecnica (hardware e software) in dotazione all'azienda e ai partner di progettazione sono fondamentali, il fattore determinante per la scelta deve essere basato sulla strategia BIM aziendale.

Se questa strategia prevede l'utilizzo del metodo BIM solo all'interno dell'azienda o di una disciplina specifica, il BIM tool dovrà avere requisiti diversi rispetto al caso in cui le informazioni vengano scambiate con le altre parti coinvolte nel progetto di costruzione. L'utilizzo circoscritto all'interno dell'azienda o di una disciplina specifica è conosciuto come "Little BIM"<sup>[1]</sup>. In questo caso il valore aggiunto consiste nella possibilità di accedere ed utilizzare in qualsiasi momento tutte le informazioni, come le distinte delle quantità e dei materiali con i relativi prezzi o particolari dati di produzione.

<sup>[1]</sup> **Bim Team:** Gruppo di persone che mette in pratica la strategia BIM, esperti CAD e collaboratori hanno familiarità con la gestione dei progetti, come ad esempio i responsabili di progetto.

<sup>[2]</sup> **BIM tool:** è un software compatibile con il metodo BIM (ad esempio, nel nostro caso, Revit e Solibri).

L'altro modo di adottare il metodo BIM, quello che più ci interessa, è la collaborazione interdisciplinare tra tutte le parti coinvolte lungo l'intero ciclo di vita dell'edificio, conosciuto anche come “Big BIM”<sup>[2]</sup>. In questo caso il software BIM deve consentire l'agevole scambio di dati tra tutte le parti coinvolte. Indipendentemente dal software utilizzato, ciò avviene tramite formati neutrali per lo scambio dei dati (IFC<sup>[3]</sup> - Industry Foundation Classes o BCF<sup>[4]</sup> - BIM Collaboration Format).

L'uso di formati di dati neutrali tra tutte le discipline specialistiche è anche noto come “open BIM”. Al contrario, se per la comunicazione tra le diverse discipline si utilizza il formato di dati di uno specifico software, si parla di “closed BIM”<sup>[5]</sup>. Qualsiasi sia la politica aziendale ogni software compatibile con il metodo BIM ha un'interfaccia IFC aperta che consente lo scambio d'informazioni con gli altri software BIM.

[1] **Little BIM**: caso in cui la strategia aziendale preveda l'utilizzo del metodo BIM solo all'interno dell'azienda o in una disciplina specifica.

[2] **Big BIM**: caso in cui la strategia aziendale preveda l'utilizzo del metodo BIM preveda la collaborazione interdisciplinare tra tutte le parti coinvolte lungo l'intero ciclo di vita dell'edificio.

[3] **IFC (Industry Foundation Classes)**: formato neutrale per lo scambio dei dati.

[4] **BCF (BIM Collaboration Format)**: formato neutrale per lo scambio dei dati.

[5] **Closed BIM**: se per la comunicazione tra le diverse discipline si utilizza il formato di dati di uno specifico software e non un formato aperto.

## 2.5 PERCHÉ SCEGLIERE IL BIM?

La possibilità offerta dal BIM di effettuare simulazioni dell'edificio e dei processi offre una grande trasparenza; in questo modo progettazione, costruzione e gestione possono essere coordinate tra loro. Il valore aggiunto consiste nella maggiore qualità dovuta a costi affidabili e alla massima riduzione degli errori di progettazione.

### 2.5.1 Il BIM a livello globale

Il BIM ha acquisito una rilevanza globale per l'intero settore delle costruzioni. Le associazioni nazionali locali e internazionali si stanno occupando, a livello politico e industriale della standardizzazione e dell'introduzione obbligatoria del BIM nei processi di progettazione. L'“EU BIM Task Group”<sup>[1]</sup> è composto ad esempio da 14 stati membri UE che si sono dati come obiettivo l'implementazione armonizzata del BIM per i progetti pubblici di costruzione. Altri esempi includono la US National BIM Standards Committee (NBIMS) e buildingSMART<sup>[2]</sup>. La NBIMS è riconosciuta da varie organizzazioni ed esperti in tutto il mondo e la buildingSMART è presente in oltre 30 paesi. In alcuni paesi, l'utilizzo del metodo BIM è già una vera e propria prescrizione e la norma per la gestione dei progetti; quindi le aziende che già utilizzano il metodo BIM hanno di fatto un vantaggio competitivo a livello internazionale e sono già pronte per il futuro.

La digitalizzazione che accompagna il BIM apre nuove possibilità per la gestione dei progetti di costruzione: grazie alla simulazione dell'edificio e dei processi lungo il suo intero ciclo di vita, le decisioni possono essere anticipate alle prime fasi del progetto. Ciò aumenta l'efficienza e protegge le risorse e l'ambiente, oltre ad accrescere e mantenere il valore dell'edificio. Per poter anticipare le decisioni, le persone e i sistemi coinvolti, così come le strutture e i processi aziendali, devono essere esaminati nel loro insieme durante l'impostazione del progetto ed essere presi in considerazione per la definizione del processo.

[1] **EU BIM Task Group:** Gruppo composto da 14 stati membri UE che si sono dati come obiettivo l'implementazione armonizzata del BIM per i progetti di costruzione pubblici.

[2] **BuildingSMART:** organizzazione internazionale presente in oltre 30 paesi, che mira a migliorare lo scambio d'informazioni tra le applicazioni software utilizzate nel settore delle costruzioni.

### **2.5.2 Il BIM aumenta l'affidabilità della progettazione**

La comunicazione fluida e lo scambio regolare d'informazioni e competenza sono tanto importanti quanto la trasparenza per assicurare una buona gestione del progetto, dallo sviluppo fino al Facility Management; ciò si ottiene se tutte le parti possono accedere alle informazioni aggiornate da qualsiasi luogo e in qualsiasi momento. Non è solo la comunicazione tra i progettisti a essere cruciale in questo caso, infatti, la comunicazione con i committenti e con chi ha potere decisionale è altrettanto importante. Nel processo di progettazione e costruzione le decisioni devono essere prese in modo rapido e il modello di coordinamento BIM, con la possibilità di assegnare i parametri, fornisce tutte le informazioni necessarie per prendere tali decisioni, indipendentemente dal fatto che si riferiscano a una variante del progetto, a soluzioni dettagliate o all'effettiva esecuzione.

### **2.5.3 Il BIM migliora la comunicazione**

Il BIM semplifica la comunicazione tra tutte le parti coinvolte lungo l'intero processo di progettazione, infatti, i progressi nella progettazione e nella costruzione possono essere rappresentati in modo realistico sulla base di questo modello di coordinamento. Il committente può così comprendere meglio l'idea del progetto e riconoscere più facilmente l'impatto delle modifiche, come ad esempio la loro ripercussione sui costi.

La comunicazione trasparente è particolarmente importante nei grandi progetti pubblici per questo il committente dovrebbe cercare il coinvolgimento tempestivo, aperto e continuo dei cittadini; ciò significa informare regolarmente il pubblico su costi, tempi e modifiche al progetto; con il modello di coordinamento BIM queste informazioni sono disponibili in qualsiasi momento.

## 2.6 COSA VUOL DIRE PROGETTARE IN BIM

Alcuni degli obiettivi da raggiungere con l'utilizzo del BIM nella redazione di un progetto sono: collaborazioni fluide e senza problemi, sequenziamenti puntuali delle fasi costruttive, database condivisibili e già pienamente integrati alla consegna del progetto, ecc.

Ma come fare effettivamente a fare buon uso di queste potenzialità nel futuro?

Chiariamo meglio, quindi, il concetto con un'analisi sistematica e globale; lo faremo suddividendo il Building Information Modeling nelle sue componenti di base e poi le ricollegheremo tra loro. Parlando di BIM sono da considerare tre dimensioni:

- i Campi del BIM – essi riguardano l'identificazione degli stakeholder dell'industria e dei loro risultati finali.
- le Fasi del BIM – rappresentano gli obiettivi nel tempo che gli operatori AEC devono raggiungere per riuscire ad integrare completamente tra loro i processi.
- le Viste del BIM

### 2.6.1 I campi d'applicazione del BIM

Illustriamo quindi la prima dimensione del quadro BIM – “asse orizzontale” rappresentante operatori e prodotti finali: i campi d'applicazione.

Le industrie di architettura, ingegneria e costruzione (AEC) includono un gran numero di “operatori del settore” (proprietari, progettisti, legislatori, costruttori, fornitori di prodotti/servizi), questi, a loro volta, generano un numero anche maggiore di “prodotti finali dell'industria edile” (progetti, specifiche, strumenti, prodotti da costruzione, servizi specializzati); tutti questi operatori e prodotti finali possono essere raggruppati in tre entità diverse che, a volte, si sovrappongono:

- Il gruppo “Strategie” include tutti gli operatori responsabili della generazione di standard, linee guida e contratti, include organismi AEC di regolamentazione, istituti scolastici e simili.
- Il gruppo “Processo” include tutti gli operatori direttamente responsabili per la consegna di edifici e altri prodotti di costruzione (scuole, ponti, centri commerciali, ecc...) cioè: proprietari, progettisti, appaltatori e chiunque sia coinvolto nel ciclo di vita di un progetto.
- Il gruppo “Tecnologie” include sviluppatori di strumenti necessari alla creazione e gestione di modelli di informazione di edifici e altre tecnologie di operazione di design e

costruzione che comprendono sviluppatori software, fornitori di hardware, fornitori di servizi/prodotti tecnologici attivi nel settore AEC.



Fig. 2.3 – i tre campi interconnessi del BIM.

Ogni gruppo include insiemi specifici di operatori che interagiscono tra loro e con operatori di altri gruppi; e non solo, spesso le interazioni si sovrappongono, la sovrapposizione avviene quando gli operatori o i gruppi lavorano insieme per formare un corpo unico industriale o generano un'industria con un comune risultato finale. Per esempio, i gruppi di Strategia e Tecnologia si sovrappongono quando i loro operatori lavorano insieme per creare standard di interoperabilità, o nella creazione di linee guida, nazionali o internazionali, sul BIM. Quindi la vera importanza dei Campi BIM sta nell'identificare le interazioni e sovrapposizioni tra gli operatori delle industrie.

### 2.6.2 Le fasi del BIM

Spendiamo ora qualche parola sulla dimensione – "asse verticale" rappresentata dagli obiettivi nel tempo o "Fasi" che gli operatori AEC devono raggiungere per riuscire ad integrare completamente tra loro i processi. Ci sono tre Fasi/ Milestones:

- BIM Fase 1: Modellazione basata sugli oggetti
- BIM Fase 2: Collaborazione basata sui Modelli
- BIM Fase 3: Integrazione basata sul Network

Notare che ognuna di queste fasi è ulteriormente suddivisibile in altri passaggi sequenziali. Quello che distingue le "Fasi" dai "Passaggi" è che le "Fasi del BIM" sono

mutamenti o cambiamenti radicali mentre i “Passaggi BIM” sono incrementali tra loro, questo verrà chiarito in seguito. Qui ci concentreremo nell'identificazione delle Fasi di trasformazione tra i Campi BIM.

Per ottenere i risultati finali le Fasi del BIM sono state strutturate utilizzando cinque regole assolute – le Fasi devono essere:

- Ben definite (Non ridondanti): devono essere non ambigue e non contraddittorie. Per esempio, un passaggio dell'implementazione non può essere contemporaneamente in due Fasi.
- Applicabili in generale: dovrebbero essere applicate in egual modo a tutte le discipline, attraverso tutte le fasi di vita dell'intero progetto e attraverso le gerarchie industriali; devono anche essere ugualmente applicabili a gruppi e organizzazioni eterogenee e allo svolgimento di tutte le operazioni delle industrie di architettura, ingegneria e costruzione.
- Rivoluzionarie (non-evoluzionarie): sono cambiamenti radicali o di trasformazione non cambiamenti incrementali o livelli di maturità (quelli sono i Passaggi).
- Lineari: sono progressioni logiche e non possono essere saltate.
- Cumulative: i risultati di una Fase possono essere portati avanti alla fase successiva.

### 2.6.2.a. Fasi del progetto

Differenti sono invece le fasi del ciclo di vita di un progetto. Un progetto di costruzione attraversa fasi multiple dall'inizio alla demolizione, queste fasi si riferiscono solitamente alle fasi del ciclo di vita del progetto (Project Lifecycle Phases: PLPs) e includono attività di “pre” costruzione come la programmazione e la pianificazione dei costi così come le attività di “post” costruzione come l'occupazione e mantenimento delle strutture. Le fasi del ciclo di vita possono essere delineate in diversi modi ma noi semplificheremo individuando solo le fasi principali del ciclo di vita del progetto: Progettazione [P], Costruzione [C] e Operazione [O].

Anche le fasi della vita del progetto avranno relative sotto-fasi; ad esempio la Fase di progettazione avrà sotto-fasi relative alla progettazione architettonica, strutturale, di impianti e così via. Non ci soffermeremo sulla differenziazione delle fasi del progetto ma ricordiamo che l'implementazione del BIM ha effetto su ognuna di queste: sulla fase di pianificazione del progetto, sulla suddivisione dei compiti e su tutto ciò che c'è nel mezzo. Spieghiamo quindi come il BIM può avere interazione con le fasi:

### 2.6.2.1 BIM Fase 1: Modellazione basata sugli oggetti.

L'utilizzo del BIM nel progetto inizia con l'impiego di strumenti software 3D parametrici basati sugli oggetti come fanno ad esempio: ArchiCAD, Revit, Digital Project e Tekla. In questo momento, si fa esclusivamente uso dei modelli di singole discipline nelle fasi del ciclo di vita del progetto: Progettazione [P], Costruzione [C] o Operazione [O], utilizzandoli principalmente per automatizzare il coordinamento della documentazione 2D e visualizzazione 3D, oltre alla creazione di data export di base e di modelli leggeri 3D che hanno attributi parametrici non modificabili.

La modellazione basata sugli oggetti quindi attribuisce parametri a determinati oggetti 3D ma, in questo stadio il Modello BIM è ancora a "singola disciplina". Successivamente si sentirà la necessità di coinvolgere altri operatori; è in questo momento che si passa alla fase 2.

### 2.6.2.2 BIM Fase 2: Collaborazione basata sui modelli

Avendo sviluppato una capacità di modellazione per la disciplina singola attraverso la Fase 1, gli operatori della Fase 2 collaborano attivamente con gli operatori di altre discipline scambiandosi e condividendo Modelli/Database. L'interoperabilità permette loro di eseguire studi sul tempo in 4D e rapporti di scontri interdisciplinari.

Una collaborazione basata sui modelli può avvenire all'interno di una o due fasi del ciclo di vita del progetto ad esempio: lo scambio tra progettazioni (P) di modelli di architettura e progettazione (P) modelli di struttura (PP), lo scambio tra costruzione (C) e progettazione (P) di modelli fissi e modelli strutturali (CP) o lo scambio tra progettazione (P) e operazione (O) di modelli di architettura e modelli di manutenzione di edifici (PO). La collaborazione basata su modelli, attraverso le fasi del ciclo di vita, arricchisce la progettazione permettendo di avere un progetto sempre più dettagliato.

### 2.6.2.3 BIM Fase 3: Integrazione e la condivisione basata sul network

Il raggiungimento di questa Fase è la realizzazione di tutti i presupposti di efficienza del BIM; infatti, è in questo momento che sono creati, condivisi e mantenuti in un ambiente collaborativo i modelli integrati semanticamente arricchiti durante le fasi del ciclo di vita del progetto. Questa integrazione può essere raggiunta tramite l'utilizzo delle tecnologie del modello server, del database singolo/integrato/distribuito/federalizzato come spiegato nel capitolo precedente: "La condivisione nel BIM"

Obiettivo finale è ottenere “costruzioni concorrenti”: un termine usato quando “tutte le attività del progetto sono integrate e tutti gli aspetti di progettazione, costruzione e operazione sono pianificate contemporaneamente per massimizzare il valore delle funzioni degli obiettivi mentre si ottimizza la capacità di ricostruire, di operare e di assicurare la sicurezza”.

### **2.6.3 I passaggi BIM**

Per capire di cosa si tratta quando parliamo di Passaggi dobbiamo suddividere le Fasi, di cui abbiamo precedentemente parlato, fino ad arrivare a definire piccoli cambiamenti incrementali che ogni organizzazione può compiere per raggiungere la propria “Fase successiva”. Questi micro-obiettivi sono chiamati Passaggi del BIM. La differenza tra Fasi e Passaggi è che le Fasi sono cambiamenti radicali o di trasformazione mentre i Passaggi sono cambiamenti incrementali, di evoluzione.

La distanza che separa ognuna delle Fasi del BIM è piuttosto grande giudicando dalla quantità di cambiamenti attesi sia a livello organizzativo che industriale, tuttavia, il passaggio da Pre-BIM alla Fase 1 del BIM e tra ognuna delle tre Fasi del BIM è popolato da molti passaggi più piccoli che possono essere identificati come Passaggi.

#### **2.6.3.1 Differenti gruppi di Passaggi**

L'insieme dei Passaggi che ogni organizzazione ha bisogno di realizzare attraverso il continuo sviluppo, a partire dal Pre-BIM fino alla consegna del progetto integrato, è costituito da differenti prerequisiti atti a raggiungere gli obiettivi finali di ogni Fase.

È quindi importante identificare questi differenti gruppi di Passaggi:

1. Passaggi dallo stato del Pre-BIM (Punto di inizio) verso la Fase 1 del BIM;
2. Passaggi dalla Fase 1 del BIM maturando verso la Fase 2 del BIM;
3. Passaggi dalla Fase 2 del BIM maturando verso la Fase 3 del BIM;
4. Passaggi che sono di maturazione nella Fase 3 del BIM e portano verso la Consegna del Progetto Integrato.

Concludendo, mentre la Fase 1 necessita solo di un'applicazione BIM e di un campione; la Fase 2 ha bisogno di operatori e la loro volontà a collaborare; la Fase 3 ha bisogno di molto di più. L'identificazione di Passaggi più piccoli tra le Fasi permetterà alle organizzazioni di pianificare la loro prossima mossa, selezionare il personale necessario ad operare il cambiamento. La Pratica Integrata avrà bisogno di una comprensione

sistematica seguita da un sistematico consolidamento dei processi, delle metodologie e di tutte le tecnologie rilevanti, ed è proprio questo il senso ultimo del BIM.

### **2.7 COME IMPLEMENTARE IL BIM NELL'AZIENDA**

Per sfruttare i vantaggi del metodo BIM e approfittare del suo grande valore aggiunto, è necessario concordare e rispettare standard e processi; questo si applica non solo alle persone coinvolte nel progetto stesso, ma anche a tutti i dipendenti e ai dirigenti dell'azienda.

#### **2.7.1 L'implementazione inizia dalla dirigenza**

A seconda dell'organizzazione esistente all'interno dello studio di progettazione, i dipendenti potrebbero doversi adattare a nuovi requisiti. Se in precedenza l'azienda utilizzava solo il metodo di progettazione 2D, i dipendenti dovranno necessariamente ampliare le proprie conoscenze per poter passare al metodo BIM e dovranno prepararsi per nuovi processi operativi, in alcuni casi potrebbe essere necessario rivedere gli standard applicati e provvedere alla loro formazione. Nel passaggio al metodo BIM, il management deve quindi coinvolgere i dipendenti e intraprendere un'analisi congiunta della situazione reale. Si devono prendere in esame il metodo di lavoro precedente, l'hardware e il software esistenti, il tipo di progetti realizzati in precedenza, i partner di progetto e i rischi intrapresi fino a quel momento. In tal modo si può arrivare alla definizione dei processi e delle attrezzature tecniche che la dirigenza dovrà adeguare per agevolare il passaggio al metodo BIM.

Un altro compito importante della dirigenza è la definizione di una strategia BIM, che deve stabilire in modo chiaro gli obiettivi dell'implementazione dello stesso all'interno dell'azienda, dei processi e gli standard che devono essere rispettati. Un obiettivo potrebbe essere, ad esempio, l'incremento dell'efficienza nella progettazione grazie a migliori processi, o il miglioramento della redditività, da ottenere con il controllo affidabile dei costi. Ma anche l'acquisizione di nuovi clienti o partner di progettazione potrebbe rientrare nella strategia BIM. Prima di avviare un progetto, la dirigenza definisce quindi in modo realistico degli obiettivi intermedi da raggiungere nelle prime fasi di applicazione del metodo. Gli obiettivi intermedi dipendono dal progetto e anche dalle conoscenze sul BIM che il team già

possiede. Un obiettivo intermedio potrebbe essere ad esempio lo sviluppo di nuovi standard, o la progettazione di un'opera completa conforme al metodo.

Oltre a questi obiettivi, la strategia dovrebbe stabilire i primi settori aziendali in cui verrà impiegato BIM. Nelle aziende con più sedi, è consigliabile iniziare da singola sede ed informare le altre sui progressi e sulle conoscenze acquisite tramite comunicazioni regolari. Un'altra possibilità potrebbe essere iniziare l'implementazione partendo con un solo reparto. Questa decisione dipende comunque dal come è strutturata l'azienda.

Man mano che l'azienda aumenta la propria competenza nel metodo BIM, la strategia aziendale può diventare sempre più specifica e personalizzata, consentendo di adattarla costantemente alle nuove conoscenze acquisite.

### **2.7.2 La strategia BIM e il BIM Team**

La definizione della strategia BIM conclude la parte teorica ed è a questo punto che la strategia deve essere messa in pratica. Per farlo, la dirigenza deve prima nominare un BIM Team. Idealmente il BIM Team sarà composto da esperti CAD e anche dai collaboratori che hanno familiarità con la gestione dei progetti, come ad esempio i responsabili di progetto. Assieme al team, la dirigenza definisce un progetto pilota BIM, la cui scelta ed elaborazione dipendono dalla strategia BIM. Si evince chiaramente quanto sia importante la definizione di una strategia BIM.

Durante la definizione del progetto deve essere specificato anche il livello di dettaglio che dovrà avere il modello della costruzione. Questo infatti non deve necessariamente contenere tutte le informazioni dettagliate già nella fase iniziale. Nelle prime fasi di progettazione può bastare ad esempio un modello geometrico, utilizzato per controllare i requisiti del committente relativi alla ripartizione in vani e per fare i primi computi volumetrici. Ciò è particolarmente interessante soprattutto per gli edifici complessi. Nella fase progettuale, ad esempio, si può utilizzare un modello con minor dettaglio al fine di controllare il rapporto tra i costi delle opere ancora da completare e il budget disponibile.

Il livello di dettaglio della forma e della rappresentazione dipende quindi dalla fase di progettazione e può variare in modo significativo. Per facilitare la comune comprensione del livello di dettaglio tra gli utenti BIM è stato creato il "Level of Detail"<sup>[1]</sup> (LoD), che è conosciuto anche come livello di definizione o livello di sviluppo. I cinque livelli base, da

LoD 100 (modello concettuale) a LoD 500 (come modello costruttivo), descrivono i livelli dalla rappresentazione concettuale fino alla progettazione esecutiva.

### **2.7.3 Sfruttare la flessibilità nella progettazione e avere il coraggio di cambiare**

Durante il progetto pilota BIM, il BIM Team individua le aree in cui c'è ancora necessità di miglioramenti per garantire un workflow BIM ottimale. Il team riferisce alla dirigenza ed esprime le proprie raccomandazioni. La dirigenza deve assicurarsi che queste raccomandazioni vengano recepite e messe in pratica. Si potrebbe trattare di indicazioni strategiche (come ad esempio l'adattamento degli obiettivi BIM) od operative, come la formazione dei dipendenti. Per garantire che ciò avvenga, è compito della dirigenza assicurare un regolare scambio d'informazioni tra il BIM Team e la dirigenza stessa, e attraverso tutta l'azienda, se fossero coinvolte più sedi. In tal modo l'azienda raggiunge il proprio stato BIM-ready passo dopo passo.

<sup>[1]</sup> **Level of Detail (LoD)**: è il livello di definizione o livello di sviluppo di un progetto. Ci sono cinque livelli base di LoD: da LoD 100 (modello concettuale) a LoD 500 (come modello costruttivo), essi descrivono i livelli dalla rappresentazione concettuale fino alla progettazione esecutiva.

### **3.1 LA NORMATIVA BIM**

Il Building Information Modeling è una metodologia che vede il coinvolgimento dell'intera filiera delle costruzioni, ma un'industria, tipicamente frammentata in molte discipline come quella dell'edilizia, incontrerà sicuramente enormi difficoltà soprattutto se non viene decisa una strategia comune. In questo passaggio, le norme tecniche si potrebbero rilevare estremamente utili al raggiungimento di un linguaggio comune ed all'allineamento degli obiettivi.

Introduciamo la normazione tecnica, intesa come quel procedimento che sviluppa un certo standard. Come italiani, ci interessano in particolare le attività di normazione che certe organizzazioni portano avanti a livello internazionale (ISO<sup>[1]</sup>), europeo (CEN<sup>[2]</sup>) ed italiano (UNI<sup>[3]</sup>). Partiremo dalla ISO, perché quello che viene deciso in sede internazionale verrà inevitabilmente recepito prima a livello europeo e in ultimo qui in Italia.

### **3.2 NORMATIVA INTERNAZIONALE – ISO**

#### **3.2.1 Cos'è uno standard e quali sono i suoi vantaggi**

Lo standard è una norma, un documento che fornisce i requisiti, le specifiche, le linee guida o le caratteristiche che possono essere utilizzati in modo coerente per garantire che materiali, prodotti, processi e servizi siano idonei al loro scopo.

Lo Standard serve a garantire che i prodotti e i servizi siano sicuri, affidabili e di buona qualità. Per le imprese, sono strumenti strategici che riducono i costi minimizzando gli sprechi e gli errori, e aumentando di conseguenza la produttività. Aiutano aziende ad accedere a nuovi mercati, portare i paesi in via di sviluppo allo stesso livello di quelli già più industrializzati e agevolare il commercio globale liberamente ed equamente.

[1] **ISO – Internationa Standard Organization:** normativa internazionale

[2] **CEN – Comitato Europeo di Normazione:** normativa europea

[3] **UNI – Ente Italiano di Normazione:** normativa italiana

#### 3.2.2 Chi decide lo standard?

Uno standard ISO, (per norme CEN ed UNI il procedimento è un po' diverso), è sviluppato da un gruppo di esperti, nell'ambito di un comitato tecnico. Una volta che è stata stabilita la necessità di avere uno standard, questi esperti si incontrano per discutere e negoziare un progetto di normazione. Non appena il progetto è stato sviluppato viene condiviso con gli altri membri di ISO ai quali viene chiesto di commentarlo e votarne l'eventuale approvazione. Se si raggiunge un consenso il progetto diventa uno standard ISO, in caso contrario, altrimenti il progetto torna indietro al comitato tecnico per ulteriori modifiche.

#### 3.2.3 Principi chiave dello sviluppo di una norma:

1. Le norme ISO rispondono ad un bisogno di mercato, ad una richiesta dell'industria o di altre parti interessate, come le associazioni dei consumatori. Tipicamente, un settore industriale o un gruppo comunica la necessità di uno standard al membro normativo nazionale che poi contatta la ISO.
2. Le norme ISO si basano su opinioni di esperti a livello globale e sono sviluppate da gruppi di esperti provenienti da tutto il mondo, che fanno parte di grandi gruppi chiamati comitati tecnici. Questi esperti negoziano tutti gli aspetti della norma, tra cui il campo di applicazione, le definizioni chiave e i contenuti.
3. Le norme ISO vengono sviluppate attraverso un processo multi-stakeholder, dove i comitati tecnici sono formati non solo da esperti del settore in questione, ma anche da associazioni di consumatori, membri del mondo accademico, da organizzazioni no-profit e il governo.
4. Le norme ISO sono basate sul consenso in cui i commenti di tutti i soggetti interessati sono presi in considerazione.

#### 3.2.4 Le norme ISO - BIM

È importante conoscere gli standard delle norme ISO in quanto saranno gli stessi che verranno poi recepiti dal CEN e dall'UNI nel giro di pochi anni, inoltre è altresì importante ricordare che la Commissione Europea potrebbe obbligare l'uso di un certo standard soprattutto per commesse di propria competenza. Stesso discorso potrebbe valere per appalti nazionali.

Gli standard già approvati riguardo al Building Information Modeling sono:

- ISO STEP 10303 “Standard for the Exchange of Product model data” - è uno standard contenente una serie di regole per l'integrazione, la presentazione e lo scambio di dati (via computer); può essere usata per trasferire dati tra i seguenti sistemi: CAD, CAM, CAE, PDM/EDM. L'obiettivo è una descrizione senza ambiguità, che può essere adattata a tutti i sistemi informatici. Permette anche l'archiviazione dei dati a lungo termine e la creazione di basi di dati centralizzate.
- ISO 12006 “Building construction – Organization of information about construction works” - è uno standard internazionale che si occupa della strutturazione delle informazioni per la costruzione. È composto da due parti: ISO 12006-2:2015 e ISO 12006-3:2007
- ISO 16354 “Guidelines for knowledge libraries and object libraries” – ha come obiettivo quello di distinguere le categorie di librerie di conoscenza e gettare le basi per strutture e contenuti uniformi di tali librerie di conoscenze fornendo un principio guida per le nuove librerie e per l'aggiornamento delle librerie esistenti.
- ISO 16739 “Industry Foundation Classes (IFC)” - specifica uno schema di dati concettuale ed un formato di scambio file per i dati di un modello informativo di edificio (BIM).
- ISO 16757 “Data structures for electronic product catalogues for building services” – lo scopo principale di questa norma è fornire la descrizione della geometria del modello costruttivo ottimizzandone la descrizione per lo scambio di dati in cataloghi di prodotti elettronici al fine di trasmettere automaticamente tali dati a modelli di applicazione dei software per la costruzione.
- ISO 29481 “Building information modeling. Information delivery manual (IDM)” – destinata a facilitare l'interoperabilità tra le applicazioni software impiegate durante tutte le fasi del ciclo di vita delle opere edilizie, essa promuove la collaborazione digitale tra gli attori del processo edilizio e fornisce una base per lo scambio d'informazioni che sia accurato, affidabile, ripetibile e di alta qualità.
- ISO/TS 12911 “Framework for building information modeling (BIM) guidance” – stabilisce un quadro normativo per la fornitura di specifiche per la messa in servizio del BIM. È applicabile a qualsiasi gamma di modelli di edifici e strutture connesse all'edilizia, a qualsiasi tipo di attività, compresa la maggior parte delle infrastrutture e opere pubbliche, attrezzature e materiali.

- ISO 19650-1 “Information management using building information modeling” – riguarda l’organizzazione e la digitalizzazione d’informazioni per quanto riguarda edifici e opere di ingegneria civile, incluso il BIM

## 3.3 NORMATIVA ITALIANA

### 3.3.1 Decreto BIM – D.M. n°560

1° dicembre 2017 - il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti adotta il decreto n. 560 che stabilisce le modalità e i tempi di progressiva introduzione dei metodi e degli strumenti elettronici di modellazione per l’edilizia e le infrastrutture.

28 gennaio 2018 - entra in vigore il Decreto Ministeriale 560/2017 detto anche “Decreto BIM”. Esso sancisce un’introduzione graduale dell’obbligo di adozione del BIM secondo tempi così definiti:

- per i lavori complessi relativi a opere di importo a base di gara pari o superiore a 100 milioni di euro, a decorrere dal 1° gennaio 2019;
- per i lavori complessi relativi a opere di importo a base di gara pari o superiore a 50 milioni di euro, a decorrere dal 1° gennaio 2020;
- per i lavori complessi relativi a opere di importo a base di gara pari o superiore a 15 milioni di euro, a decorrere dal 1° gennaio 2021;
- per le opere di importo a base di gara pari o superiore alla soglia di cui all’articolo 35 del codice dei contratti pubblici, a decorrere dal 1° gennaio 2022;
- per le opere di importo a base di gara pari o superiore a 1 milione di euro, a decorrere dal 1° gennaio 2023;
- per le nuove opere di importo a base di gara inferiore a 1 milione di euro, a decorrere dal 1° gennaio 2025.

#### 3.3.1.1 Trasparenza, condivisione, rintracciabilità

Elemento cardine della procedura BIM è la redazione del capitolato informativo in capo alla stazione appaltante e soprattutto la definizione di un ambiente di condivisione dei dati, dove questi ultimi sono prodotti, raccolti e condivisi in base a criteri contrattuali, a principi giuridici sulla tutela della proprietà intellettuale, nonché tutelati da dispositivi di protezione della sicurezza dei dati, informatizzati caratterizzati da trasparenza,

tracciabilità dei vari attori, delle transazioni amministrative e di cantiere in termini informativi. Il capitolato, allegato alla documentazione di gara per l'espletamento di servizi di progettazione o per l'esecuzione di lavori e/o della gestione delle opere, deve contenere:

- i requisiti informativi strategici generali e specifici, compresi i livelli di definizione dei contenuti informativi, tenuto conto della natura dell'opera, della fase di processo e del tipo di appalto;
- tutti gli elementi utili alla individuazione dei requisiti di produzione, di gestione e di trasmissione dei contenuti informativi, in stretta connessione con gli obiettivi decisionali e con quelli gestionali. In particolare, deve includere il modello informativo relativo allo stato iniziale dei luoghi e delle eventuali opere preesistenti.

Il capitolato è comunicato anche ai subappaltatori e ai subfornitori cui è fatto obbligo di concorrere con l'aggiudicatario nella proposizione delle modalità operative di produzione, di gestione e di trasmissione dei contenuti informativi attraverso il piano di gestione informativa.

La documentazione di gara è resa disponibile tra le parti, su supporto informatico per mezzo di formati digitali coerenti con la natura del contenuto e con quanto previsto dai requisiti informativi del capitolato.

Nonostante tale normativa, in Italia, regna ancora molta confusione sulla questione della digitalizzazione dei progetti; sono da segnalare infatti alcune incongruenze per quanto riguarda tale Decreto:

1. in tutto il decreto si parla di "metodi e strumenti elettronici specifici", come se si facesse riferimento a qualcosa di chiaramente normato, senza però citare l'unica norma tecnica nazionale specifica sul BIM e cioè la UNI 11337 (Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni) già pubblicata dal 30 gennaio 2017;
2. alcune parti (come ad esempio la definizione dei "lavori complessi" di cui alla lettera e), comma 1, articolo 2) sono troppo lunghe ed esposte in modo complesso, quindi, interpretabili in maniera del tutto soggettiva;
3. il termine "non oneroso", riportato all'alinea del comma 1 dell'articolo 3 non è consono alla pubblica amministrazione che non può richiedere prestazioni a titolo gratuito e, quindi, non può chiedere formazione gratuita;

4. non esiste un sistema sanzionatorio nel caso in cui non venga applicato il decreto, pertanto, anche dopo le scadenze previste all'articolo 6, le stazioni appaltanti non saranno punibili in caso non seguissero le indicazioni del Decreto;
5. nell'articolo 7 si parla, genericamente, di capitolato mentre sarebbe opportuno che, per limitare i contenziosi successivi alle aggiudicazioni, la norma indicasse dei contenuti minimi affinché il capitolato si possa qualificare come tale utilizzando la UNI 11337-6 e dal Pas 1192-2:2013, pubblicate dall'ente di normazione inglese British Standard Institution;
6. anche, in questo decreto, all'articolo 8, comma 1 si parla di una commissione di monitoraggio "con il compito di monitorare gli esiti, le difficoltà incontrate dalle stazioni appaltanti in fase di applicazione del presente decreto, nonché di individuare misure correttive per il loro superamento" dimenticandosi della cabina di regia istituita dall'articolo 213, comma 2 del Codice dei contratti.

#### 3.3.2 UNI 11337 unica norma nazionale del 30 gennaio 2017

L'inizio del 2017 ha portato con sé interessanti novità per la diffusione del BIM in Italia con la pubblicazione della nuova UNI 11337, la norma tecnica italiana relativa alla "Gestione digitale dei processi informativi in edilizia". È infatti nello spirito collaborativo che è proprio del BIM che il settore ha trovato in UNI il luogo naturale per confrontarsi e darsi quelle regole tecniche condivise indispensabili per garantire la trasparenza, la libera concorrenza, il dialogo con gli altri mercati e la competitività del mercato italiano nel mondo.

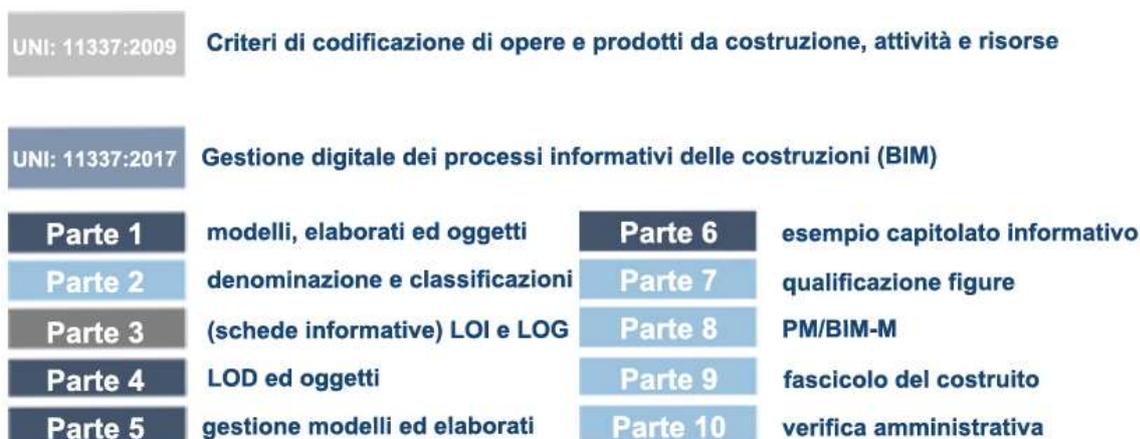


Fig. 3.1 – Struttura della norma UNI 11337, in blu scuro le parti pubblicate nel 2017, in grigio la parte del vecchio assetto del 2009, in azzurro le parti in elaborazione e prossima uscita nel 2018/2019

Ad inizio 2017 sono state pubblicate le prime 4 nuove parti della norma, indispensabili al settore per darsi quelle regole di base, nazionali, che gli permettessero di operare anche in autonomia dai soli riferimenti esteri fino ad allora presenti (essenzialmente PAS 1192:2 - UK - e BIMForum - USA), riferimenti mai tradotti in testi organici e spesso malamente interpretati. Riferimenti importanti (PAS e BIMForum) che, invece, trovano congruente evoluzione e applicazione al comparto nazionale nella norma.

Grazie anche alla grande opera di ricerca e sviluppo prodotta dal progetto INNOVance (2011-2014), vero fenomeno di ricerca e diffusione sul territorio del BIM, la norma ha raccolto e strutturato in 4 nuovi testi organici, di quasi 300 pagine, la maturità acquisita dal settore fino a questo momento. Agli inizi del 2017 sono state quindi pubblicate le parti: 1, 4, 5 e 6 del nuovo impianto normativo che sono andate ad aggiungersi alla già esistente parte 3 (unica parte rimasta ancora in vigore del vecchio impianto del 2009, dove 4 anni prima della PAS si introduceva il BIM in un testo normativo nazionale).

La **parte 1** introduce al BIM attraverso la precisazione di definizioni e concetti. Definisce gli aspetti generali della gestione digitale del processo informativo nel settore delle costruzioni: la struttura dei veicoli informativi, la struttura informativa del processo, la struttura informativa dei prodotti da costruzioni inseriti all'interno di un modello BIM.

Le **parti 2 e 3**. Uno dei problemi ancora irrisolti nel BIM è rappresentato dalla relazione tra le informazioni relative agli “elementi” in ragione dei differenti modelli od elaborati in cui vengono trattati. La loro connessione viene oggi affidata a sistemi di codifica e classificazione nati prima del BIM (Omniclass, Uniformat, Masterformat, Uniclass, ecc.). Sistemi poco performanti, usati in alcuni mercati ma non in altri (e quindi non interoperabili), ma soprattutto non rielaborabili dalla macchina in quanto sostanzialmente indifferenti rispetto agli attributi che identificano, connotano e caratterizzano gli “elementi” stessi. In ragione, anche, della necessità di definire i livelli di sviluppo informativo degli attributi non geometrici (LOI), della parte 3, con il contributo degli informatici del tavolo (ACCA, Harpaceas, Autodesk, Nemetschek, Graphisoft, ecc.) e della pubblica amministrazione (Regione Lombardia, ITACA, MIT), si sta oggi definendo un approccio al problema di natura semantica e non più codificatoria, che permetta di superare gli attuali limiti di utilizzo. Ciò consente alla macchina di mettere in connessione gli oggetti in ragione dei loro attributi, indipendentemente dalla codifica utilizzata, verificandone la congruenza informativa autonomamente e indifferentemente

dalla disciplina, dall'argomento o dal veicolo in questione (modello o elaborato; disegno, computo, capitolato, relazione, ecc.). La **parte 3** definisce, quindi, le schede informative digitali per i prodotti da costruzione e per i processi.

La **parte 4** specifica gli obiettivi di ciascuna fase del processo introdotta nella parte 1. Definisce una scala comune di livello di sviluppo informativo (LOD<sup>[4]</sup> - *Level of Development*) degli oggetti e definisce una scala comune di stati di lavorazione e approvazione del contenuto informativo del modello BIM.

La **parte 5** definisce i ruoli, le regole ed i flussi necessari alla produzione, gestione e trasmissione delle informazioni oltre alla loro connessione e interazione nei processi di costruzione digitalizzati.

La **parte 6** definisce le linee guida per la redazione del capitolato informativo.

La **parte 7** della norma si focalizza sulla definizione dei ruoli, delle mansioni e delle autorità delle nuove figure "BIM". Gestore, coordinatore e modellatore delle informazioni. Pregio della norma italiana quello di definire in modo chiaro gli ambiti ed i limiti gestionali ed operativi delle differenti figure oltre a risolvere le varie ambiguità che ancora sussistono anche in ambito internazionale: ruoli d'azienda o di commessa per primi.

Favorire la transizione verso il digitale è uno degli obiettivi principali dell'UNI. Per questo la definizione delle Linee Guida di applicazione del BIM ai processi di settore (**parte 8** della norma) si svolgerà attraverso una formula innovativa di discussione, fatta di tavoli aperti anche ai non soci UNI, al fine di raccogliere direttamente dagli operatori e dalle loro esperienze sul campo (positive e negative che siano) ogni contributo, commento o critica, necessari.

Le **parti 9 e 10** sono parti necessarie alla trattazione di aspetti importanti come la gestione amministrativa e la manutenzione, che ne andranno a completare l'impianto normativo complessivo.

Nella **parte 9** verranno normati: la "Due Diligence"<sup>[5]</sup> ed il rilievo digitale (nuvole di punti, termografie, tomografie, ecc.), le regole di costruzione delle "Piattaforme di

Collaborazione” aziendali (al di sopra delle librerie di oggetti e degli ambienti di condivisione di commessa ACDat/CDE) e, soprattutto, il “Fascicolo del Costruito” digitale, il fascicolo del fabbricato (per comprendere non solo l’edilizia ma anche le infrastrutture e l’ambiente antropomorfo) e lo stadio di sviluppo per comprendere la gestione informativa in esercizio, nel ciclo di vita del progetto.

La **parte 10** della norma, in ultimo, affronta le nuove tematiche del BIM verso gli aspetti di gestione amministrativa; quello che in Building Smart International (BSI) prende il nome di E-permit BIM. Dopo la presentazione a Barcellona (BSI 2017) dei test eseguiti su: SCIA, DIA e Permesso di Costruire (Comune di Milano, Politecnico di Milano, Ordini degli Architetti e degli Ingegneri di Milano, Harpaceas, OneTeam e Autodesk Italia) ed il confronto con i lavori di Korea e Giappone, il tavolo UNI ha deciso di affrontare anche questo aspetto della gestione informativa digitale.

#### 3.3.2.1 UNI 11337 parte 7 – i ruoli del BIM

Chi sono il BIM Coordinator, il BIM Manager e il BIM Specialist? Quali sono le loro abilità e competenze? Ce lo chiarisce la Normativa UNI 11337:2017 infatti essa è il punto di riferimento per il BIM e le figure professionali in esso coinvolte.

Il **BIM Coordinator**, il coordinatore del processo in BIM

Il **BIM Manager**, il gestore e supervisore del processo BIM

Il **BIM Specialist**, il tecnico avanzato BIM

##### 3.3.2.1.1 **BIM Coordinator**: lavoro, ruolo e normativa in Italia

Il BIM Coordinator ricopre il ruolo di coordinatore del team di progettazione BIM (tra cui BIM Manager e BIM Specialist) coinvolgendole all’interno dell’intero processo progettuale controllandone e coordinandone il lavoro.

Quando parliamo di BIM Coordinator ci riferiamo ad una figura che collabora a stretto contatto con il BIM Manager, il quale verifica il suo operato e, nella scala organizzativa BIM, si pone proprio al di sopra di lui; è sostanzialmente colui che garantisce l’efficienza e il rispetto di standard e procedure definite a livello manageriale dal BIM Manager

#### **3.3.2.1.1.a. L'importanza del Bim Coordinator nel workflow BIM**

Il BIM Coordinator può occuparsi del capitolato informativo e del piano di gestione informativa, partecipando alla definizione dello staff e della strumentazione necessaria. Cura la qualità, gestisce interferenze e conflitti e la correttezza dei flussi informativi digitali. Inoltre, coordina il team di lavoro ottimizzando le risorse, seguendo il processo di creazione, gestione e verifica dei modelli digitali.

Il BIM Coordinator è definibile come figura di raccordo tra i tecnici, i BIM Specialist, e il BIM Manager; quella del BIM Coordinator è una specializzazione con forte valenza tecnica, il cui ruolo entra in gioco nella fase di sviluppo dell'opera.

#### **3.3.2.1.1.b. BIM Coordinator in Italia**

I requisiti minimi espressi dalla legge per diventare BIM Coordinator sono innanzitutto una buona preparazione a livello tecnico per la gestione del lavoro in BIM, ma anche una comprovata esperienza nel settore dell'ingegneria o dell'architettura, nel settore delle costruzioni e in ambito tecnico dimostrabile tramite curriculum vitae specifico. Particolare rilevanza avranno esperienze avute in ambito BIM, ruoli tecnici presso studi o società di consulenza, consulenze come libero professionista e gestione di progetti BIM. Un altro requisito necessario per diventare BIM Coordinator è la comprovabile frequenza di un corso di formazione BIM Coordinator, erogata da un organismo di certificazione riconosciuto o da un ente di formazione professionale, che deve attestare il possesso di quei requisiti e di quelle competenze necessarie per la professione tra cui: la conoscenza dei principi di gestione del BIM e della gestione del flusso di lavoro e la capacità di utilizzo dei software di modellazione per la disciplina impiantistica o strutturale.

#### **3.3.2.1.1.c. Come lavorare come BIM Coordinator?**

La figura del BIM Coordinator in paesi avanzati quali Stati Uniti, Regno Unito e Paesi Scandinavi è una figura professionale definita, qualificata, è un ruolo certificato. Analizzando lo scenario internazionale elemento comune della regolamentazione delle figure professionali legate al BIM sembrano essere due punti fondamentali:

1. aver frequentato un monte di ore di didattica e di attività pratica specifica in ambito BIM presso un ente certificato,
2. il superamento di un esame finale e lo svolgimento di corsi specifici per l'aggiornamento o il mantenimento delle competenze.

In futuro anche in Italia si arriverà alla certificazione condivisa, sulla base della Normativa UNI11337, che diverrà un obbligo di qualifica per gli appalti, sul modello delle certificazioni energetiche.

#### **3.3.2.1.2 BIM Specialist:** lavoro, ruolo e normativa in Italia

Il BIM Specialist si può definire come un tecnico ed un esperto della modellazione informativa. La sua figura professionale può essere inserita nel settore di produzione e di sviluppo del modello BIM secondo la propria competenza disciplinare (architettonica, impiantistica o strutturale), sebbene quando parliamo di BIM Specialist non ci si riferisce ad un tecnico esperto di modellazione (BIM Modeller), il quale possiede una conoscenza soprattutto operativa degli specifici applicativi; a queste conoscenze, la figura del BIM Specialist aggiunge competenze specifiche di gestione dei dati e dei flussi informativi andando anche a configurarsi come una figura di raccordo tra i tecnici e il BIM Coordinator. Egli partecipa, inoltre, alle analisi tecniche di tipo strutturale, impiantistico ed energetico, alla creazione e all'implementazione del modello tridimensionale, si occupa dell'esportazione della documentazione bidimensionale e dei dati utili al computo. Inoltre, comprende ed utilizza la documentazione tecnica ed operativa aziendale, per la elaborazione dei modelli e degli elaborati.

##### **3.3.2.1.2.a. Cosa fa il BIM Specialist**

Nello specifico le abilità e le conoscenze richieste ad un BIM Specialist riguardano:

- Utilizzo dei software di ultima generazione per la realizzazione del progetto BIM secondo la propria competenza disciplinare (architettonica, impiantistica o strutturale)
- Analisi del capitolato informativo e del piano di gestione informativa
- Verifica del modello
- Conoscenza della normativa di riferimento
- Conoscenza base della sicurezza informatica
- Uso della documentazione tecnica
- Produzione dei modelli e degli elaborati
- Gestione delle librerie BIM aziendali e del loro aggiornamento
- Estrazione dei dati dai modelli, dagli elaborati e dagli oggetti

#### **3.3.2.1.2.b. Requisiti per diventare BIM Specialist**

Tra i requisiti minimi richiesti c'è una comprovata esperienza nel settore dell'ingegneria o dell'architettura, nel settore delle costruzioni e in ambito tecnico dimostrabile tramite un curriculum vitae specifico. Tra queste, particolare rilevanza avranno esperienze avute in ambito BIM, ruoli tecnici presso studi o società di consulenza, consulenze come libero professionista e gestione di progetti BIM; un altro requisito necessario sarà la comprovata frequenza ad un corso di formazione BIM Specialist.

#### **3.3.2.1.3 BIM Manager: ruolo, lavoro e normativa italiana**

##### **3.3.2.1.3.a. Cosa fa e chi è un BIM Manager**

Il BIM Manager, il responsabile del processo informativo digitalizzato. Figura multidisciplinare, a carattere gestionale e determinante del workflow in BIM, quella del BIM Manager si occupa di: gestione, controllo, supervisione; in pratica è in grado di gestire e sovrintendere tutto il processo di progettazione integrata.

Il lavoro del BIM Manager è quello di gestire i processi di digitalizzazione, operando anche a livello di controllo e di coordinamento generale del lavoro/lavori in BIM. Tra le principali attività troveremo quindi: l'aggiornamento dei modelli, la definizione del lavoro in collaborazione con le altre figure specialistiche, la redazione dell'offerta di gestione informativa (OGI) e dell'implementazione dei processi digitali. Egli definisce gli standard, organizzando tutto il workflow di progettazione integrata seguendo la redazione del capitolato informativo e dell'offerta di gestione informativa. È incaricato della valutazione periodica di obiettivi e risultati raggiunti e si occupa della selezione e della scelta delle risorse umane, e della consegna ai committenti.

##### **3.3.2.1.3.b. Il ruolo del BIM Manager**

La funzione del BIM Manager si esplica all'interno del processo di progettazione in BIM come quella di assicurare l'adozione della metodologia BIM in tutti i processi e le fasi per la realizzazione del progetto. Si occupa dei modelli informativi, dell'assetto della collaborazione per la progettazione integrata, dai primi step fino alla produzione della documentazione; analizza e valuta i risultati raggiunti da un'azienda in riferimento all'adozione della metodologia BIM.

I requisiti necessari per diventare BIM Manager sono molto simili a quelli per diventare BIM Coordinator, infatti sarà richiesto:

1. aver frequentato un monte di ore di didattica e di attività pratica specifica in ambito BIM presso un ente certificato;
2. il superamento di un esame finale e lo svolgimento di corsi specifici per l'aggiornamento o il mantenimento delle competenze.



## 4.1 PROGRAMMI UTILIZZATI

Nell'elaborazione del progetto di tesi sono stati utilizzati principalmente due software: Solibri Model Checker (Nemetschek) e Revit (Autodesk), spieghiamo brevemente le loro funzionalità per permettere una comprensione più definita e approfondita del lavoro svolto.

## 4.2 SOLIBRI MODEL CHECKER

Solibri Model Checker (SMC) è un affermatissimo software sviluppato dalla Solibri Inc., società finlandese fondata nel 1999 e in Italia commercializzato da Harpaceas; esso svolge la funzione di analisi e controllo dei modelli BIM, al fine di evidenziare i problemi che possono inficiarne l'integrità, la qualità e la sicurezza.

A tale scopo, Solibri Model Checker passa al setaccio il progetto in tutte le sue componenti, mettendone in luce incongruenze, punti deboli ed elementi contrastanti, come ad esempio: muri sovrapposti, errori di progettazione, aree o spazi d'uso insufficienti, lunghezza dei percorsi di fuga o mancanza di accessi.



Sebbene il maggior punto di forza di SMC sia il Code Checking<sup>1</sup>, non sono escluse altre utili funzionalità come la Clash Detection<sup>2</sup>, il coordinamento multidisciplinare, il confronto dei modelli, il controllo economico delle quantità e la gestione dei problemi; inoltre essendo stato sviluppato per funzionare con formati IFC, esso, si adatta perfettamente alla filosofia OpenBIM.

Il suo utilizzo consente un notevole risparmio di risorse, in quanto la precoce evidenziazione di punti critici permette di prevenire problematiche maggiori, ponendovi rimedio già attraverso il modello in 3D e senza modifiche fisiche nel cantiere. Il controllo automatizzato consente di verificare la corrispondenza del progetto agli standard qualitativi desiderati da chi lo sta implementando.

[1] **Code Checking:** sistema con cui i parametri (geometrici ed alfanumerici) dei modelli BIM vengono analizzati tramite opportuni set di regole parametriche.

[2] **Clash Detection:** sistema con cui si controllano le interferenze geometriche tra oggetti, modelli ed elaborati provenienti da discipline diverse.

#### *4. Programmi utilizzati*

---

È infatti possibile predefinire delle regole specifiche, oltre a quelle già presenti nel software, al quale il modello deve adeguarsi, ed attivare la conseguente verifica attraverso l'apposita funzionalità del programma.

Solibri Model Checker consente, quindi, di arrivare ad un prodotto finale di qualità superiore, migliorando la performance nei confronti del committente e con un minore impiego di tempo e risorse. La certezza di non avere brutte sorprese una volta avviato il cantiere permette inoltre di pianificare in modo più puntuale le relative economie d'esercizio.

I vantaggi sono anche di tipo ambientale, infatti eventuali revisioni e cambiamenti di un progetto in corso di realizzazione determinano un maggiore impatto sul contesto causando non solo sprechi economici e di tempo ma anche un danno ambientale a causa di utilizzo di più materiali, più mezzi in circolazione, lavorazioni da demolire e ricostruire: questa caratteristica è particolarmente interessante nell'ambito delle opere pubbliche, ma non solo.

## 4.2.1 ORGANIZZAZIONE DEL SOFTWARE

Aprendo il Software si nota subito la semplicità dell'interfaccia.

Si trovano infatti solamente cinque funzioni principali, cuore del programma, che si potranno esaminare e approfondire mano a mano che si procede nel lavoro, queste sono:

- File
- Model
- Checking
- Communication
- Information Takeoff

### 4.2.1.1. File

La schermata iniziale che Solibri ci propone è quella detta "File".

Qui troviamo una sezione dedicata ai "Recent Models", si tratta di una scorciatoia per aprire più velocemente i file sui quali si è lavorato più recentemente; è anche possibile bloccare in una certa posizione i file che ci interessano maggiormente in modo che compaiano in questa sezione ogni volta che si apre il programma; la stessa funzione esiste anche per le cartelle in cui i modelli sono stati salvati e prende il nome di "Recent Model Places".

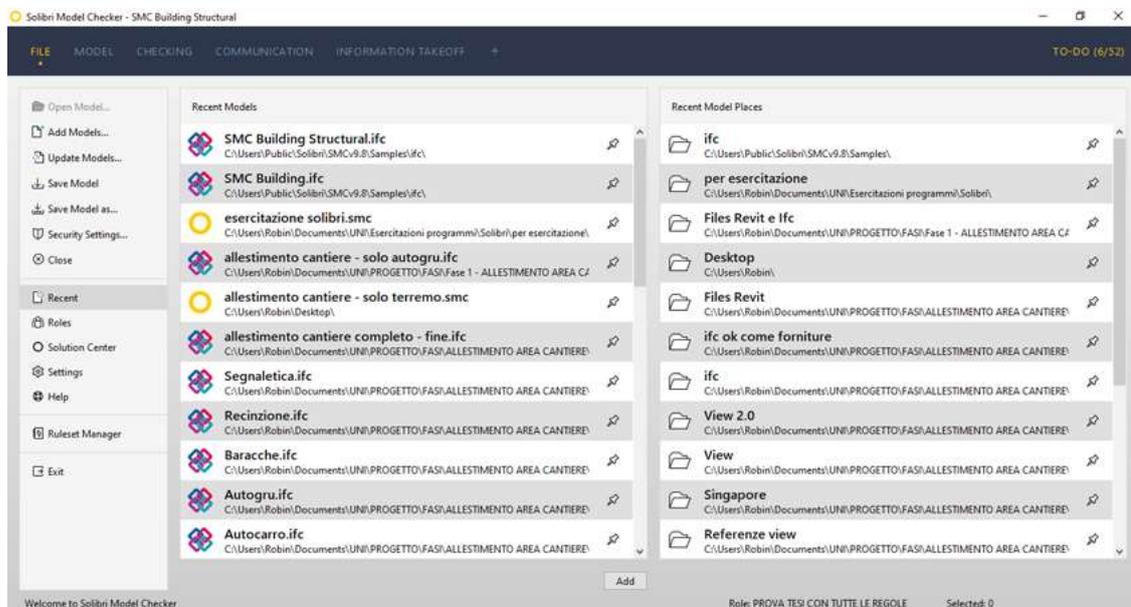


Fig. 4.1 - Interfaccia sezione File.

#### 4. Programmi utilizzati

Sulla sinistra, invece, senza entrare ancora nello specifico del software, troviamo una sezione più generale in cui si notano una sezione “Help” che ci aiuterà con supporti, tutorial e link diretti al sito di Solibri; utili sia per un apprendimento rapido delle problematiche che potremmo incontrare, sia per tenersi aggiornati su notizie e nuove versioni del software prodotte da Solibri. Sarà inoltre possibile accedere sia ad un comando dedicato alla compressione dei file IFC, sia a un’apposita funzionalità che programma l’interruzione del collegamento della licenza ad Internet in caso sapessimo con anticipo che per un determinato periodo non avremo una connessione disponibile, così da poter continuare a lavorare in remoto apportando modifiche al nostro file. Queste saranno poi aggiornate nel momento in cui sapremo di poter tornare ad avere una connessione ad Internet disponibile.

Un ulteriore aspetto di SMC è la capacità di definire "Ruoli", rintracciabili nella sezione “File”, per i diversi professionisti della disciplina che dovranno lavorare con l'applicazione. Esistono ruoli preimpostati come ad esempio “Controllo Architettonico” o “Bim Coordination” o “Energy Analysis”.

Il ruolo può essere selezionato dall'elenco di ruoli predefiniti forniti da Solibri, ma le aziende possono anche creare i propri ruoli o modificare quelli predefiniti per adattarsi meglio ai propri flussi di lavoro e processi.

Associati ad ogni ruolo troviamo determinati set di regole, Classificazioni e Computi Metrici, è comunque sempre possibile aggiungere, sostituire o eliminare queste impostazioni date di default per ottenere una personalizzazione più adatta al lavoro da svolgere.

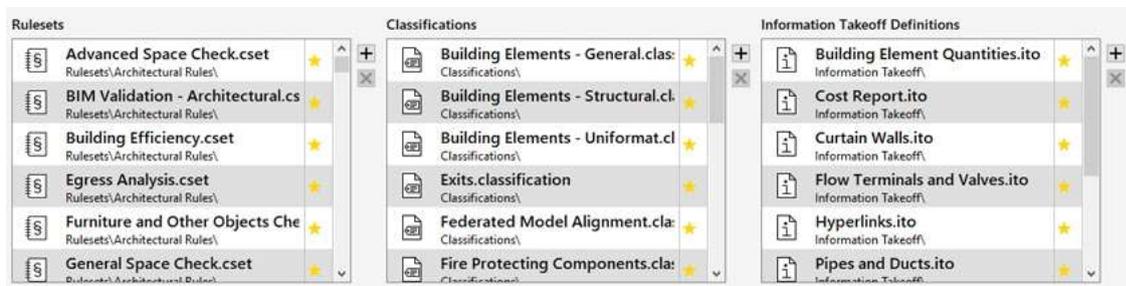


Fig. 4.2 - Impostazioni assegnate al Ruolo.

#### 4.2.1.2 Model – Lavorare con i modelli

Il punto di partenza per SMC è un modello creato in modalità BIM e salvato nel formato IFC. Questo modello può quindi essere aperto nell'applicazione e successivamente salvato nel formato SMC, che è molto più piccolo sia della dimensione del file nativo che della versione IFC. È inoltre possibile inserire più modelli IFC, ad esempio diversi modelli disciplinari dello stesso edificio: modello strutturale, modello architettonico, modello della parte impiantistica, e salvare gli stessi combinandoli in un unico file SMC sia per ottenere gli stessi vantaggi di compressione sia per poter coordinare i diversi modelli.

Ovviamente sono presenti specifici comandi per il corretto posizionamento dei file con la precisa funzione di ottenere una perfetta sovrapposizione dei modelli in base a coordinate e parametri di posizione definiti dall'utente.

Perché le regole per il controllo del modello funzionino correttamente è importante che quando il file in formato IFC viene aperto per la prima volta in SMC, si dia conferma della disciplina a cui appartiene il modello stesso: se si sta aprendo un progetto strutturale composto da muri portanti e pilastri al momento dell'apertura, si dovrà assegnare la disciplina strutturale; se si sta aprendo un modello composto da impianti di ventilazione, ad esempio, al momento dell'apertura del modello si dovrà assegnare una disciplina impiantistica e così via.

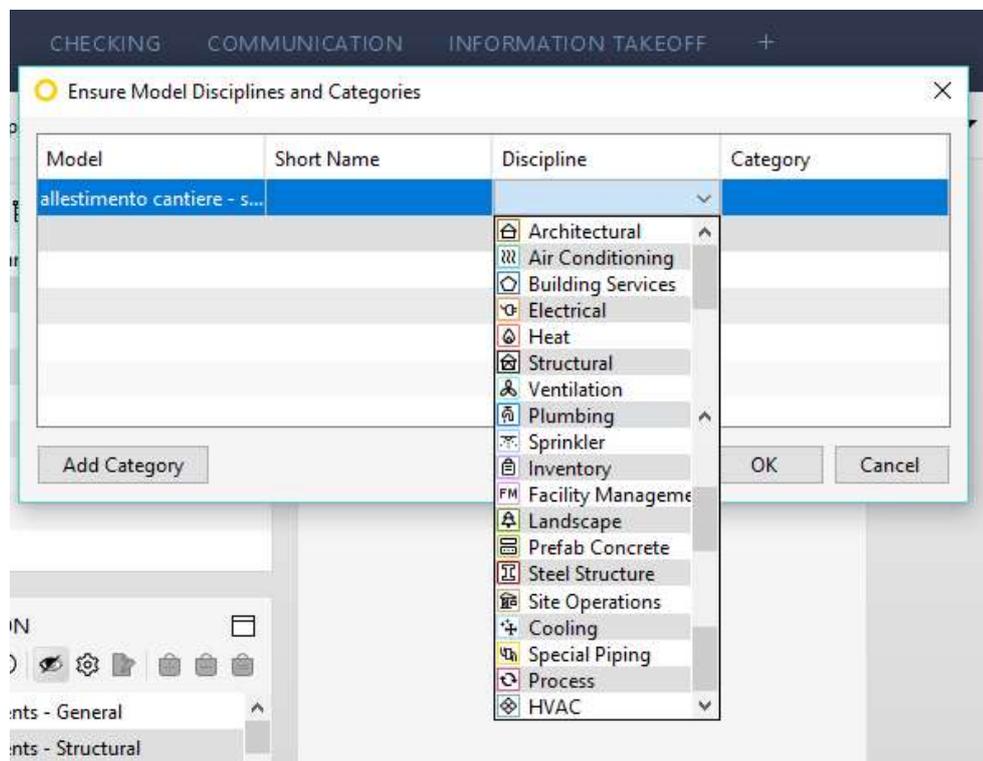


Fig. 4.3 – Elenco delle possibili discipline da assegnare ad un modello.

## 4. Programmi utilizzati

Una volta aperti i modelli in Solibri, essi possono essere esplorati ed analizzati con un ampio set di strumenti di navigazione per capire meglio come i diversi componenti dell'edificio si uniscano tra loro ed individuarne così eventuali problemi di coordinazione anche prima di entrare nel modello di controllo processi. Sono disponibili strumenti Zoom, Pan, Spin e Walk; una modalità di gioco che consente di camminare all'interno dell'edificio utilizzando semplicemente il movimento del mouse; oltre che strumenti di sezione per esplorare l'interno di un modello e la possibilità di aggiungere markup, note, misurare le distanze o importare disegni che possono essere sovrapposti ai modelli per un confronto facile.

All'interno della sezione "Model" troviamo quattro mascherine che l'utente può decidere di spostare modificando l'interfaccia, così come può eliminarle e sostituirle con altre finestre di comando più adatte ai propri scopi.

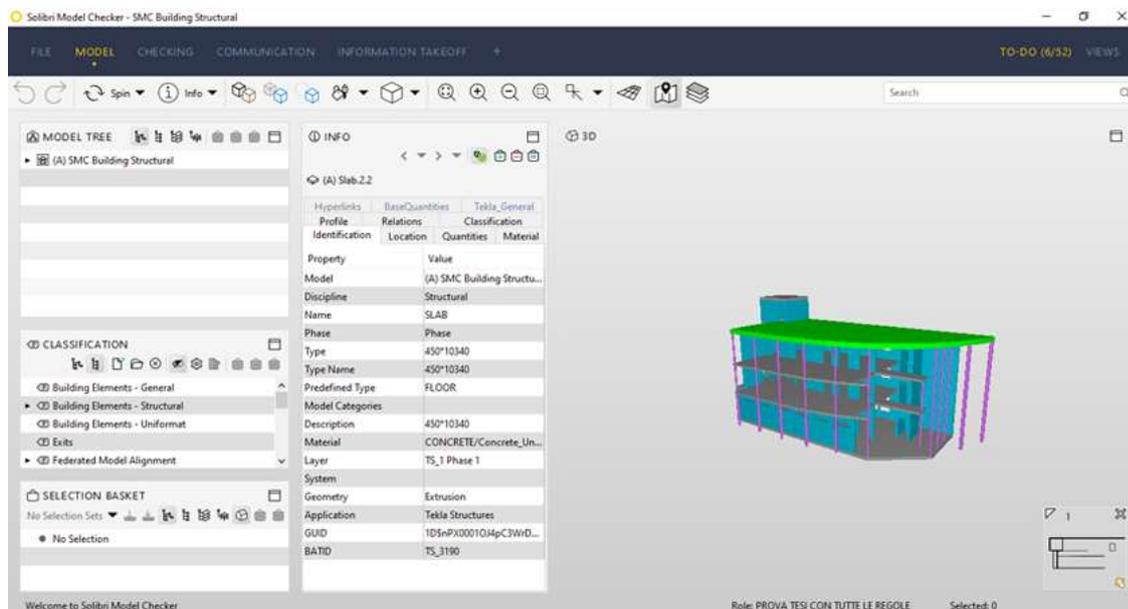


Fig. 4.4 – Model - Interfaccia utente.

### 4.2.1.2.a. Model tree

L'albero del modello, "model tree" può essere visualizzato in tre modi diversi: per contenimento, per tipi di oggetto o per livelli. Facendo doppio clic su qualsiasi elemento o categoria di elementi, la vista viene automaticamente ingrandita alla selezione. La visibilità di interi modelli, livelli o elementi specifici può essere disattivata o impostata su trasparente, rendendo più semplice l'esplorazione delle diverse parti del modello nel contesto con altri elementi. Informazioni dettagliate su un elemento selezionato vengono visualizzate nella palette "Info" e l'elemento selezionato dal modello importato da Revit,

o da qualsiasi altro programma che lavora con oggetti parametrici, mantiene le proprietà e i parametri assegnati nel programma di creazione.

#### 4.2.1.2.b. Classification

Le classificazioni non sono altro che categorie di elementi raggruppati in base a dei parametri esistenti o definiti dall'utente, che permettono di riconoscere uno o più oggetti secondo una logica definita. Le diverse classificazioni vengono caricate nell'apposita mascherina in base al ruolo impostato all'inizio del lavoro (elementi con la stellina gialla in figura 4.2) ma è assolutamente possibile crearne o aggiungerne di nuove non previste dal programma.

Le regole per il controllo del modello leggeranno le classificazioni e applicheranno loro la regola.

#### 4.2.1.2.c. Selection Basket

Nella mascherina del "Selection Basket" si possono decidere di salvare solo alcuni elementi in modo da poterli raggiungere più velocemente. Questo è utile perché, nel momento in cui si avranno parecchi modelli caricati in Solibri, si potrà evitare di cercare ogni volta l'elemento interessato avendolo precedentemente salvato in questa sezione.

#### 4.2.1.2.d. Info

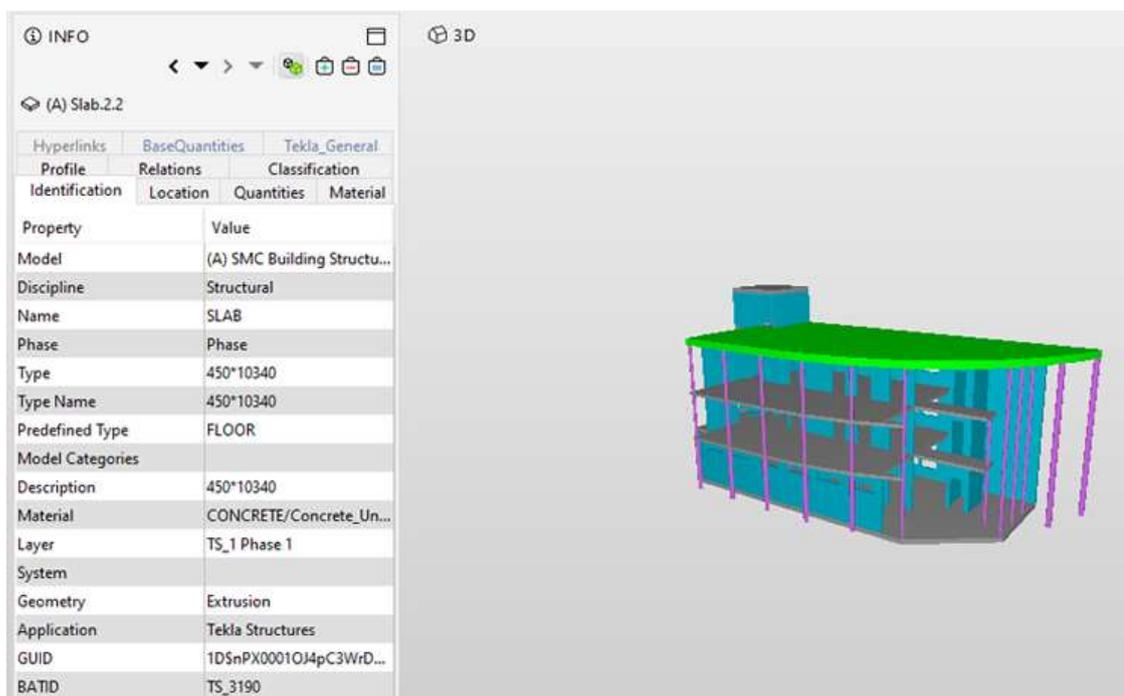


Fig. 4.5 - Mascherina Info.

Nella mascherina delle “Info”, come accennato precedentemente, possiamo trovare tutte le informazioni relative all’elemento selezionato, come il tetto evidenziato in verde nel caso seguente dell’immagine 4.5. Organizzata in schede vengono elencati tutti i parametri riguardanti l’elemento: con che programma è stato creato, la sua posizione all’interno del modello, le dimensioni, il materiale e così via.

#### **4.2.1.3 Checking**

La sezione del Checking è il cuore del programma. Nel momento in cui viene aperta verranno automaticamente importate quelle regole che erano state selezionate, con stellina gialla, al momento della scelta del ruolo (Fig. 4.2), in alternativa è come sempre possibile aggiungerne, toglierne o sostituirle con altre.

##### **4.2.1.3.a. Set di regole per il controllo**

Esiste una funzione chiamata “Set di regole”, questi sono i parametri per il controllo del modello, come ad esempio: la dimensioni minima e massima di componenti come muri, solette, travi e colonne; il rapporto tra l'area della finestra e l'area del pavimento degli spazi; la distanza massima consentita di qualsiasi spazio fino all'uscita più vicina quando si controllano le vie di fuga valide; le sovrapposizioni consentite durante il controllo delle intersezioni tra due tipi di componenti; verificare se ci sono abbastanza posti auto per disabili in un parcheggio; e così via.

È possibile accedere alla funzionalità di controllo dell'applicazione visualizzando appunto la scheda “Checking” dove si caricheranno i "Set di regole" che si vogliono utilizzare per controllare un determinato modello. La struttura del set di regole è gerarchica, il che significa che possono esistere più livelli di set di regole composti da altri set di regole, con il livello finale costituito dalle singole regole alla base della struttura.

Esiste, quindi, un'apposita interfaccia, il “Ruleset manager”, per la gestione delle regole, qui è possibile sfogliare i diversi set di regole, cartella “Ruleset Folder” e le singole regole che li compongono dal pannello “Libraries”, i dettagli sono invece visibili nel pannello “Informazioni”, reperibili all’inizio della sezione “File”.

Il processo di modifica di una regola consente di modificare i parametri di regole specifiche per configurarle in base alle esigenze specifiche del progetto.

Anche nella sezione “Checking” troveremo un’interfaccia simile a quella del Model.

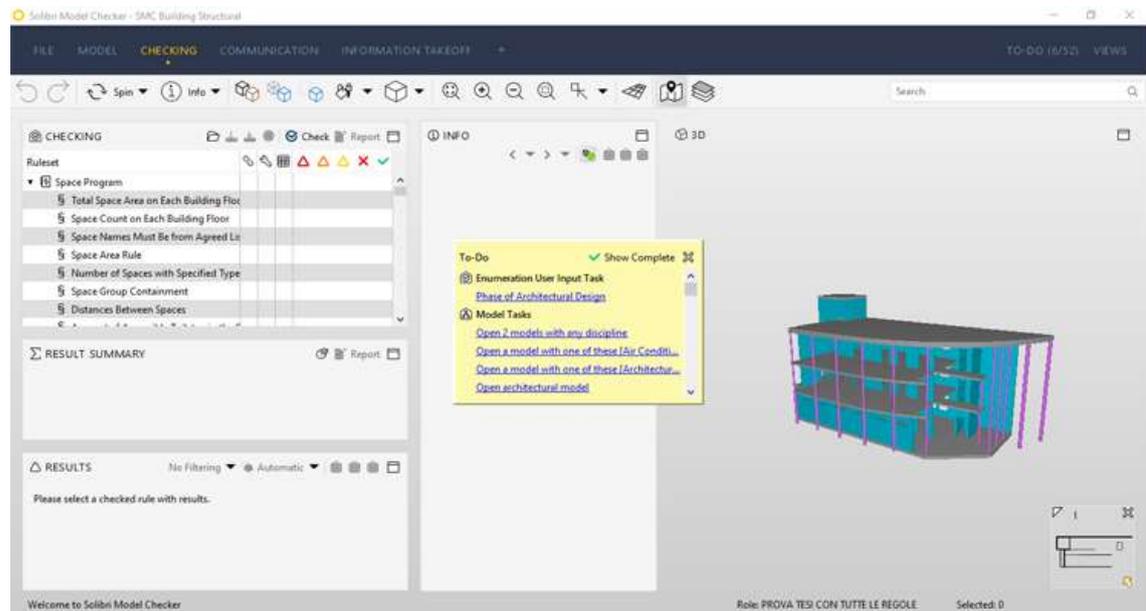


Fig. 4.6 - Interfaccia di Checking.

#### 4.2.1.3.b. To-Do

Si presenta come un post-it giallo che ci segnala dimenticanze, mancanze di valori o incongruenze che potrebbero rendere il controllo incompleto. Prima d’iniziare il controllo del modello è bene, quindi, verificare e correggere le comunicazioni della sezione To-Do, reperibile anche sullo schermo, in alto a destra.

#### 4.2.1.3.c. Checking

Una volta completato il processo di verifica, si può eseguire il drill-down dei risultati per ciascuna regola, per scoprire se ha superato o meno il controllo; all’interno della mascherina verranno, quindi, segnalate le incongruenze del modello rilevate dal software in base a tre livelli di gravità della problematica: alta, media e bassa. Sarà il programma stesso, in base alle regole che abbiamo impostato, a segnalare se una problematica ha superato il controllo e di conseguenza si sceglierà di accettarla, o in caso contrario rifiutarla e apportare le dovute correzioni.

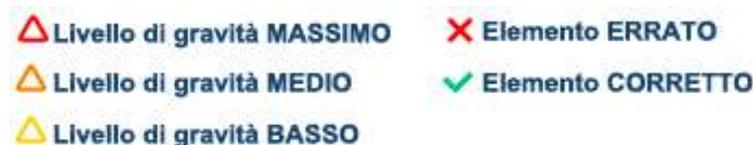


Fig. 4.7 – Livelli di criticità delle problematiche.

Di solito quando si parla di “Controllo del Modello” in Solibri non si possono non tenere presente tre controlli principali: la BIM Validation, il Model Check e il Code Checking.

La prima è un controllo della validazione del modello BIM Architettonico, del modello BIM Strutturale e del modello BIM Impiantistico.

Il Model Check controlla che non ci siano interferenze non solo tra elementi della stessa disciplina ma anche tra elementi che interagiscono con discipline differenti, avremo quindi un controllo tra la parte Strutturale e quella Architettonica, tra la parte Strutturale e quella Impiantistica e tra la parte Architettonica e quella Impiantistica.

La terza fase del controllo del modello è rappresentata dal Code Checking, si tratta di una validazione Normativa, mira cioè a verificare che il modello rispetti quelle regole che la normativa impone nei confronti delle tre discipline: architettonica, strutturale ed impiantistica.

##### **4.2.1.3.d. Result Summary**

Nel momento in cui il controllo del modello è terminato, in questa sezione compare una tabellina riassuntiva delle incongruenze trovate in riferimento ad ogni regola e divise per gravità, troviamo anche la percentuale di quanto queste problematiche incidano sull'intero progetto.

##### **4.2.1.3.e. Results**

Nella sezione dei “Results” sono dettagliate tutte le problematiche divise per categorie e sottocategorie. Cliccando quindi, un singolo elemento da questa posizione, potrò vedere nella mascherina “Info” quale sia la problematica legata al singolo oggetto, che regola è stata applicata e quale sia il modo migliore per correggere l'errore.

Sono disponibili alcune opzioni utili alla comunicazione degli errori ai diversi operatori del progetto, infatti facendo clic con il pulsante destro del mouse su uno qualsiasi dei risultati nella finestra “Risultati”, è possibile contrassegnare una determinata notifica come “accettata” o “rifiutata”, segnalarla e creare un collegamento ipertestuale per una facile visualizzazione; oltre alla possibilità di acquisire più viste grafiche sotto forma di diapositive, che verranno create automaticamente da tutti i risultati del controllo registrati come problemi; se necessario è anche possibile aggiungere marcature e altre annotazioni alle viste. Le diapositive create saranno poi visualizzabili nella sezione “Communication”.

Fondamentale è capire che Solibri nasce proprio per controllare il modello e segnalare gli errori a chi dovrà correggerli, non è un software per la modellazione come possono esserlo Revit, Tekla o ArchiCAD; di conseguenza l'utente, per apportare le dovute correzioni, dovrà aprire il modello IFC su un apposito software, nel nostro caso Revit, e una volta corrette le incongruenze segnalate riaprire il file corretto nel Software Solibri in formato IFC, per un ultimo controllo finale.

Anche da questa finestra è possibile esportare i risultati in un report in formato PDF o Excel.

#### **4.2.1.4 Communication**

Successivamente al controllo del Modello si passa alla sezione detta "Communication". Come spiegato precedentemente SMC non è un software per la modellazione 3D ma un programma che ci permetta da un lato di verificare la qualità e l'integrità del modello BIM caricato all'interno del software, dall'altro di archiviare questi errori attraverso slide per segnalare al tecnico specializzato le correzioni da apportare al progetto.

Questa sezione organizza ed elenca, appunto, le slide create manualmente durante il Checking ed indirizzate al soggetto che dovrà apportare modifiche al progetto o all'organizzazione dello stesso, da qui è inoltre possibile apportare modifiche alle slide già create precedentemente.

La comunicazione tra i vari soggetti che interagiscono nel contesto dell'intervento è favorita quindi, non solo da un sistema di slide-show in 3D, da un motore di ricerca interno estremamente rapido ma anche dalla possibilità di salvare le presentazioni create come Report, in formati PDF o Excel da condividere con altri membri del team, oppure possono essere esportate nel formato BCF aperto (BIM Collaboration Format) supportato da molte applicazioni di authoring e analisi BIM.

Con il BCF Connector di Solibri, quindi, i problemi possono essere sincronizzati con piattaforme di gestione dei problemi come BIMcollab per lo scambio di modelli IFC annotati con commenti, markup, ecc. e in base ai problemi identificati è possibile apportare le correzioni necessarie nelle applicazioni di sviluppo originali dei singoli modelli. Funzionalità simili sono date anche da altre piattaforme di collaborazione come: Aconex, Trimble Connect, BimSync, BimTrack

##### **4.2.1.5 Information Takeoff**

Oltre al model checking, alla collaborazione tra membri del team di progetto e alla gestione dei problemi, SMC offre la possibilità di raccogliere informazioni quantitative dal modello BIM ed esportarle in Excel. Questo è possibile utilizzando l'interfaccia di "Takeoff" delle informazioni, in cui sono visualizzabili tutti i "Take-off" impostati dall'utente, ne è un esempio il "Building Element Quantities": un computo metrico riguardante le quantità e le dimensioni per ogni categoria e tipo di elemento presente nel modello.

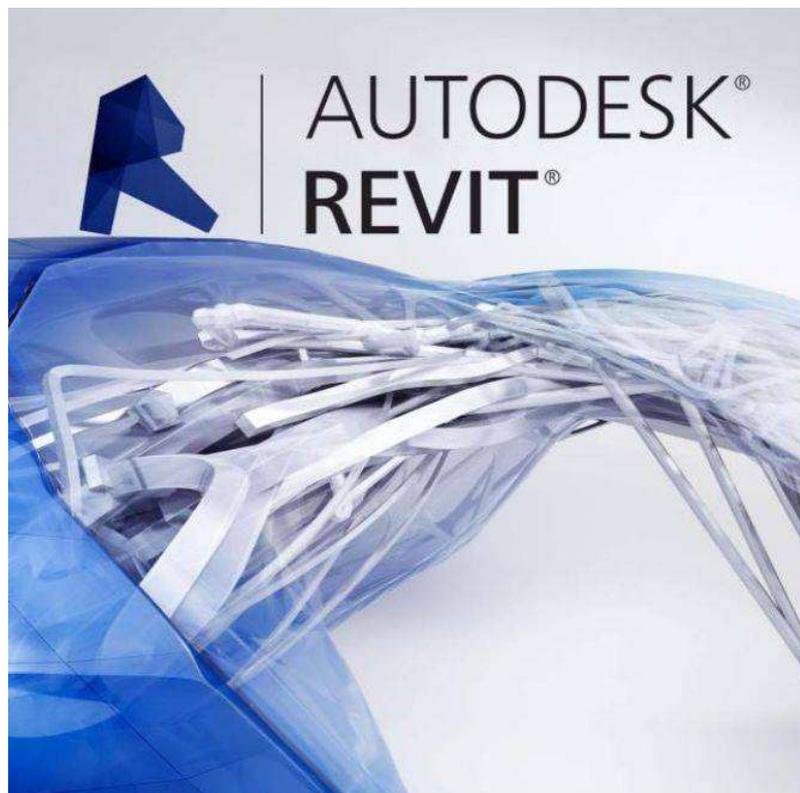
È anche possibile personalizzare la visualizzazione ordinando i risultati in base a una colonna specifica, riorganizzare le colonne, segnalare i risultati per ulteriori analisi o limitare il controllo a specifici elementi selezionati nel "model tree".

### 4.3 REVIT

Inizialmente creato dalla Revit Technologies Inc. Autodesk Revit è un vero e proprio software per BIM, con specifiche funzionalità e competenze che lo rendono altamente funzionale nel rispetto di tutto ciò che serve per progettare, attraverso l'uso di elementi atti non solo alla modellazione ma anche al disegno.

Il software per BIM venne prodotto dall'azienda nel 2000, con lo specifico e funzionale intento di rendere possibili una serie di operazioni e di possibilità che altrimenti non sarebbero state tali all'interno del ruolo di progettista inteso in quanto tale. Autodesk Revit è stato poi acquistato nel 2002 dall'azienda Autodesk, che anche oggi offre continui sviluppi ed opportunità di aggiornamento del software.

L'utilizzo di questo programma permette di sfruttare dei veri e propri strumenti funzionali che consentono l'uso intelligente dei processi atti alle varie fasi della gestione e della costruzione di edifici e di infrastrutture in genere, quindi a partire dalla pianificazione, fino alle varie fasi che precedono la costruzione, come il disegno e la progettazione. Ma non solo: infatti, essendo un software altamente intelligente e propositivo, esso si presenta come qualcosa di più complesso di un semplice programma in quanto supporta la multi-interdisciplinarietà verso la collaborazione e la progettazione da parte di più utenti e di più ruoli.



##### 4.3.1. Storia di Autodesk Revit: quali sono le sue origini e come è giunto fino a noi

Venne ideato per la prima volta in qualità di programma intelligente, con altrettanti strumenti ad esso associati, per la pianificazione e la gestione della costruzione di infrastrutture di qualunque tipo. Il software vide la luce il 5 aprile del 2000, da allora è stata effettuata una continua implementazione di idee, proposte e collaborazioni per rendere questo prodotto per BIM e CAD uno dei più ricercati e richiesti, ma anche sicuri, in assoluto. Anche l'azienda Autodesk, che lo ha acquistato per ben 133 milioni di dollari nel 2002 (quindi solo due anni dopo la sua nascita), ha sempre cercato di ottimizzare e di rendere disponibile a tutti l'uso di questo software per la progettazione ed il disegno.

È proprio negli ultimi anni che il programma è stato oggetto di sempre maggiori e più importanti modifiche e innovazioni che ne hanno reso migliore l'utilizzo: oggi, infatti, Revit può essere facilmente utilizzato anche per quel che riguarda una serie di formati che prima non potevano essere utilizzati, come ad esempio DWG, DXF e DWF. Reso ancora migliore anche dal punto di vista della fluidità di utilizzo, nel 2008 l'azienda ha proposto e reso possibile anche la sostituzione del motore di rendering: dal classico AccuRender, si è passati a Mental Ray, ottenendo in tal modo una più elevata velocità per quel che riguarda il rendering.

##### 4.3.2. Versioni di Autodesk Revit

Dal punto di vista delle caratteristiche e dei ruoli associati, l'azienda di sviluppo ha creato tre versioni che riguardano i diversi ruoli all'interno della progettazione edilizia.

Esiste infatti una versione adatta ad architetti e progettisti dell'edilizia, che in origine aveva il nome di Revit Building e che oggi, invece, si chiama appositamente Revit Architecture; la seconda versione, Revit Structure, è quella che fa riferimento all'uso da parte degli ingegneri strutturali; la terza versione è quella che viene per lo più utilizzata da parte di ingegneri meccanici, ma anche elettrici e termo tecnici e che ad oggi si chiama Revit MEP, mentre in origine si chiama Revit Systems. Più nello specifico:

- **Revit Architecture** è la versione per architetti e progettisti dell'edilizia: essa consente l'utilizzo del prodotto per rendere originale e fattibile un'idea, a partire dal progetto concettuale fino alla documentazione della costruzione, il tutto all'interno di un solo software, ottimizzando, tra l'altro, le prestazioni stesse dell'edificio.
- **Revit Structure** è la versione utilizzata dagli ingegneri strutturali, i quali possono avere a propria disposizione elementi per la progettazione strutturale e l'uso di

modelli che consentano anche il confronto con le altre componenti dell'edificio. Questa versione permette, inoltre, di valutare la conformità dell'edificio dal punto di vista strutturale e della sicurezza in merito alle normative esistenti.

- **Revit MEP** è la versione che permette di analizzare e progettare gli elementi più specifici di un edificio, è pertanto un metodo adatto a specifici ruoli, come ingegneri meccanici, elettrici o impiantisti, i quali possono fare riferimento e trarre vantaggio da una più elevata precisione anche per l'uso delle informazioni possibili.

Il software, quindi, è adatto all'uso da parte di tutti coloro che possono prendere parte ad un progetto edilizio: non solo architetti ma anche ingegneri ed altri professionisti del settore, infatti, le varie versioni cui abbiamo accennato sono specifiche per la corretta formazione degli attori coinvolti nelle operazioni di pianificazione.

#### 4.3.3 Conoscenze e competenze richieste per Autodesk Revit

Per utilizzare al meglio questo prodotto, è bene essere ciò che viene definito un "terreno fertile" ovvero una persona che ha già delle proprie specifiche competenze nella progettazione e nel disegno.

Saper utilizzare questo programma è molto importante perché rappresenta una "marcia in più" nel settore delle costruzioni: la multidisciplinarietà, e pertanto anche la collaborazione, sono l'aspetto specifico di Revit che include al suo interno tutti gli strumenti e le funzionalità da coinvolgere in un progetto edilizio. L'utilizzo del software è importante anche per evitare errori di progettazione e per ridurre il rischio che i diversi attori coinvolti nel progetto possano non "capirsi" e di conseguenza creare rallentamenti nella progettazione. In questo caso, se il software è ben utilizzato da tutti i progettisti, il rischio che potrebbe derivare da un'errata o imprecisa conversione dei dati viene del tutto ridotto se non annullato.

#### 4.3.4 Condivisione del lavoro

La condivisione del lavoro è un metodo di lavoro che consente a più membri di un team di interagire sullo stesso file modello contemporaneamente, anche da località fisiche differenti. La condivisione può avvenire attraverso varie metodologie:

- condivisione del lavoro basata su **server**: metodo di condivisione del lavoro in cui il modello centrale viene memorizzato in un Revit Server, che comunica con i membri del team su una rete WAN direttamente o tramite un Revit Server Accelerator (server locale in grado di aggregare i dati provenienti da più di Revit Server ottimizzando le prestazioni);
- condivisione del lavoro basata su **file**: metodo di condivisione del lavoro in cui il modello centrale viene memorizzato in un file in una posizione di rete;
- condivisione del lavoro nel **cloud**: metodo di condivisione del lavoro in cui il modello centrale viene memorizzato nel cloud. I membri del team utilizzano Revit Cloud Worksharing per apportare e salvare modifiche al modello nello stesso momento.

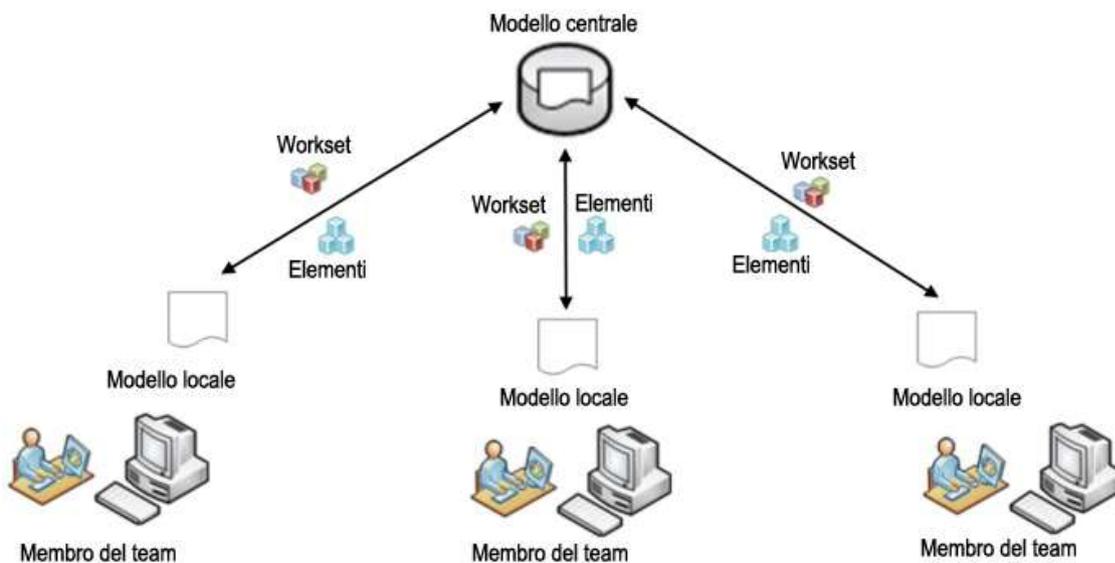


Fig. 4.8 - Condivisione del lavoro tra membri del team.

Revit consente di suddividere i progetti in workset per soddisfare le esigenze di lavoro. È possibile attivare la condivisione del lavoro per creare un modello centrale in modo che i membri del team possano modificarne contemporaneamente una copia locale.

Spieghiamo brevemente la terminologia in figura:

**Modello centrale:** è il modello operativo principale per un progetto condiviso, esso memorizza le informazioni di proprietà relative a tutti gli elementi del progetto oltre ad agire come punto di distribuzione di tutte le modifiche pubblicate nel file. Ciascun utente deve salvare una copia del modello centrale localmente, lavorare sul file da questa posizione, quindi eseguire una sincronizzazione con il modello centrale per rendere le proprie modifiche accessibili agli altri membri del team.

**Modello locale:** è una copia del modello di progetto memorizzata nel computer del membro del team. Quando si opera la condivisione del lavoro per distribuire le operazioni relative al progetto ai membri del team, ciascun membro utilizza un modello locale per lavorare sul proprio workset o area funzionale, salvando poi periodicamente le proprie modifiche nel modello centrale, in modo da condividerle con gli altri e consentire loro di aggiornare i rispettivi modelli con le informazioni più recenti.

**Workset:** Raccolta di elementi di un progetto condiviso. In ambito architettonico i workset in genere definiscono aree funzionali distinte, ad esempio gli interni, gli esterni, il cantiere o le aree di parcheggio; in ambito di progettazione dei sistemi di edificio, i workset possono definire aree funzionali, ad esempio elementi relativi a riscaldamento, ventilazione e aria condizionata o ad apparecchi elettrici, idraulici e di tubazioni. Quando si attiva la condivisione del lavoro è possibile dividere un progetto in più workset e assegnare a ciascuno di essi diversi membri del team. Una distinzione importante è quella tra l'operazione che rende un workset "modificabile" o "in prestito"; nel primo caso ciascun workset è modificabile in modo esclusivo da un solo utente alla volta, mentre con l'operazione di "prestito" da un workset è possibile prendere in prestito un elemento di proprietà di un altro utente.

#### 4.3.5 Formati IFC

Revit, proprio per la funzione per cui è stato creato, non può non supportare l'importazione e l'esportazione di formati IFC, completamente certificati in base agli standard di scambio dati buildingSMART® IFC. Quando si esporta un modello d'informazioni di Revit in formato IFC, le informazioni possono essere utilizzate direttamente da altri specialisti edili, come ingegneri di servizi strutturali e di costruzione. Ad esempio, i modelli d'informazioni sugli edifici, sviluppati con Revit, vengono salvati nel formato file RVT. È possibile esportare tale modello di edificio, utilizzando il formato IFC, in un'applicazione certificata IFC che non utilizza il formato file RVT. Il disegno,

quindi, può essere aperto e lavorato nell'applicazione non nativa. Analogamente, in Revit è possibile importare un file IFC, creare un file RVT e lavorare sul modello di edificio in Revit.

### 4.3.6 FUNZIONALITA' DEL SOFTWARE

#### 4.3.6.1 A cosa serve Autodesk Revit

Autodesk Revit è un software che, in un'unica e specifica piattaforma BIM multidisciplinare, rende possibile l'attuazione e l'ideazione, di tutte le fasi che principalmente precedono, ma anche accompagnano e seguono tutto il percorso di costruzione e la conseguente gestione di un edificio.

La caratteristica principale, che rende questo software così tanto vicino alle esigenze del cliente, è data dal fatto che si tratta di un programma attraverso il quale è assolutamente possibile avere un pieno e fedele esempio della realtà attraverso elementi tridimensionali, assonometrici e prospettici, senza margine di errore.

Tra le caratteristiche e le funzionalità di Revit, vi sono, pertanto:

- la percezione quanto più possibile fedele della realtà;
- la possibilità di ottenere dei disegni tridimensionali quanto più possibile vicini a questa stessa realtà grazie all'uso del software, raggiungendo ed ottenendo così dei risultati che sarebbe impossibile ottenere con il solo disegno manuale;
- la presenza di una quarta dimensione che, a differenza di altri software specifici, esiste all'interno del prodotto e permette di gestire ed impostare le fasi temporali attraverso la suddivisione dello "Stato di Fatto" dallo "Stato di Progetto" o altre fasi intermedie create dall'utente, come ad esempio le Varianti.

#### 4.3.6.2 Modellazione parametrica

Il termine "modellazione parametrica" fa riferimento alle relazioni esistenti tra tutti gli elementi di un progetto, che consentono di eseguire operazioni di coordinamento e gestione delle modifiche in Revit; le relazioni possono essere create automaticamente dal software o direttamente dall'utente nel corso delle operazioni. I numeri o le caratteristiche che definiscono questo tipo di relazioni vengono definiti parametri. Grazie a tale coordinamento, le modifiche eseguite in un punto vengono estese all'intero progetto di Revit. Ad esempio: una porta corrisponde ad una quota fissa rispetto ad un muro di

partizione adiacente; se si sposta il muro, la porta mantiene la stessa relazione con il muro. Oppure: il bordo di un pavimento o di un tetto è collegato al muro esterno in modo tale che, spostando il muro, il pavimento o il tetto rimangono connessi. In questo caso il parametro è di associazione o di connessione. E ancora: l'armatura viene disposta con spaziatura regolare in un elemento, se si modifica la lunghezza dell'elemento i rapporti di spaziatura vengono mantenuti. In questo caso il parametro non è un numero, bensì una caratteristica proporzionale.

Un'altra caratteristica fondamentale di Revit è la possibilità di coordinare le modifiche e di garantire automaticamente coerenza in ogni fase del progetto, senza l'intervento dell'utente, infatti, quando si modifica un elemento qualsiasi, Revit utilizza due principi chiave che lo rendono particolarmente efficace e facile da utilizzare: il primo consiste nell'acquisizione di relazioni durante la progettazione; il secondo è la capacità di implementare globalmente le modifiche apportate all'edificio. Il risultato è un software che segue le comuni procedure lavorative e non richiede l'immissione di dati non rilevanti per il progetto.

#### 4.3.6.3 Gli elementi in Revit – Le famiglie

Nei progetti di Revit vengono utilizzati tre tipi di elementi (denominati anche famiglie): elementi del modello, elementi di riferimento ed elementi specifici della vista. La famiglia contiene la definizione geometrica dell'elemento ed i parametri utilizzati dall'elemento stesso. Ogni istanza di un elemento viene definita e controllata dalla famiglia.

**Elementi del modello:** rappresentano l'effettiva geometria 3D di un edificio e vengono visualizzati nelle viste pertinenti del modello, ne sono degli esempi: muri, finestre, porte, tetti, rampe inclinate strutturali, lavabi, caldaie, condotti, estintori e quadri elettrici.

Esistono due tipi di elementi del modello:

- **Elementi host:** quelli che, di solito, vengono costruiti in cantiere e hanno funzione di ospitare altri elementi. Ad esempio, l'elemento “muro” può essere l'elemento “host” di un elemento “finestra”;
- **Componenti del modello:** tutti gli altri tipi di elementi presenti nel modello dell'edificio, essi per essere utilizzati hanno necessariamente bisogno di un elemento

“host” di supporto; ne è un esempio l’elemento “finestra”, appena nominato, da inserirsi in un elemento “muro”.

**Elementi di riferimento:** contribuiscono a definire il contesto del progetto, ne sono degli esempi: griglie, livelli e piani di riferimento.

**Elementi specifici delle viste:** vengono visualizzati solo nelle viste in cui sono posizionati e contribuiscono a descrivere e documentare il modello, ne sono degli esempi le quote. Esistono due tipi di elementi specifici delle viste:

- **Dettagli:** elementi 2D che forniscono dettagli sul modello dell'edificio in una vista particolare. Ad esempio: le linee di dettaglio e le campiture.
- **Elementi di annotazione:** componenti 2D che documentano il modello. Ad esempio: quote, note chiave, etichette e simboli.
- **Quote:** Le quote indicano le misurazioni di un progetto. Sono disponibili due tipi di quote:
  - **Quote temporanee:** indicano le misurazioni visualizzate nel disegno durante il posizionamento e la selezione di un elemento o il disegno di linee, ma scompaiono quando si completa l'operazione o si deselecta l'elemento.
  - **Quote permanenti:** indicano le misurazioni aggiunte ai disegni per documentare il progetto. Sono specifiche della vista e vengono stampate nelle tavole.
- **Note:** Per documentare un progetto è possibile aggiungere note, esse sono di due tipi:
  - **Note di testo:** sono testi aggiunti ai disegni, con o senza linee direttrici, per corredarli di descrizioni o commenti.
  - **Note chiave:** standard o personalizzate, sono etichette da assegnare ad ogni elemento del modello usando una famiglia di etichette di note chiave il cui valore è ricavato da un file di testo separato, contenente un elenco di note chiave; inoltre esse sono collegate ad una tabella di note chiave d’origine; se questa tabella viene modificata, le modifiche vengono riflesse anche nelle note chiave del progetto.

I dati di default relativi, forniti da Revit, si basano sul sistema CSI MasterFormat del Construction Specification Institute del 1995, in base al quale il processo di costruzione e i relativi materiali sono suddivisi in 16 sezioni. Questo sistema è ampiamente utilizzato negli Stati Uniti. Una versione più recente di questo sistema, basata su 50 sezioni, è stata introdotta nel 2004. Revit supporta entrambe le versioni del sistema CSI. Questo sistema è particolarmente efficace quando, agli oggetti utilizzati nel corso di un progetto, sono già assegnati i rispettivi valori

di nota chiave. Se tali valori non sono stati forniti, è possibile assegnarne uno quando si posiziona l'etichetta della nota chiave.

- **Etichette:** lo strumento Etichetta consente di applicare etichette agli elementi selezionati; le etichette sono annotazioni che consentono di identificare gli elementi di un disegno. Le proprietà associate ad un'etichetta possono essere visualizzate negli abachi, di cui parleremo successivamente.
- **Simboli:** sono rappresentazioni grafiche di elementi di annotazioni o altri oggetti. Ne sono un esempio il simbolo di: estintore, uscita di sicurezza, ecc..

Gli elementi di Revit sono stati concepiti per essere creati e modificati direttamente dall'utente senza che ciò richieda alcuna attività di programmazione, pertanto in Revit chi si occupa del disegno può definire nuovi elementi parametrici oppure usare quelli già presenti nel programma e cambiare i parametri a suo piacimento.

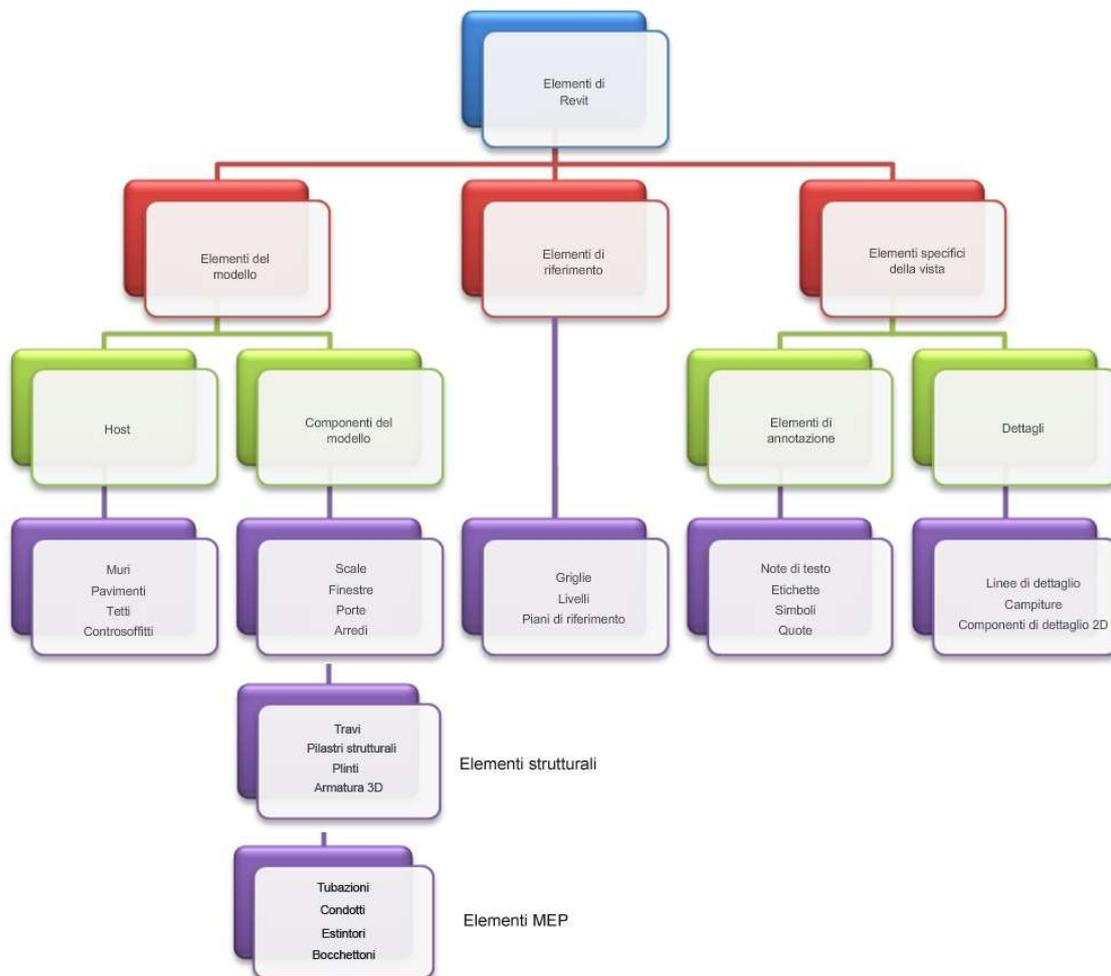


Fig. 4.9 - Gli elementi in Revit.

##### 4.3.6.4 Le proprietà degli elementi

Ogni elemento inserito in un disegno rappresenta un'istanza di tipo di famiglia. Gli elementi presentano due gruppi di proprietà che ne controllano l'aspetto e il comportamento: le proprietà del tipo e le proprietà d'istanza.

- **Proprietà del tipo:** uno stesso gruppo di proprietà è comune a tutti gli elementi di una famiglia e ciascuna proprietà presenta lo stesso valore per tutte le istanze di un tipo di famiglia specifico. Ad esempio, tutti gli elementi che appartengono alla famiglia “Scrivania” presentano la proprietà “Larghezza”, ma il valore di tale proprietà varia in base al tipo di famiglia. Pertanto, ciascuna istanza del tipo di famiglia 1525 x 762 mm all'interno della famiglia “Scrivania” ha un valore di larghezza pari a 1525 mm, mentre ciascuna istanza del tipo di famiglia 1830 x 915 mm ha un valore di “Larghezza” pari a 1830 mm; se si modifica il valore di una proprietà del tipo, vengono modificate tutte le istanze correnti e future di quel tipo di famiglia.
- **Proprietà d'istanza:** un gruppo comune di proprietà d'istanza si applica a tutti gli elementi appartenenti ad un tipo di famiglia specifico, tuttavia i valori di queste proprietà possono variare in base alla posizione di un elemento in un edificio o in un progetto. Ad esempio, le quote di una finestra costituiscono le proprietà del tipo, mentre la quota altimetrica rispetto al livello è una proprietà d'istanza. Allo stesso modo, le quote della sezione trasversale di una trave sono proprietà del tipo, mentre la lunghezza della trave è una proprietà d'istanza.

Se si modifica il valore di una proprietà d'istanza, vengono modificati solo gli elementi selezionati. Se invece si seleziona uno strumento per il posizionamento di travi e si modifica uno dei relativi valori delle proprietà d'istanza, il nuovo valore viene applicato a tutte le travi posizionate con tale strumento.

##### 4.3.6.5 Abachi

È possibile visualizzare elenchi di elementi di qualsiasi tipo in un progetto, chiameremo questo tipo di visualizzazione “Abaco”. Un abaco rappresenta un tipo di visualizzazione alternativa del modello; è possibile creare abachi, computi delle quantità e dei materiali per analizzare i componenti e i materiali utilizzati in un progetto.

Un abaco è una raccolta d'informazioni estratte dalle proprietà degli elementi di un progetto e visualizzate in una tabella, all'interno di esso, oltre che inserire immagini, è possibile elencare tutte le istanze del tipo di elemento che si intende inserire nell'abaco

oppure comprimere più istanze in un'unica riga in base ai criteri di raggruppamento scelti dall'utente.

Quando al progetto si apportano modifiche che hanno effetto sull'abaco, quest'ultimo viene aggiornato automaticamente in modo da riflettere tali cambiamenti. È possibile creare un abaco in qualsiasi momento del processo di progettazione, associandolo anche ad una specifica fase del progetto, in modo da tenere traccia dell'evoluzione del progetto nel corso del tempo, aggiungerlo ad una tavola di disegno o esportarlo in un altro programma, come ad esempio un foglio elettronico o in formato CAD.

Elenchiamo i principali tipi di Abachi:

- **Abachi chiave:** è possibile definire e utilizzare chiavi per automatizzare l'aggiunta d'informazioni omogenee sugli abachi, essi possono includere vari elementi che presentano le stesse caratteristiche. Ad esempio, un abaco di locali potrebbe presentare 100 locali con pavimento, controsoffitto e finiture di base identici. Aniché immettere tutte queste informazioni manualmente per tutti i locali nell'abaco, è possibile definire delle chiavi che inseriscono automaticamente le informazioni. Se un locale include una chiave definita, quando viene aggiunto all'abaco, i campi vengono aggiornati automaticamente, riducendo il tempo necessario per la creazione dell'abaco. Le chiavi vengono definite con gli abachi chiave. Questi ultimi sono molto simili agli abachi di componenti, con la sola eccezione che vengono definiti secondo le specifiche inserite dall'utente. Quando si crea una chiave, viene elencata come proprietà d'istanza per l'elemento. Applicando un valore alla chiave, gli attributi della chiave vengono applicati all'elemento.
- **Computi dei materiali:** è possibile visualizzare maggiori dettagli relativi all'assieme di un componente mediante elenchi di sottocomponenti o di materiali. I computi dei materiali elencano i sottocomponenti o i materiali di qualsiasi famiglia di Revit, includono tutte le funzionalità e le caratteristiche di altre viste di abaco, ma presentano più dettagli dell'assieme di un componente. È possibile elencare in un abaco qualsiasi materiale facente parte di un componente di Revit.
- **Abachi di annotazioni:** è possibile visualizzare un elenco di abachi di annotazioni disponibili, detti anche blocchi annotazioni, che consentono ad esempio di aggiungere una descrizione delle caratteristiche di un elemento. Gli abachi di annotazioni elencano tutte le istanze di annotazioni che è possibile aggiungere utilizzando lo strumento Simbolo. Questi sono utili per elencare le note applicate agli



### **5.1 DESCRIZIONE PROGETTO**

Decidiamo di prendere come esempio un progetto di edificio con destinazione d'uso mista residenziale e commerciale fornito dallo Studio dell'Architetto Andrea Guastalla di Mantova, presso il quale ho svolto un periodo di tirocinio.

Il progetto originale prevedeva un intervento di ristrutturazione del fabbricato sito in Levata di Curtatone (MN) e contemporaneo recupero ad uso residenziale del sottotetto secondo quanto previsto dalla legge regionale 11 marzo 2005, N. 12 “Legge per il governo del territorio” (BURL n. 11, 1° suppl. ord. del 16 Marzo 2005) Art. 64 Disciplina degli interventi.

Ai fini dell'elaborazione della tesi, incentrata sulle Normative di Sicurezza in cantiere, consideriamo il lotto libero e prevediamo una costruzione da nuovo in modo da prendere in considerazione una più vasta gamma di macchine, attrezzi e rischi geometrici nelle costruzioni da nuovo, escludendo la demolizione.

L'edificio sarà collocato in zona residenziale a Levata di Curtatone (MN) in Via Levata al civico n°46. L'intento del progetto è quello di ricostruire l'edificio, riqualificandone la struttura esistente per destinarne una parte ad esercizio pubblico (bar/negozio) e una parte ad uso privato, tramite la realizzazione di unità abitative (appartamenti mono-bi locali) che si svilupperanno su 2 piani; tale progetto si propone inoltre di realizzare un'interazione tra fabbricato e contesto ambientale, in modo che possano dialogare tra loro in modo armonico valorizzando la piazza esistente, la quale non avrà la sola funzione di spazio comunale, bensì sarà un luogo a connotazione sociale e di interazione pubblica.



Fig. 5.1 – Fotoinserimento ambientale (stato di progetto).



### 5.1.2 Vincoli paesaggistici e vincoli diretti



Fig. 5.3 – Sistema insediativo.

Di seguito viene riportato l'Articolo 56 al quale fa riferimento Legenda del Sistema Insediativo;

**Art. 56.** Tessuto urbano consolidato prevalentemente residenziale a bassa densità (ZTR3) Appartengono al tessuto urbano consolidato prevalentemente residenziale a bassa densità le aree dei centri abitati o nuclei sparsi, prive di valori ambientali e storici o di elementi architettonici tipicizzanti, con bassa densità edilizia.

### 5.1.3 Stato di Progetto

#### 5.1.3.1 Descrizione dell'intervento:

Il Progetto prevede la costruzione ex novo di un edificio a tre piani con destinazione d'uso commerciale a abitativa:

- Piano Terra
- Piano Primo
- Piano Secondo

### 5.1.3.1.a. Piano Terra

Al Piano Terra è prevista la realizzazione di:

1. Ingresso con Guardaroba
2. Area Confort con Servizi Igienico Sanitari e fasciatoio
3. Uno Spazio dedicato alla Zona ristoro con Servizi Igienico Sanitari annessi
4. Un Bar con Cucina annessa (e Servizi Igienico ad uso esclusivo della cucina)

L'accesso a questi spazi, che prevedono un tipo di utenza pubblica, è garantito dall'ingresso posto sul lato del parcheggio pubblico su Via del Pisaniello (fronte del fabbricato), inoltre risulta essere in armonia con la normativa vigente.

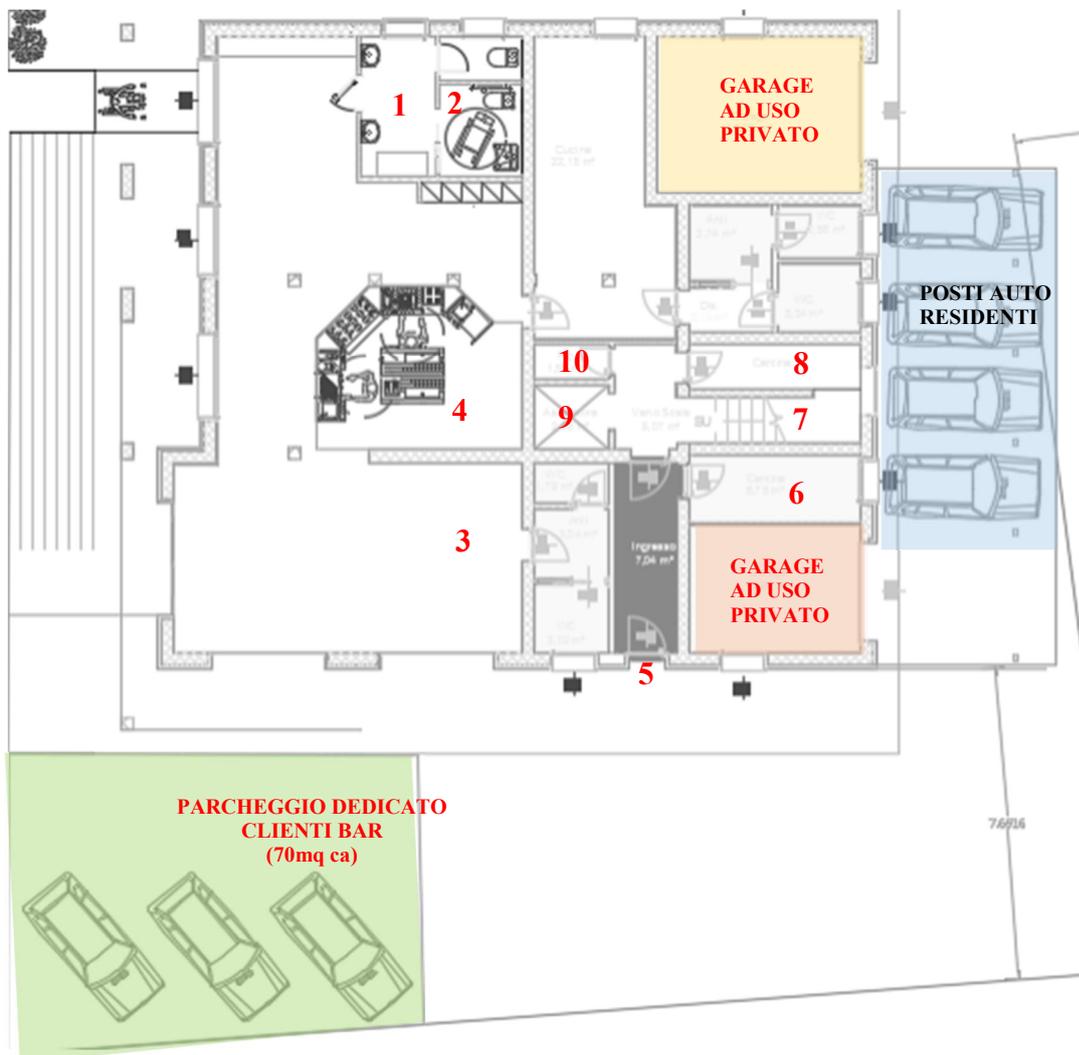


Fig. 5.4 – Piano Terra – Stato di Progetto.

È prevista inoltre la realizzazione sul medesimo fronte, di un parcheggio di circa 70mq con posti auto dedicati ai clienti del Bar. Dal lato EST del fabbricato è possibile accedere ad una zona privata, grazie all'Ingresso posto su Via Levata; quest'ultimo permette di accedere:

5. Ingresso
6. Cantina ad uso privato alla sua sinistra
7. Vano scale alla sua destra
8. Cantina ad uso privato alla sua destra
9. Ascensore alla sua sinistra
10. Ripostiglio alla sua sinistra

Da Via P. Picasso (retro dell'abitazione) è possibile accedere ai 2 garage coperti ad uso privato, posti rispettivamente sull'angolo dx e sx del fabbricato, e ai posti auto coperti da pensilina, posti centralmente a quest'ultimo.

<b>SLP STATO DI PROGETTO PIANO TERRA (TOT m<sup>2</sup> 185,34)</b>	
Area bar	69,22 m <sup>2</sup>
Sala	47,08 m <sup>2</sup>
Cucina	26,73 m <sup>2</sup>
Bagno (ingresso)	16,24 m <sup>2</sup>
Bagno (cucina)/disimpegno	15,45 m <sup>2</sup>
Bagno (sala 1)	10,62 m <sup>2</sup>
	<b>TOT m<sup>2</sup> 185,34</b>
<b>PARCHEGGI</b>	
Area parcheggio coperta residenti (6 posti)	101,12 m <sup>2</sup>
Area parch. Scoperta residenti	15,55 m <sup>2</sup>
	<b>TOT m<sup>2</sup> 116,67</b>
<b>SLP NON CONTEGGIATA</b>	
Ingresso	9,10 m <sup>2</sup>
Cantina (1)	6,21 m <sup>2</sup>
Ripostiglio e vano ascensore	5,76 m <sup>2</sup>
Vano scala	11,09 m <sup>2</sup>
Cantina (2)	8,19 m <sup>2</sup>
Garage (1)	23,83 m <sup>2</sup>
Garage (2)	16,16 m <sup>2</sup>
	<b>TOT m<sup>2</sup> 80,34</b>
<b>POSTI AUTO COMMERCIALE (AREA BAR)</b>	
Area parcheggio bar	69,64 m <sup>2</sup>
Superficie di vendita	95,76 m <sup>2</sup>
	<b>TOT m<sup>2</sup> 165,40</b>

5.1.3.1.b. **Piano Primo**

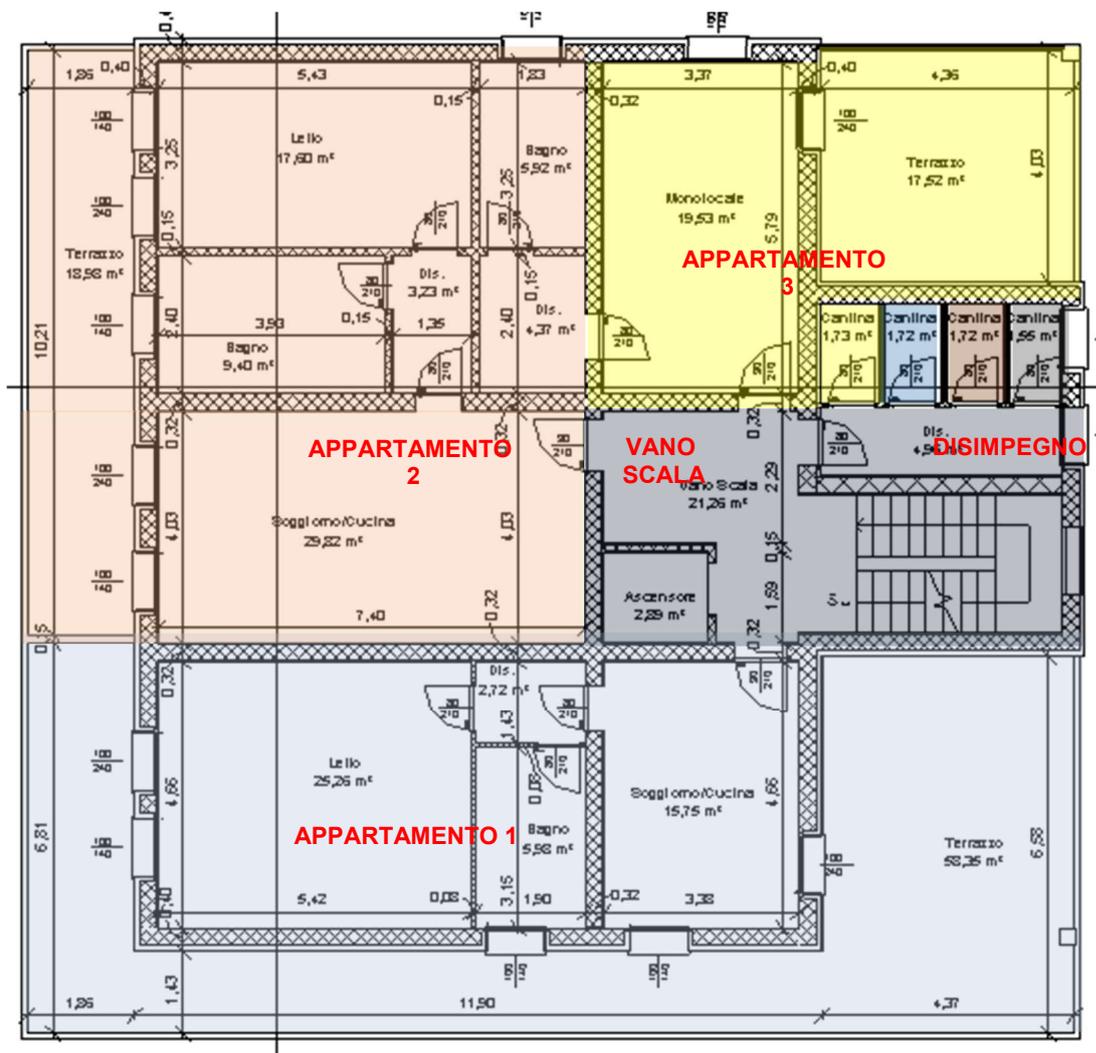


Fig. 5.5 – Piano Primo – Stato di Progetto.

Al Primo Piano si accede grazie al vano scala/ascensore che collegano Piano Terra al Primo Piano; la distribuzione degli spazi è la seguente:

1. Disimpegno a destra del vano scala con accesso diretto alle cantinette di pertinenza agli appartamenti 3-4-5-6.
2. Appartamento n°3 (lato destro del Vano Scala) - Monolocale: l'ingresso è direttamente collegato alla zona pranzo/cucina che, grazie a una porta finestra, permette di accedere al terrazzo di 17,52 mq; a sinistra dell'ingresso è presente un piccolo disimpegno che permette di accedere ai servizi igienici.
3. Appartamento n° 2 (fronte Vano scala) - Bilocale: dall'ingresso si accede direttamente alla zona giorno pranzo/cucina, mentre a sinistra dello stesso grazie ad un piccolo disimpegno si accede ai servizi igienici posti sul lato sinistro e alla

zona notte a fronte dello stesso; sia la camera da letto che il soggiorno sono dotati di una porta finestra dalla quale si accede al terrazzo di 18,98 mq.

4. Appartamento n° 1 (lato sinistro del Vano scala) - Bilocale: dall'ingresso si accede direttamente alla zona giorno pranzo/cucina, mentre a destra grazie a un piccolo disimpegno si accede alla zona notte con ingresso a fronte dello stesso e ai servizi igienici con ingresso posto alla sua sinistra; dalla zona giorno e dalla zona notte è possibile accedere all'ampio terrazzo di 58,35 mq.

<b>SLP STATO DI PROGETTO PRIMO PIANO (TOT m<sup>2</sup> 175,04)</b>	
APPARTAMENTO 1	39,08 m <sup>2</sup>
APPARTAMENTO 2	73,24 m <sup>2</sup>
APPARTAMENTO 3	62,72 m <sup>2</sup>
	<b>TOT m<sup>2</sup> 175,0</b>
<b>SLP NON CONTEGGIATA</b>	
Cantine - disimpegno e vano scala	31,37 m <sup>2</sup>
Vano ascensore	13,60 m <sup>2</sup>
	<b>TOT 44,97 m<sup>2</sup></b>
<b>BALCONI E TERRAZZE</b>	
Terrazza appartamento n° 1	(21,44 m <sup>2</sup> )
Terrazza e balconi appartamento n° 3	(68,37 m <sup>2</sup> )
Balcone appartamento n° 2	(22,76 m <sup>2</sup> )
	<b>TOT 112,57 m<sup>2</sup></b>

5.1.3.1.c. Piano Secondo

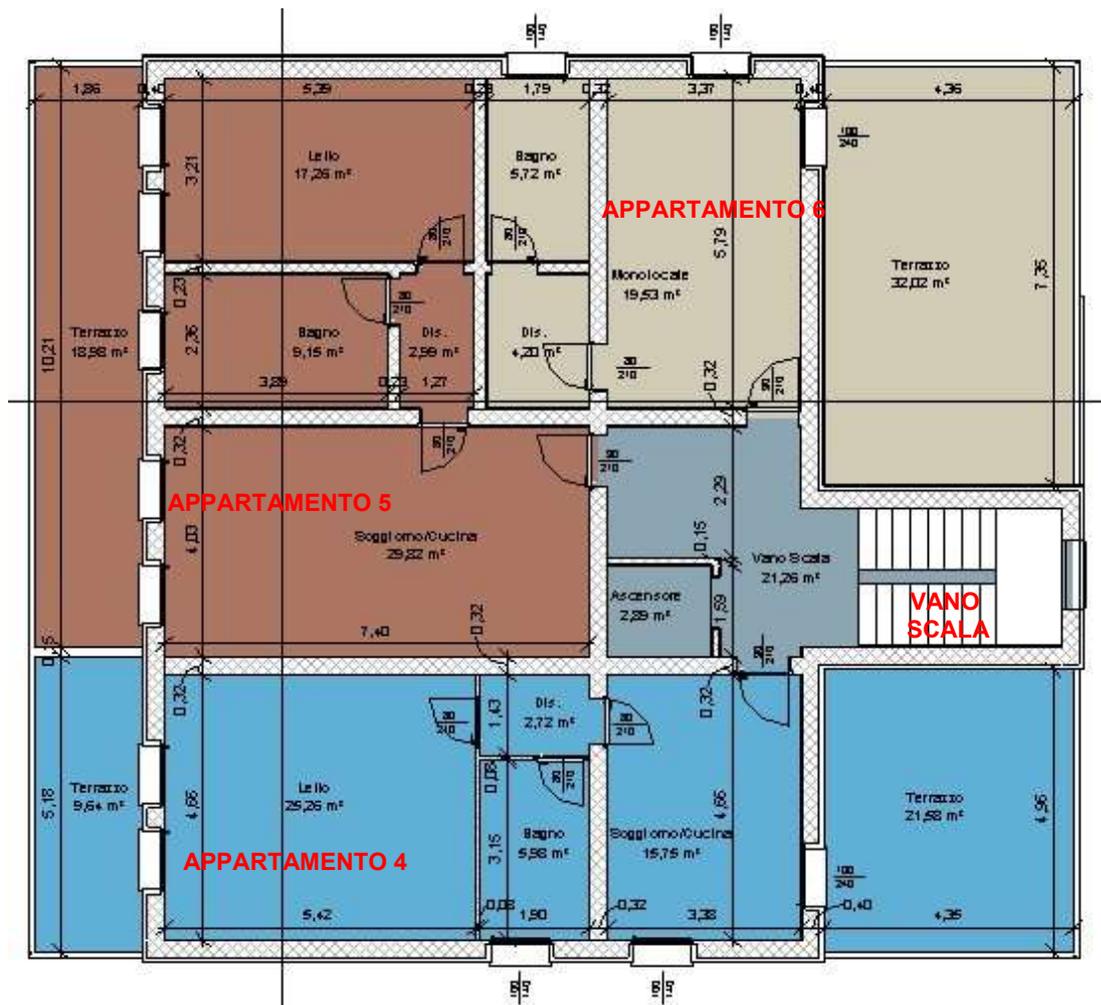


Fig. 5.6 – Piano Secondo – Stato di Progetto.

Al Secondo Piano si accede grazie al vano scala/ascensore che collegano Piano Primo al Piano Secondo; la distribuzione degli spazi è la seguente:

1. Appartamento n°6 (lato destro del Vano Scala) - Monolocale: l'ingresso è direttamente collegato alla zona pranzo/cucina che, grazie a una porta finestra permette di accedere all'ampio terrazzo di 32,02 mq; a sinistra dell'ingresso è presente un piccolo disimpegno con permette di accedere ai servizi igienici.
2. Appartamento n° 5 (fronte Vano scala) – Bilocale: dall'ingresso si accede direttamente alla zona giorno pranzo/cucina, mentre a sinistra dello stesso grazie ad un piccolo disimpegno si accede ai servizi igienici posti sul lato sinistro e alla zona notte a fronte dello stesso; sia la camera da letto che il soggiorno sono dotati di porta finestra dalla quale è possibile accedere al terrazzo di 18,98 mq.

3. Appartamento n° 4 (lato sinistro del Vano scala) – Bilocale: dall'ingresso si accede direttamente alla zona giorno pranzo/cucina, mentre a destra grazie a un modesto disimpegno si accede alla zona notte con ingresso a fronte dello stesso e ai servizi igienici con ingresso posto alla sua sinistra; sia la camera da letto che la zona pranzo/cucina sono dotati di porta finestra dalla quali è possibile accedere alle rispettive terrazze di 9,64 mq (nella zona camera da letto) e 21,58 mq nella zona giorno.

<b>SLP STATO DI PROGETTO SECONDO PIANO (TOT m<sup>2</sup> 174,99)</b>	
Appartamento 4	39,09 m <sup>2</sup>
Appartamento 5	73,18 m <sup>2</sup>
Appartamento 6	62,72 m <sup>2</sup>
	<b>TOT m<sup>2</sup> 174,99</b>
<b>SLP NON CONTEGGIATA</b>	
VANO ASCENSORE	15,14 m <sup>2</sup>
VANO SCALE	14,68 m <sup>2</sup>
	<b>TOT m<sup>2</sup> 29,82</b>
<b>BALCONI E TERRAZZE</b>	
Terrazza appartamento n° 4	(37,25 m <sup>2</sup> )
Terrazza e balconi appartamento n° 6	(25,58 m <sup>2</sup> )
Balcone appartamento n° 6	(11,70 m <sup>2</sup> )
Balcone appartamento n° 5	(22,76 m <sup>2</sup> )
	<b>TOT 97,29 m<sup>2</sup></b>

### 5.1.3.2 Tecnica di costruzione scelta

Viene scelto, per la costruzione, l'utilizzo di murature e solai prefabbricati Plastbau.

**5.1.3.2.a. Muratura PLASTBAU®-3** è un **elemento cassero** a misura per il getto di pareti portanti in calcestruzzo armato. È formato da due **pannelli in EPS** di alta densità uniti e distanziati fra loro da tralicci metallici che costituiscono l'armatura del calcestruzzo gettato al loro interno. I pannelli di larghezza standard = 120 cm (o sottomisure) con altezza di progetto, vengono posati accostati e costituiscono una struttura rigida pronta a ricevere il getto in calcestruzzo senza alcun banchinaggio di sostegno.

Un **pannello PLASTBAU®-3** standard largo 120 cm, alto 300 cm, pesa circa 22Kg. Due persone, quindi, lo possono agevolmente movimentare e posizionare senza l'utilizzo di mezzi di sollevamento.

La posa in opera degli **elementi cassero PLASTBAU®-3** avviene manualmente e viene facilitata da appositi profilati ad "U" in lamiera zincata fissati sulla soletta in corrispondenza della lastra interna del cassero, che serviranno a mantenere il perfetto allineamento dei pannelli. I pannelli stessi vengono collegati ai ferri di ripresa getto e fra loro manualmente mediante l'utilizzo di filo metallico.

Durante la realizzazione delle fondazioni dei solai relativi al piano di posa dei casseri muro PLASTBAU® 3, occorrerà posizionare coppie di ferri, ad intervalli e diametri stabiliti dal progettista (ogni 20 – 40 cm), annegati verticalmente per una profondità adeguata e sporgenti per circa 60 – 70 cm lungo tutti i perimetri e/o posizioni ove sia prevista la posa dei casseri PLASTBAU® 3. Questi ferri, annegati nei piani di posa dei casseri, dovranno essere in acciaio B450C ad aderenza migliorata. La funzione è, ovviamente, quella di collegamento e ancoraggio tra le strutture orizzontali e verticali. Infatti, una volta maturata la soletta orizzontale, i ferri verticali saranno saldamente ancorati e quando il cassero muro sarà posizionato, calandolo dall'alto verso il basso, essi, infilandosi nello spazio tra le due lastre in EPS, si affiancheranno ai ferri verticali dei tralicci costituenti l'armatura del cassero stesso. Si realizzerà così un valido collegamento, una volta che il calcestruzzo di riempimento dei casseri sarà maturato.

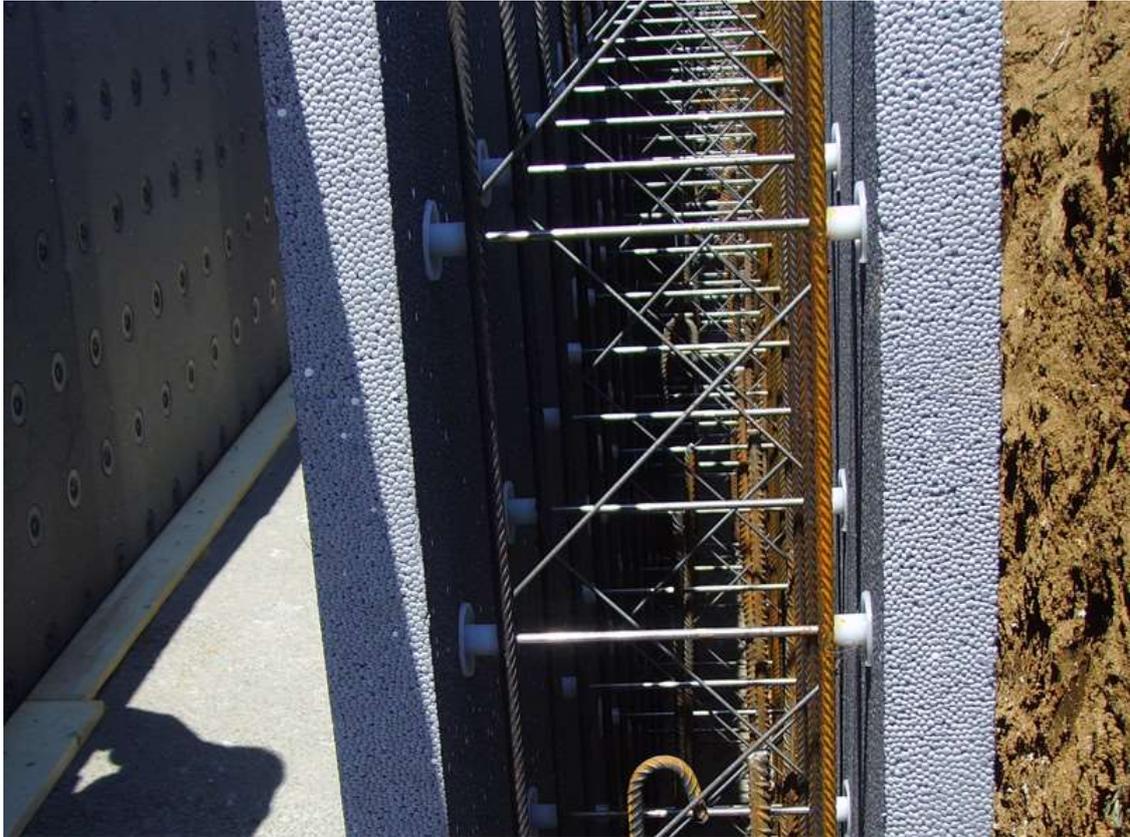


Fig. 5.7 - Muratura PLASTBAU® 3.



Fig. 5.8 - Posa della muratura PLASTBAU® 3.

**5.1.3.2.b.** Il **SOLAIO PLASTBAU® METAL** è un pannello-cassero autoportante a geometria variabile e a coibentazione termica incorporata, per la formazione dei solai da armare e gettare in opera. Le sue elevate prestazioni sono frutto della collaborazione strutturale fra polistirene espanso e profili metallici zincati opportunamente forati e sagomati.

Questo incredibile matrimonio tra la massa di espanso e gli inserti metallici al suo interno conferisce ai pannelli, pur in presenza di un peso proprio ridottissimo, l'autoportanza e la rigidità necessaria per reggere i carichi di prima fase cioè calcestruzzo fresco, ferri di armatura, operai ecc.

Nel nostro caso prevediamo un sistema combinato di Muro Plastbau 3 e solaio Plastbau Metal, i pannelli di solaio vengono quindi appoggiati sulla lastra interna del muro per mantenere la continuità dell'isolamento. Vengono sempre forniti pannelli di larghezza a 60 cm, mai sottomultipli o pannelli tagliati longitudinalmente, l'eventuale taglio verrà realizzato direttamente in cantiere seguendo le semplici istruzioni fornite dalla ditta produttrice.

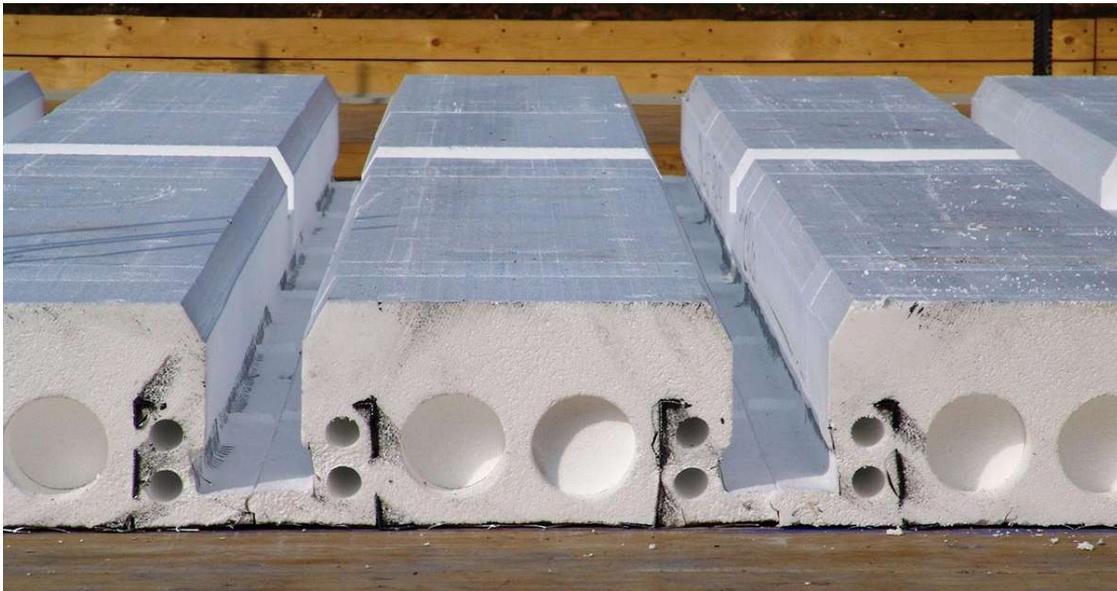


Fig. 5.9 - Solaio Plastbau Metal.

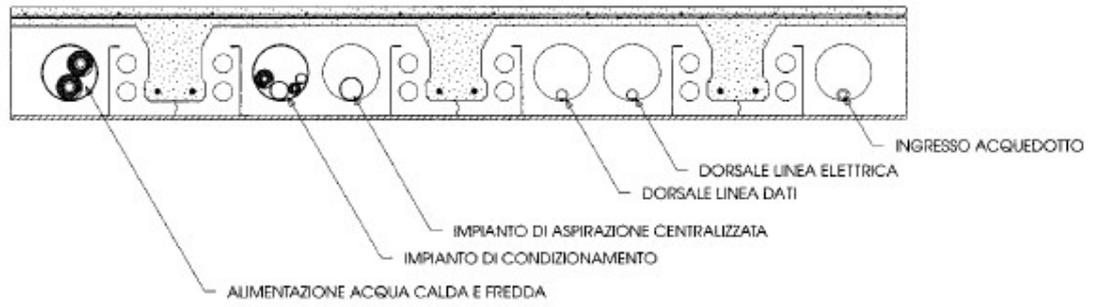


Fig. 5.10 - Dettaglio del solaio Plastbau Metal.

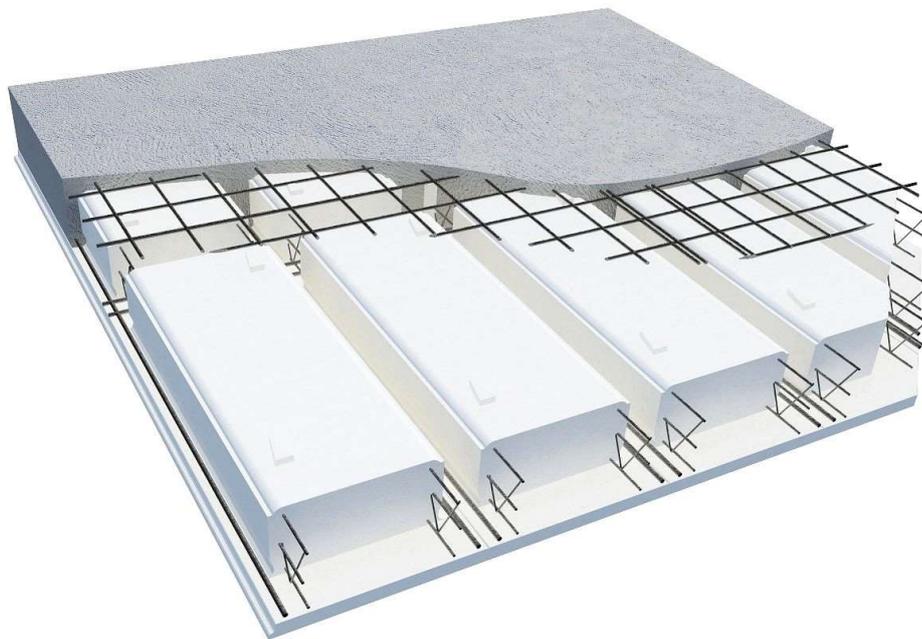


Fig. 5.11 - Solaio Plastbau Metal.



## 6.1 IL CONTROLLO DELL'EDIFICIO CON SOLIBRI MODEL CHECKER

Solibri Model Checker nasce, come abbiamo precedentemente detto, come Software atto al controllo e all'analisi dei modelli BIM di edifici. Per una comprensione più chiara del Software facciamo un esempio controllando le possibili incongruenze e gli elementi contrastanti presenti nel modello del progetto preso in esame.

Iniziamo esportando da Revit i file inerenti le varie componenti dell'edificio, in formato IFC, differenziandoli in base alla funzione degli elementi del progetto. Salveremo quindi un file per gli arredi, uno per la parte strutturale, uno per i muri interni non portanti, ecc. Una volta importati in Solibri, questi modelli si sovrapporranno formando l'edificio completo.

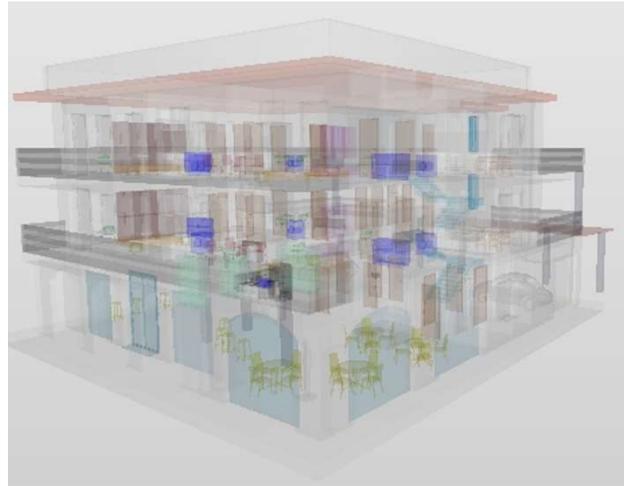


Fig. 6.1 – I diversi modelli disciplinari sovrapposti formano l'edificio completo.

Importiamo quindi in SMC ogni file creato assegnando la corretta disciplina al momento dell'apertura del relativo modello:

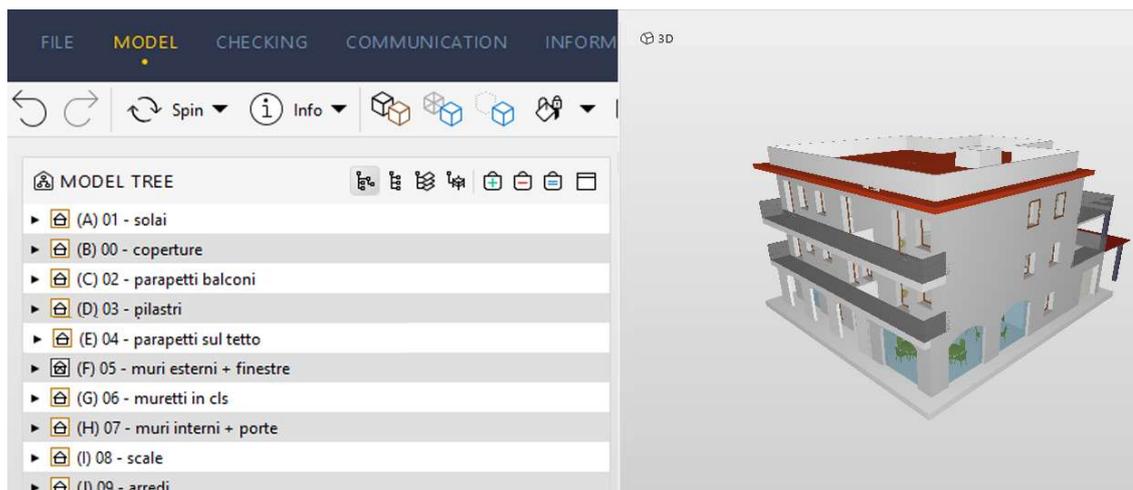
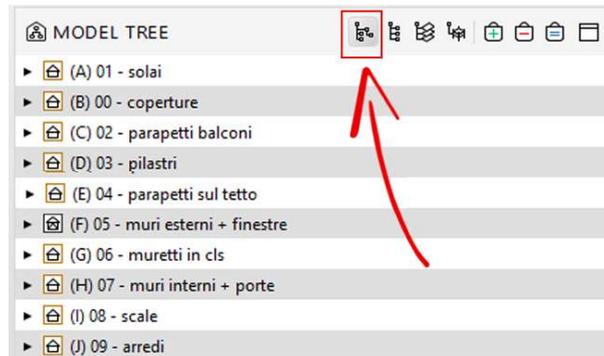


Fig. 6.2 – Apertura dei vari modelli disciplinari all'interno di SMC.

### 6.1.2 Metodi di visualizzazione del modello

Grazie a quattro metodi di visualizzazione potremo individuare l'elemento che ci interessa attraverso diverse modalità, prendiamo come esempio la porta del garage al piano terra:

1) La *Visualizzazione per modelli* organizza i diversi elementi del progetto elencandoli secondo il file entro cui sono stati caricati. Aprendo quindi le sottocategorie di ogni modello potrò visualizzare i diversi elementi. Nel "Model



Tree", seguendo il percorso: nome del file importato (05 - muri esterni + finestre), Default, Building b.1, 0-Piano Terra, Door, Door 0.1; possiamo individuare e visualizzare, in verde, all'interno del modello 3D l'elemento in esame.

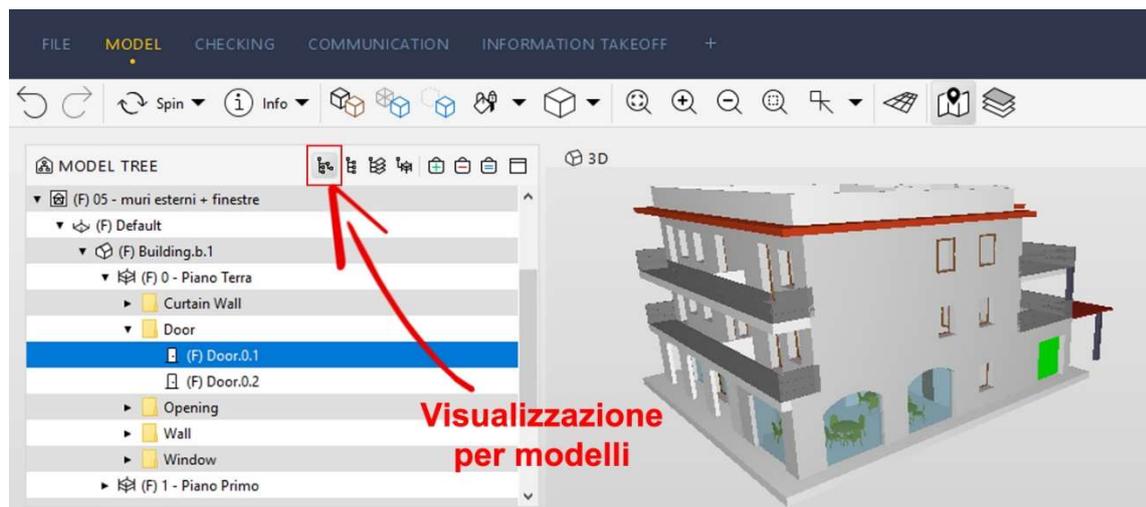


Fig. 6.3 - Individuazione della porta in oggetto attraverso la visualizzazione per modelli.

2) La *Visualizzazione per componenti*, invece, organizza gli elementi, non secondo il file entro cui sono stati caricati, come visto precedentemente; ma secondo il tipo di elemento: porte, finestre, pavimenti, scale, ecc. Nel "Model Tree", seguendo il percorso: Door, tipo di porta (2400x2500 mm 2), Door.0.1; possiamo individuare e visualizzare, in verde, all'interno del modello 3D l'elemento in esame.

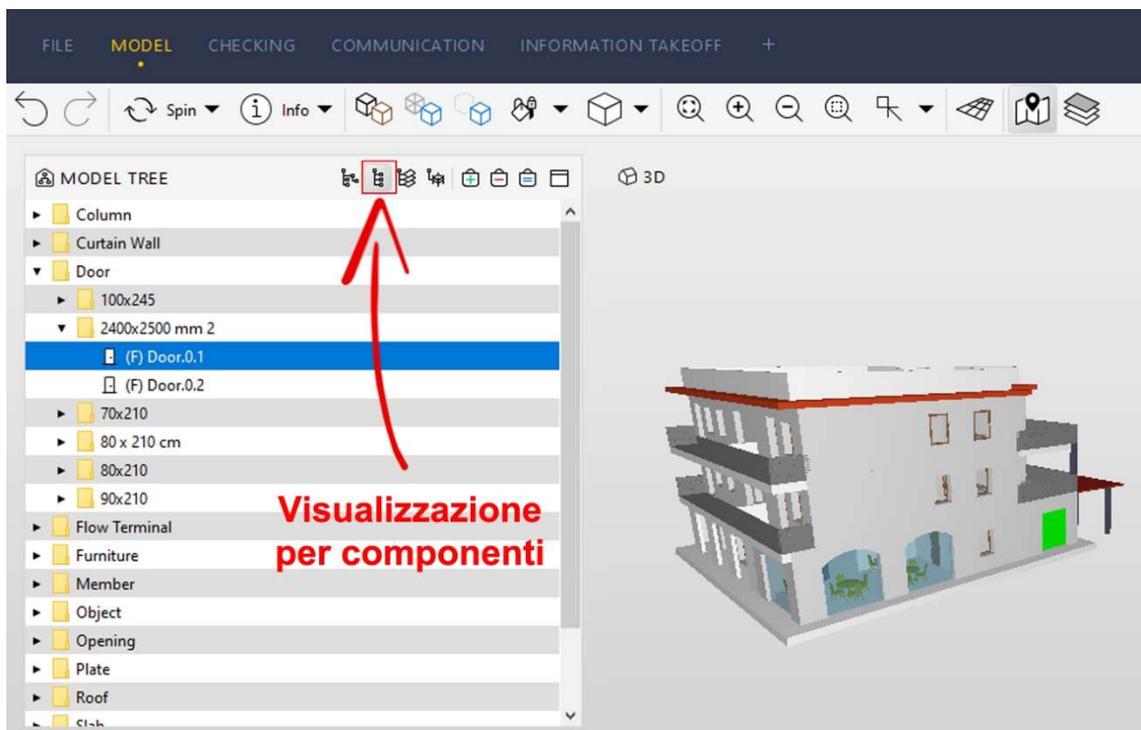
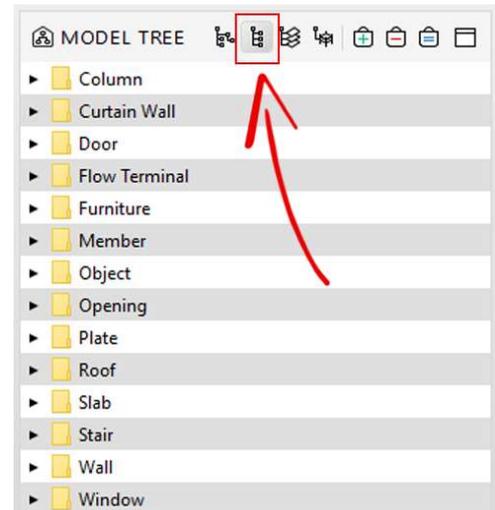


Fig. 6.4 - Individuazione della porta in oggetto attraverso la visualizzazione per componenti.

- 3) La *Visualizzazione per Layer* organizza i diversi elementi del progetto elencandoli secondo il layer d'appartenenza. Aprendo quindi le sottocategorie di ogni modello potrò visualizzare gli elementi. Nel "Model Tree", seguendo il percorso:

A-DOOR-\_\_\_\_-OTLN, Door, Door.0.1;  
possiamo individuare e visualizzare, in verde, all'interno del modello 3D l'elemento in esame.

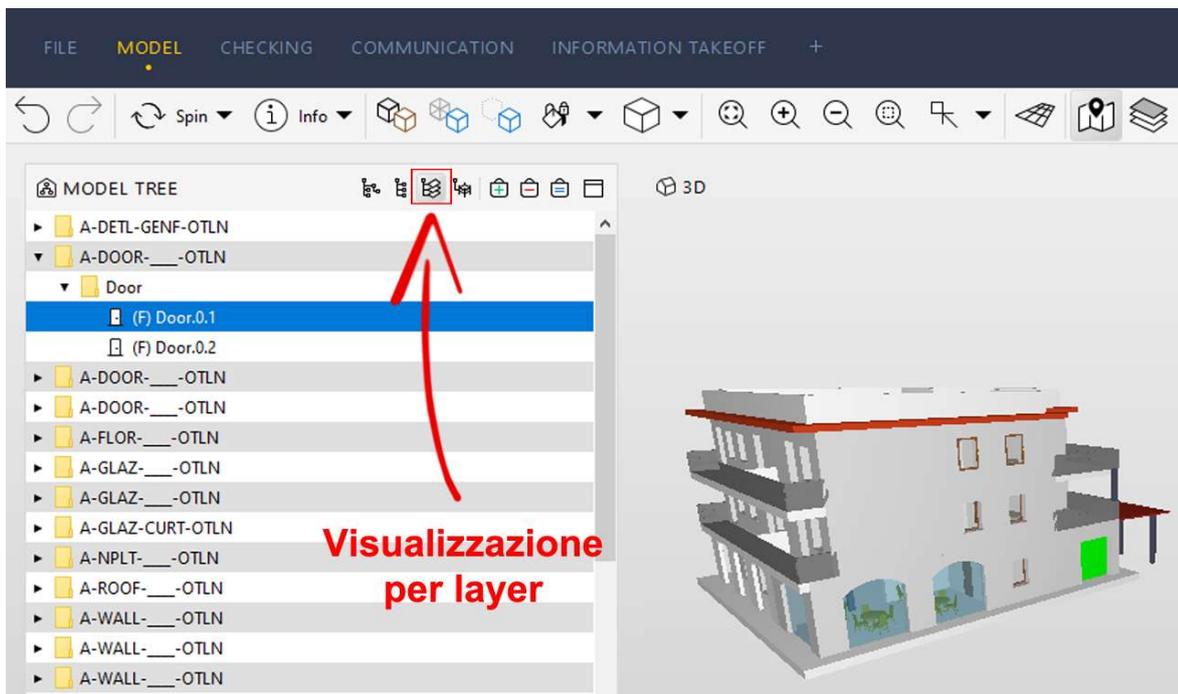
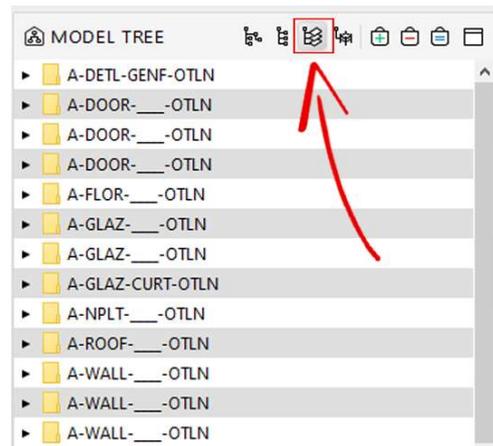


Fig. 6.5 - Individuazione della porta in oggetto attraverso la visualizzazione per layer.

- 4) La *Visualizzazione per quote di livello* organizza diversi elementi elencandoli secondo il piano altimetrico d'appartenenza. Aprendo quindi le sottocategorie di ogni modello potrò visualizzare i diversi elementi. Nel "Model Tree", seguendo il percorso: 0-Piano Terra, Door, Door.0.1; possiamo individuare e visualizzare, in verde, all'interno del modello 3D l'elemento in esame.

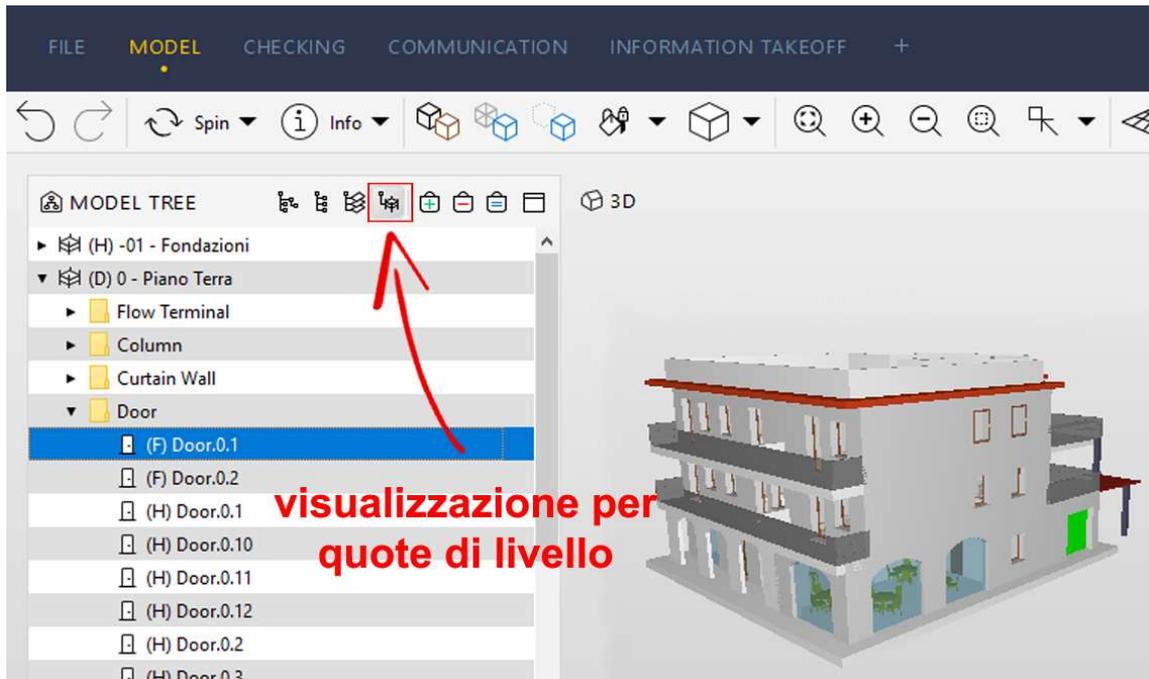


Fig. 6.6 - Individuazione della porta in oggetto attraverso la visualizzazione per quote di livello.

### 6.1.3 Checking del modello dell'edificio

Una volta aperte, nel Rulset, le regole che vogliamo prendere in considerazione avviamo il controllo.

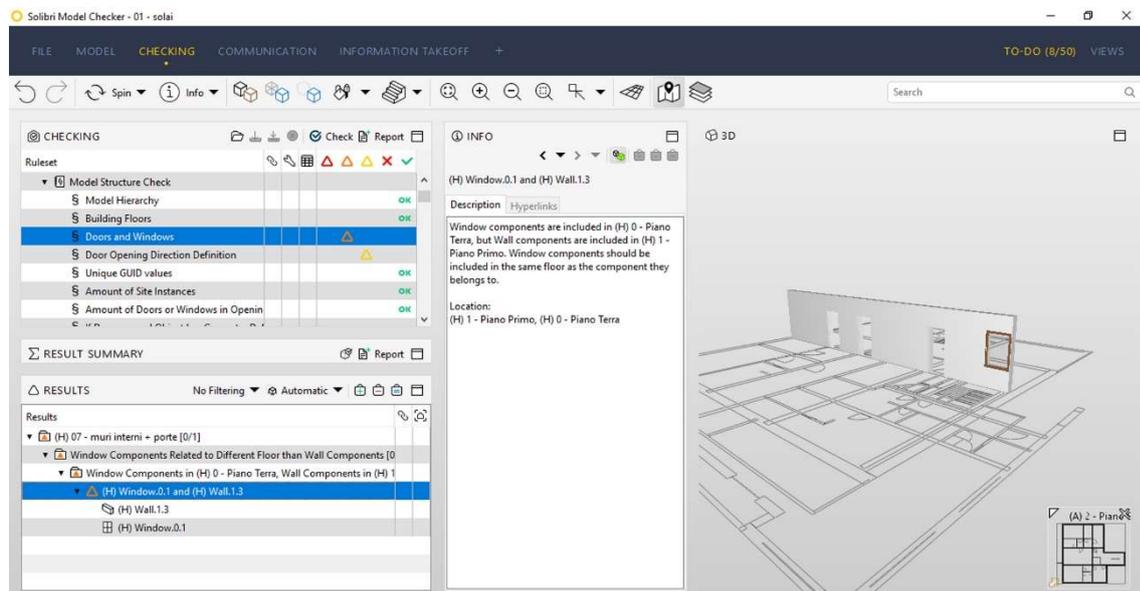
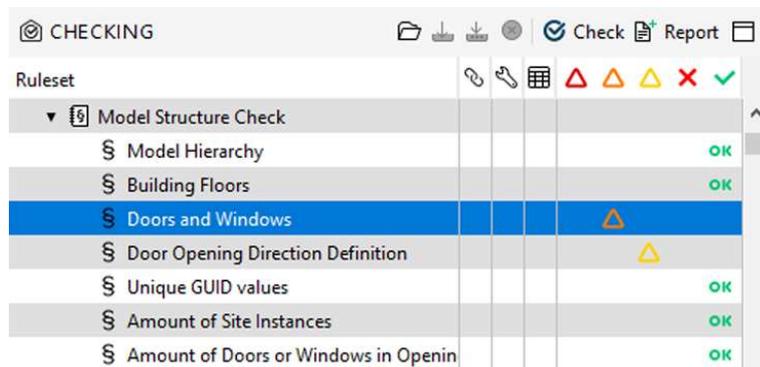


Fig. 6.7 - Finestra del controllo di SMC.

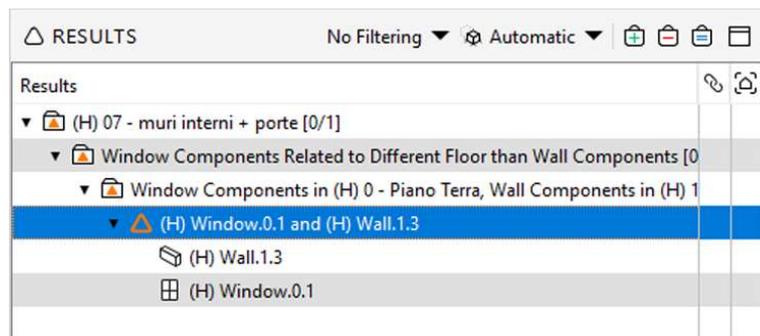
Analizziamo questa schermata più nel dettaglio.

Nella mascherina del “Checking” è possibile trovare le criticità relative ad ogni singola regola usata. Per quanto riguarda il controllo della parte strutturale del modello, ad



esempio, abbiamo due criticità: la prima con livello di gravità medio, riguarda porte e finestre, la seconda, con livello di gravità basso, riguarda le informazioni sul verso di apertura delle porte.

Spostandoci nella sezione dei “Results” avremo una spiegazione più precisa del problema. Apriamo, quindi, tutte le sezioni in cui è divisa la regola e vediamo che il problema riguarda in



particolare due elementi: il muro 1.3 (Wall 1.3) e la finestra 0.1 (Window 0.1), nella sezione dedicata alla visualizzazione del modello viene mostrato il problema ponendo l'attenzione sugli elementi critici, nel nostro caso il muro e la finestra.

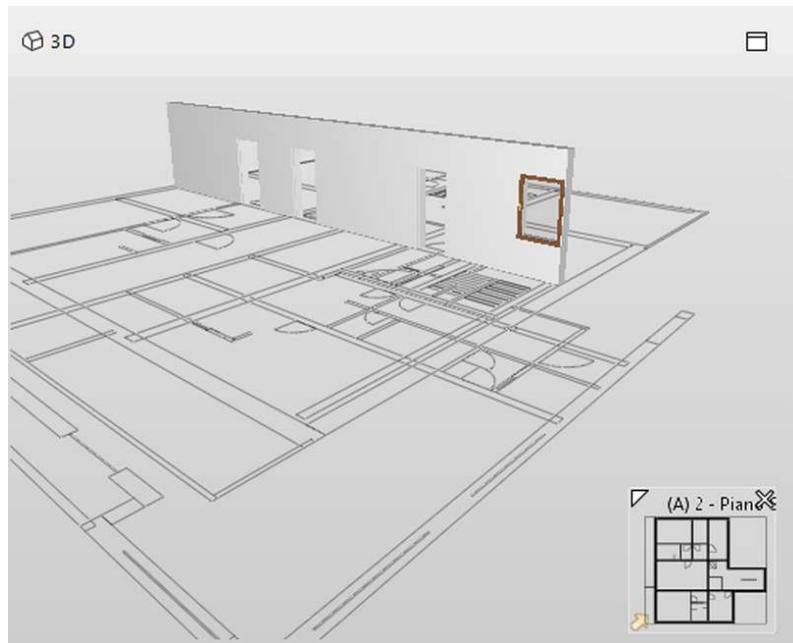
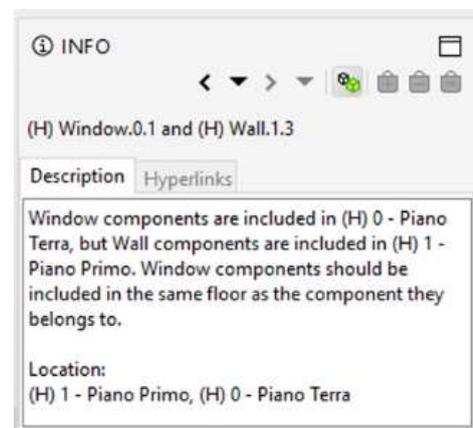


Fig. 6.8 – Visualizzazione degli elementi critici presi in considerazione dalla regola selezionata.

Nella mascherina “Info” compare la descrizione della regola utilizzata, in questo modo possiamo comprendere quale sia il problema e prenderne nota. In questo caso la descrizione della criticità ci informa che il livello a cui è associato il componente “finestra 0.1” è il Piano Terra, mentre, il livello a cui è associato il componente “muro 1.3” è il Piano Primo. Ma se una finestra è inserita in un muro, i due elementi dovrebbero avere lo stesso livello di riferimento.



Inoltre, ci accorgiamo dalla vista 3D che ha poco senso avere una finestra posizionata all'interno di un muro interno e non perimetrale; siamo quindi davanti a due errori: uno riguardante le informazioni e i parametri dell'elemento “finestra”, uno di composizione architettonica.

Non ci resta altro che segnalare le modifiche da fare a chi dovrà apportare le dovute correzioni. Questo è possibile attraverso una funzione del programma che segnala le problematiche attraverso apposite schede da compilare.

Clicchiamo quindi con il tasto destro del mouse sulla problematica da segnalare e nel menu a tendina che comparirà scegliamo “Add Slide”

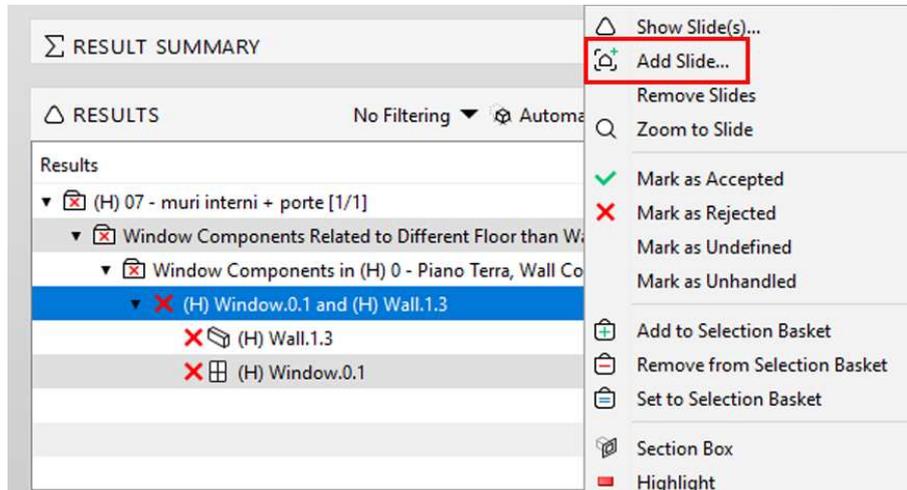


Fig. 6.9 – Aggiungere una nuova slide dal pannello “Results”.

Automaticamente si aprirà una scheda la cui funzione è quella di segnalare il problema all'addetto che dovrà risolverlo (Fig. 6.10).

- Title: aggiungiamo quindi il titolo della problematica
- Description: aggiungiamo la descrizione di ciò che si dovrà correggere.
- Coordination: sarà possibile, inoltre, segnare se il problema è stato accettato “Accepted” e quindi non sono previste correzioni, rifiutato “Rejected” e quindi dovrà essere corretto o se si decide di non affrontare la problematica e lasciare il compito a qualcun altro più esperto di noi, in questo caso sceglieremo “Undefined”.
- Status: in questa casella è possibile scegliere se la problematica è stata assegnata ad un tecnico che se ne dovrà occupare “Assigned”; se è aperta “Open”, quindi ancora da risolvere; chiusa “Closed” quindi già corretta, o risolta “Resolved”.
- BCF Status: da qui è possibile segnalare se si tratta di un errore “Error”, di una semplice informazione “Info”, di una questione che non si sa risolvere “Unknown” o di un avvertimento da segnalare “Warning”.

Sarà, inoltre, possibile impostare una data entro cui la problematica deve essere risolta e segnare chi dovrà occuparsene: l'architetto che segue il progetto, l'ingegnere strutturista o l'impiantista, ad esempio.

**ISSUE DETAILS**

Title: (H) Window.0.1 and (H) Wall.1.3

Description: Togliere la finestra dal muro interno.  
Se si decide di non eliminarla correggere i parametri in modo che la finestra in questione e il muro in cui è inserita facciano riferimento allo stesso livello di quota.

Coordination: **Rejected** (Rejected) Status: Open BCF Status: Error Stage: Due Date:

Responsibilities and Labels: **ARC** (+)

Communication Components

Today is 25.01.2019

Location: (H) 1 - Piano Primo, (H) 0 - Piano Terra

Created: 2019-01-25 19:57:59  
Author: cliente3hc@gmail.com

Fig 6.10 - Esempio di slide per la segnalazione di una problematica da risolvere.

## 6. Controllo dell'edificio

Un altro esempio può essere l'analisi della regola: Spaces Must Have Enough Window Area, Support Tag: SOL/19/3.3. questa regola controlla che ogni spazio abbia una sufficiente superficie finestrata in relazione all'area di spazio calpestabile.

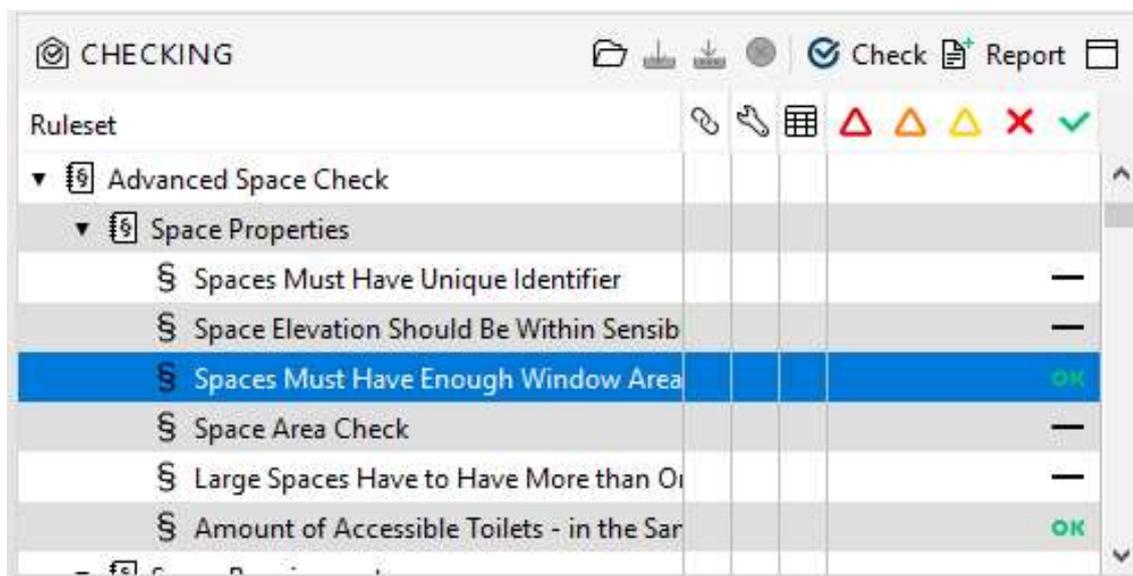


Fig 6.11 – Controllo della regola che calcola la superficie finestrata.

Come possiamo intuire questa regola ha passato il controllo in modo positivo, quindi possiamo proseguire nel nostro lavoro senza segnalare modifiche.

## **7.1 LE FASI DEL CANTIERE**

Procediamo con la descrizione delle fasi cantieristiche analizzate.

Dopo aver creato un modello tridimensionale parametrizzato diviso per fasi di lavoro, con l'ausilio di Revit, sono state individuate le lavorazioni principali di ogni fase; di ognuna sono state indicate le macchine e gli attrezzi necessari a tale lavorazione oltre i rischi specifici, le misure preventive, le prescrizioni esecutive e organizzative per ogni macchina o attrezzo considerato. Questo in modo da avere un quadro completo e poter individuare facilmente le Regole da sviluppare con il Software Solibri Model Checker.

Le fasi considerate sono:

- Fase I – Allestimento del Cantiere
- Fase II – Scavo e Reinterro
- Fase III – Fondazioni
- Fase IV – Murature e Solai prefabbricati Plastbau

Per ognuna, divisa in Fasi e Sottofasi di lavorazione, sono descritti:

- Lavorazioni. Con individuazione delle macchine e degli attrezzi utilizzate ed i rischi ad esse legati, dei lavoratori impiegati e dei rischi a cui sono sottoposti.
- Elenco dei rischi individuati nelle lavorazioni e relative misure preventive e protettive.
- Elenco delle attrezzature utilizzate nelle lavorazioni e le corrette precauzioni d'uso e metodo d'impiego.
- Macchine utilizzate nelle lavorazioni e le corrette precauzioni d'uso e metodo d'impiego

Successivamente, dopo una breve introduzione alle principali funzionalità di Solibri Model Checker, saranno analizzate le Regole per il controllo dei mezzi e degli attrezzi presente nel progetto.

Per la descrizione dettagliata dei rischi rimandiamo al Glossario dei termini, pag. 237



### 8.1 FASE 1 – ALLESTIMENTO DEL CANTIERE

In questa fase considereremo le situazioni di pericolosità relative sia alle caratteristiche dell'area su cui sarà installato il cantiere, sia al contesto all'interno del quale esso si collocherà, attraverso l'individuazione, l'analisi e la valutazione dei rischi concreti e l'analisi delle scelte progettuali ed organizzative, delle procedure, delle misure preventive e protettive.

Per i layout di cantiere vedere gli “Allegati”.

Di seguito si propone una vista della zona d'intervento in cui sono evidenziati i principali elementi d'interesse da tenere in considerazione durante la fase di Allestimento del Cantiere.

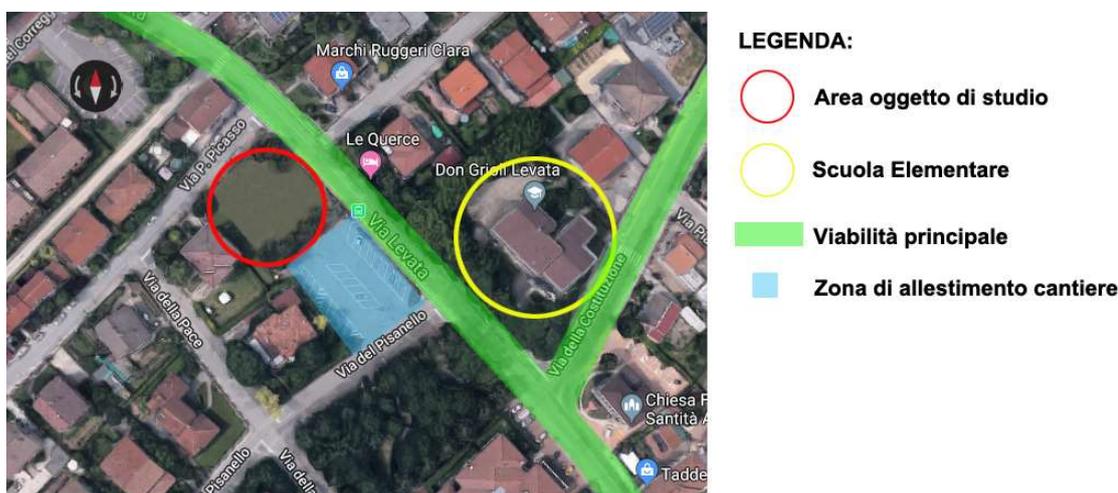
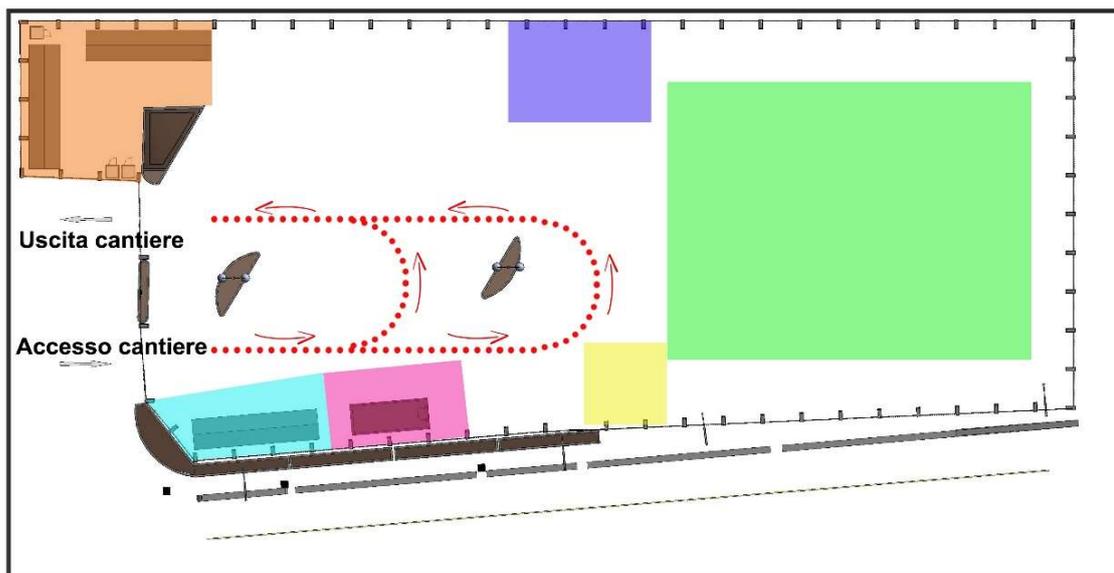


Fig. 8.1 – Vista della zona d'interesse.

Secondo quanto richiesto dall' Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 tale valutazione, dovrà riguardare i seguenti aspetti:

- Caratteristiche area del cantiere, dove saranno indicati i rischi, e le misure preventive, legati alla specifica condizione dell'area del cantiere. Nel caso preso in esame non considereremo la presenza di condutture sotterranee né altri elementi di solito rilevanti come falde o particolari condizioni geomorfologiche del terreno perché non presenti.
- Fattori esterni che comportano rischi per il cantiere, dove valuteremo i rischi e le misure preventive trasmessi dall'ambiente circostante ai lavoratori operanti sul cantiere. Nel caso preso in esame analizzeremo solamente la presenza di strade vicino



**LEGENDA:**

-  Viabilità di cantiere
-  Area di scavo
-  Area di stoccaggio rifiuti
-  Area carico/scarico e magazzino
-  Area baracche: uffici, infermeria, guardiana, servizi, mensa e spogliatoi
-  Area gru
-  Area betoniera e carpenteria metallica

Fig. 8.3 – Allestimento del cantiere ipotizzato.

**8.1.1.a. Rischi legati all'area di cantiere****Condutture sotterranee**Misure Preventive e Protettive generali:

*Reti di distribuzione di energia elettrica* -> Si deve provvedere preliminarmente a verificare la presenza di linee elettriche interrato che possono interferire con l'area di cantiere. Nel caso di cavi elettrici in tensione interrati o in cunicolo, il percorso e la profondità delle linee devono essere rilevati o segnalati in superficie quando interessino direttamente la zona di lavoro.

Nel caso di lavori di scavo che intercettano ed attraversano linee elettriche interrato in tensione è necessario procedere con cautela e provvedere a mettere in atto sistemi di sostegno e protezione provvisori al fine di evitare pericolosi avvicinamenti e/o danneggiamenti alle linee stesse durante l'esecuzione dei lavori.

*Reti di distribuzione acqua* -> Si deve provvedere preliminarmente a verificare la presenza di elementi di reti di distribuzione di acqua e, se del caso, deve essere provveduto a rilevare e segnalare in superficie il percorso e la profondità.

## 8. Allestimento del cantiere

---

*Reti di distribuzione gas* -> Si deve provvedere preliminarmente a verificare la presenza di elementi di reti di distribuzione di gas che possono interferire con il cantiere, nel qual caso devono essere avvertiti tempestivamente gli esercenti tali reti al fine di concordare le misure essenziali di sicurezza da prendere prima dell'inizio dei lavori e durante lo sviluppo dei lavori. In particolare, è necessario preventivamente rilevare e segnalare in superficie il percorso e la profondità degli elementi e stabilire modalità di esecuzione dei lavori tali da evitare l'insorgenza di situazioni pericolose sia per i lavori da eseguire, sia per l'esercizio delle reti. Nel caso di lavori di scavo che interferiscono con tali reti è necessario prevedere sistemi di protezione e sostegno delle tubazioni messe a nudo, al fine di evitare il danneggiamento delle medesime ed i rischi conseguenti.

*Reti fognarie* -> Si deve provvedere preliminarmente a verificare la presenza di reti fognarie sia attive sia non più utilizzate. Se tali reti interferiscono con le attività di cantiere, il percorso e la profondità devono essere rilevati e segnalati in superficie. Specialmente durante lavori di scavo, la presenza, anche al contorno, di reti fognarie deve essere nota, poiché costituisce sempre una variabile importante rispetto alla consistenza e stabilità delle pareti di scavo sia per la presenza di terreni di rinterro, sia per la possibile formazione di improvvisi vuoti nel terreno (tipici nel caso di vetuste fognature dismesse), sia per la presenza di possibili infiltrazioni o inondazioni d'acqua dovute a fessurazione o cedimento delle pareti qualora limitrofe ai lavori di sterro.

### Rischi Specifici Per Condotture Sotterranee:

- a) Annegamento;
- b) Elettrocuzione;
- c) Incendi, esplosioni;
- d) Seppellimento, sprofondamento.

### **8.1.1.b. Fattori esterni che comportano rischi per il cantiere**

**Strade:** Il lotto, sito in Levata di Curtatone (Mantova), si trova all'angolo tra due strade: Via P. Picasso e la più trafficata Via Levata, arteria principale di Levata, su cui si affaccia una scuola elementare. Sul terzo lato del lotto si trova un parcheggio pubblico, di proprietà del Comune e accessibile da Via del Pisanello; si è ipotizzato, successivamente alle dovute documentazioni e richieste di permesso, di occupare il suddetto parcheggio come area in cui allestire il cantiere oggetto di studio. Si suppone quindi che la viabilità comunale non interferisca con le attività di cantiere, essendo esso recintato e con accesso/uscita arretrati rispetto al piano stradale.

Evidenzieremo, in questo paragrafo, i rischi, per i lavoratori impegnati nell'area del cantiere, conseguenti alla presenza di strade vicine all'area considerata, illustrando i provvedimenti da assumere per la loro sicurezza.

#### Misure Preventive Protettive generali:

Per i lavori in prossimità di strade i rischi derivanti dal traffico circostante devono essere evitati con l'adozione delle adeguate procedure previste dal codice della strada. Particolare attenzione deve essere posta nella scelta, tenuto conto del tipo di strada e delle situazioni di traffico locali, della tipologia e modalità di delimitazione del cantiere, della segnaletica più opportuna, del tipo di illuminazione (di notte e in caso di scarsa visibilità), della dimensione delle deviazioni e del tipo di manovre da compiere.

#### Rischi Specifici per Lavori in prossimità di Strade:

- a) Investimento

### **8.1.1.c Rischi che le lavorazioni di cantiere comportano per l'area circostante**

**Abitazioni e Scuole:** Nella zona si segnalano: una scuola elementare adiacente all'area di cantiere, al di là di Via Levata, e diverse residenze essendo l'area di cantiere sita in ambito urbano. In questo paragrafo si evidenzieranno i rischi trasmissibili dall'attività del cantiere a scuole e abitazioni limitrofe e si illustreranno i provvedimenti da assumere per annullarli.

#### Misure Preventive e Protettive generali per lavori in prossimità di abitazioni e scuole:

*Fonti inquinanti e riduzione del rumore:* in relazione alle specifiche attività svolte devono essere previste ed adottati tutti i provvedimenti necessari ad evitare o ridurre al minimo l'emissione di rumori, polveri, ecc. Al fine di limitare l'inquinamento acustico si può sia prevedere di ridurre l'orario di utilizzo delle macchine e degli impianti più rumorosi sia installare barriere contro la diffusione del rumore. Qualora le attività svolte comportino elevata rumorosità devono essere autorizzate dal Sindaco. Nelle lavorazioni che comportano la formazione di polveri devono essere adottati sistemi di abbattimento e di contenimento il più possibile vicino alla fonte. Nelle attività edili è sufficiente inumidire il materiale polverulento, segregare l'area di lavorazione per contenere l'abbattimento delle polveri nei lavori di sabbatura, per il caricamento di silos, l'aria di spostamento deve essere raccolta e convogliata ad un impianto di depolverizzazione, ecc.

#### Rischi Specifici per lavori in prossimità di abitazioni e scuole:

- a) Rumore
- b) Polveri

### **8.1.1.d. Accesso dei mezzi e fornitura dei materiali**

#### Misure Preventive, Protettive generali e Organizzative:

L'accesso dei mezzi di fornitura dei materiali dovrà sempre essere autorizzato dal capocantiere che fornirà ai conducenti opportune informazioni sugli eventuali elementi di pericolo presenti in cantiere. L'impresa appaltatrice dovrà individuare il personale addetto all'esercizio della vigilanza durante la permanenza del fornitore in cantiere.

#### Rischi Specifici per l'Accesso dei mezzi e la Fornitura dei materiali:

- a) Investimento

### 8.1.2 LAVORAZIONI

Si considereranno le situazioni di pericolosità e le necessarie misure preventive relative all'organizzazione del cantiere. Secondo quanto richiesto dall'Allegato XV, punto 2.2.2 del D.Lgs. 81/2008 tale valutazione dovrà riguardare, in relazione alla tipologia del cantiere, l'analisi di almeno i seguenti aspetti, suddivisi in Fasi (F) e Sottofasi (S):

- **Preparazione delle aree di cantiere (F)**

- La dislocazione delle zone di carico e scarico; delle zone di deposito attrezzature e di stoccaggio materiali e dei rifiuti e delle eventuali zone di deposito dei materiali con pericolo d'incendio o di esplosione (S)

- Realizzazione della recinzione e degli accessi al cantiere (S): modalità da seguire per la recinzione del cantiere, gli accessi e le segnalazioni;

- Viabilità principale di cantiere: per l'allestimento del cantiere si pensa di occupare un limitrofo parcheggio pubblico chiedendo al Comune di Curtatone i dovuti permessi e fornendo la giusta documentazione. Ci si troverà, quindi, in un'area già asfaltata; per questo non ci sarà bisogno né di eliminare arbusti o alberi né di prevedere la creazione di un manto stradale adeguato, essendo già una zona asfaltata e senza dislivelli.

- **Apprestamenti del cantiere (F)**

- Allestimento di depositi, zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi (S)

- Allestimento di depositi per materiali e attrezzature, zone scoperte per lo stoccaggio dei materiali e zone per l'installazione di impianti fissi di cantiere

- Allestimento di servizi igienico-assistenziali del cantiere in strutture prefabbricate appositamente approntate. (S)

- Allestimento di servizi sanitari del cantiere (S)

- **Impianti di servizio del cantiere (F)**

- Realizzazione di impianto elettrico del cantiere (S): Realizzazione dell'impianto elettrico del cantiere mediante la posa in opera quadri, interruttori di protezione, cavi, prese e spine.

- Realizzazione di impianto di messa a terra del cantiere ed eventuale protezione contro le scariche atmosferiche (S)

- Realizzazione di impianto di protezione da scariche atmosferiche del cantiere (S)

### **8.1.2.1 Preparazione delle aree di cantiere (F)**

-Realizzazione della recinzione e degli accessi al cantiere (S): al fine di impedire l'accesso involontario dei non addetti ai lavori, e degli accessi al cantiere, per mezzi e lavoratori. Si prevede una recinzione a pannelli di 2mt di altezza per 3,5mt di lunghezza, di rete elettrosaldata sorretti da appositi basamenti in cemento con fori; la recinzione verrà posizionata lungo tutto il perimetro del cantiere e sarà apribile in corrispondenza delle due aperture: ingresso e uscita di mezzi e lavoratori, la prima da 5,60 mt di larghezza e la seconda da 5,80 mt.

#### Macchine utilizzate:

- a) Autocarro

#### Rischi generati dall'uso delle macchine:

- a) Cesoiamenti, stritolamenti;
- b) Getti, schizzi;
- c) Inalazione polveri, fibre;
- d) Rumore;
- e) Incendi, esplosioni;
- f) Investimento, ribaltamento;
- g) Urti, colpi, impatti, compressioni;
- h) Vibrazioni.

Lavoratori impegnati: Addetto alla realizzazione della recinzione e degli accessi al cantiere. Misure Preventive e Protettive - DPI:

- a) casco;
- b) occhiali protettivi;
- c) guanti;
- d) calzature di sicurezza;
- e) indumenti protettivi

#### Rischi a cui è sottoposto il lavoratore:

- a) M.M.C. (sollevamento e trasporto);

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali.

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

- a) Punture, tagli, abrasioni;
- b) Urti, colpi, impatti, compressioni.

**8.1.2.2 Apprestamenti del cantiere (F)**

-Allestimento di depositi, zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi (S)

-Allestimento di depositi per materiali e attrezzature, zone scoperte per lo stoccaggio dei materiali e zone per l'installazione di impianti fissi di cantiere. Si utilizzeranno baracche prefabbricate

-Allestimento di servizi igienico-assistenziali del cantiere in strutture prefabbricate appositamente approntate. (S)

-Allestimento di servizi sanitari del cantiere (S)

Macchine utilizzate:

- a) Autocarro.

Rischi generati dall'uso delle macchine:

- a) Cesoiamenti, stritolamenti;
- b) Getti, schizzi;
- c) Inalazione polveri, fibre;
- d) Rumore;
- e) Incendi, esplosioni;
- f) Investimento, ribaltamento;
- g) Urti, colpi, impatti, compressioni;
- h) Vibrazioni;
- i) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- l) Elettrocuzione;
- m) Punture, tagli, abrasioni.

Lavoratori impegnati: Addetto all'allestimento di depositi, zone di stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi. Misure Preventive e Protettive - DPI:

- a) casco;
- b) occhiali protettivi;
- c) guanti;
- d) calzature di sicurezza;
- e) indumenti protettivi.

Rischi a cui è sottoposto il lavoratore:

- a) Caduta di materiale dall'alto o a livello;

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

- a) Punture, tagli, abrasioni;
- b) Urti, colpi, impatti, compressioni.

### **8.1.2.3 Impianti di servizio del cantiere (F)**

-Realizzazione di impianto elettrico del cantiere (S): Realizzazione dell'impianto elettrico del cantiere mediante la posa in opera quadri, interruttori di protezione, cavi, prese e spine.

-Realizzazione di impianto di messa a terra del cantiere (S)

-Realizzazione di impianto di protezione da scariche atmosferiche del cantiere (S):

Lavoratori impegnati: Addetto all'allestimento di depositi, zone stoccaggio dei materiali e per impianti fissi. Misure Preventive e Protettive – DPI:

- a) casco;
- b) guanti;
- c) calzature di sicurezza;
- d) indumenti protettivi.

Rischi a cui è sottoposto il lavoratore:

- a) Elettrocuzione

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

- a) Punture, tagli, abrasioni;
- b) Urti, colpi, impatti, compressioni.

-Realizzazione dell'impianto idrico, dei servizi igienico-assistenziali e sanitari del cantiere (S). Composta da cabine prefabbricate, per questo non sarà prevista la messa in opera di un impianto idrico.

Lavoratori Impegnati: Addetto alla realizzazione di impianto idrico del cantiere:

Misure Preventive e Protettive - DPI:

- a) casco;
- b) guanti;
- c) calzature di sicurezza,
- d) indumenti protettivi,
- e) occhiali protettivi

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

- a) Punture, tagli, abrasioni;
- b) Urti, colpi, impatti, compressioni.

## 8. Allestimento del cantiere

---

Di seguito alcune viste, create con Revit, dell'area di cantiere allestita secondo gli elementi sopracitati:



Fig. 8.4 – Vista dall'alto dell'area di cantiere.



Fig. 8.5 – Vista degli accessi.

### **8.1.3 RISCHI INDIVIDUATI NELLE LAVORAZIONI E RELATIVE MISURE PREVENTIVE E PROTETTIVE**

Elenco dei rischi, derivanti dalle lavorazioni e dall'uso di macchine e attrezzi, presi in considerazione nella fase di allestimento cantiere:

- 1) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- 2) Elettrocuzione;
- 3) M.M.C. (sollevamento e trasporto);
- 4) Rumore;
- 5) Vibrazioni.

#### **1) Rischio di: Caduta di materiale dall'alto o a livello**

##### Nelle lavorazioni:

- Allestimento di depositi, zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi;
- Allestimento di servizi igienico-assistenziali del cantiere;
- Allestimento di servizi sanitari del cantiere;

##### Prescrizioni Esecutive:

Imbracatura dei carichi. Gli addetti all'imbracatura devono seguire le seguenti indicazioni:

- a) verificare che il carico sia stato imbracato correttamente;
- b) accompagnare inizialmente il carico fuori dalla zona di interferenza con attrezzature, ostacoli o materiali eventualmente presenti;
- c) allontanarsi dalla traiettoria del carico durante la fase di sollevamento;
- d) non sostare in attesa sotto la traiettoria del carico;
- e) avvicinarsi al carico in arrivo per pilotarlo fuori dalla zona di interferenza con eventuali ostacoli presenti;
- f) accertarsi della stabilità del carico prima di sganciarlo;
- g) accompagnare il gancio fuori dalla zona impegnata da attrezzature o materiali durante la manovra di richiamo.

## **2) Rischio di: Elettrocuzione**

### Nelle lavorazioni:

- Realizzazione di impianto elettrico del cantiere;
- Realizzazione di impianto di messa a terra del cantiere;
- Realizzazione di impianto di protezione da scariche atmosferiche del cantiere;

### Prescrizioni Organizzative:

Soggetti abilitati: i lavori su impianti o apparecchiature elettriche devono essere effettuati solo da imprese singole o associate (elettricisti) abilitate che dovranno rilasciare, prima della messa in esercizio dell'impianto, la "dichiarazione di conformità".

## **3) Rischio di: M. M. C. (sollevamento e trasporto)**

### Nelle lavorazioni:

- Realizzazione della recinzione e degli accessi al cantiere;

### Misure Tecniche E Organizzative:

Le attività lavorative devono essere organizzate tenuto conto delle seguenti indicazioni:

- a) l'ambiente di lavoro (temperatura, umidità e ventilazione) deve presentare condizioni microclimatiche adeguate;
- b) gli spazi dedicati alla movimentazione devono essere adeguati;
- c) il sollevamento dei carichi deve essere eseguito sempre con due mani e da una sola persona;
- d) il carico da sollevare non deve essere estremamente freddo, caldo o contaminato;
- e) le altre attività di movimentazione manuale devono essere minimali;
- f) deve esserci adeguata frizione tra piedi e pavimento;
- g) i gesti di sollevamento devono essere eseguiti in modo non brusco.

#### 4) Rischio: Rumore

##### Nelle Macchine:

- |            |   |
|------------|---|
| -Autocarro | Fascia di appartenenza: il livello di esposizione è "Minore dei |
| -Autogru   | valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)".              |

##### Misure Tecniche, Organizzative e Procedurali:

Le attività lavorative devono essere organizzate tenuto conto delle seguenti indicazioni:

- a) scelta di attrezzature di lavoro adeguate, tenuto conto del lavoro da svolgere, che emettano il minor rumore possibile;
- b) adozione di metodi di lavoro che implicano una minore esposizione al rumore;
- c) riduzione del rumore mediante una migliore organizzazione del lavoro attraverso la limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione e l'adozione di orari di lavoro appropriati, con sufficienti periodi di riposo;
- d) adozione di opportuni programmi di manutenzione delle attrezzature e macchine di lavoro, del luogo di lavoro e dei sistemi sul posto di lavoro;
- e) progettazione della struttura dei luoghi e dei posti di lavoro al fine di ridurre l'esposizione al rumore dei lavoratori;
- f) adozione di misure tecniche per il contenimento del rumore trasmesso per via aerea, quali schermature, involucri o rivestimenti realizzati con materiali fonoassorbenti;
- g) adozione di misure tecniche per il contenimento del rumore strutturale, quali sistemi di smorzamento o di isolamento;
- h) locali di riposo messi a disposizione dei lavoratori con rumorosità ridotta a un livello compatibile con il loro scopo e le loro condizioni di utilizzo.

##### Dispositivi Di Protezione Individuale:

Devono essere forniti:

- a) otoprotettori

### **5) Rischio: Vibrazioni**

#### Nelle Macchine:

- |            |  |
|------------|--|
| -Autocarro | Fascia di appartenenza:                                  |
| -Autogru   | Mano-Braccio (HAV): "Non presente";                      |
|            | Corpo Intero (WBV): "Inferiore a 0,5 m/s <sup>2</sup> ". |

#### Misure Tecniche, Organizzative e Procedurali:

I rischi, derivanti dall'esposizione dei lavoratori a vibrazioni, devono essere eliminati alla fonte o ridotti al minimo.

#### Dispositivi Di Protezione Individuale:

Devono essere forniti:

- indumenti protettivi;
- dispositivi di smorzamento;
- sedili ammortizzanti.

### **8.1.4 ATTREZZATURE UTILIZZATE NELLE LAVORAZIONI**

Elenco attrezzi: **attrezzi manuali.**

Gli attrezzi manuali, presenti in tutte le fasi lavorative, sono per lo più costituiti da un'impugnatura ed una parte, variamente conformata, alla specifica funzione svolta.

#### Rischi Generati Dall'utilizzo Dell'attrezzo:

- Punture, tagli, abrasioni;
- Urti, colpi, impatti, compressioni;

#### Misure Preventive E Protettive Relative All'attrezzo:

##### Prima dell'uso:

- controllare che l'utensile non sia deteriorato;
- sostituire i manici che presentino incrinature o scheggiature;
- verificare il corretto fissaggio del manico;
- selezionare il tipo di utensile adeguato all'impiego;
- per punte e scalpelli utilizzare idonei paracolpi.

##### Durante l'uso:

- impugnare saldamente l'utensile;
- assumere una posizione corretta e stabile;

- c) distanziare adeguatamente gli altri lavoratori;
- d) non utilizzare in maniera impropria l'utensile;
- e) non abbandonare gli utensili nei passaggi ed assicurarli da una eventuale caduta dall'alto;
- f) utilizzare adeguati contenitori per riporre gli utensili di piccola taglia.

Dopo l'uso:

- a) pulire accuratamente l'utensile;
- b) riporre correttamente gli utensili;
- c) controllare lo stato d'uso dell'utensile.

Dispositivi di Protezione Individuale - Devono essere forniti:

- a) casco;
- b) occhiali protettivi;
- c) guanti;
- d) calzature di sicurezza.

### 8.1.5. MACCHINE UTILIZZATE NELLE LAVORAZIONI

Elenco delle macchine:

- 1) Autocarro
- 2) Autogru

**Autocarro:** è un mezzo d'opera utilizzato per il trasporto di mezzi, materiali da costruzione, materiali di risulta ecc. In questa fase verrà usato per il trasporto delle recinzioni da cantiere, trasporto delle baracche e dei servizi igienici.

Misure Preventive E Protettive Relative Alla Macchina:

Prima dell'uso:

- a) verificare accuratamente l'efficienza dei dispositivi frenanti e di tutti i comandi in genere;
- b) verificare l'efficienza delle luci, dei dispositivi di segnalazione acustici e luminosi;
- c) garantire la visibilità del posto di guida;
- d) controllare che i percorsi in cantiere siano adeguati alla stabilità del mezzo;
- e) verificare la presenza in cabina di un estintore.

Durante l'uso:

- a) segnalare l'operatività del mezzo col girofaro in area di cantiere;
- b) non trasportare persone all'interno del cassone;
- c) adeguare la velocità ai limiti stabiliti e transitare a passo d'uomo in prossimità dei posti di lavoro;
- d) richiedere l'aiuto di personale a terra per eseguire le manovre in spazi ristretti o quando la visibilità è incompleta;
- e) non azionare il ribaltabile con il mezzo in posizione inclinata;
- f) non superare la portata massima;
- g) non superare l'ingombro massimo;
- h) posizionare e fissare adeguatamente il carico in modo che risulti ben distribuito e che non possa subire spostamenti durante il trasporto;
- i) non caricare materiale sfuso oltre l'altezza delle sponde;
- j) assicurarsi della corretta chiusura delle sponde;
- k) durante i rifornimenti di carburante spegnere il motore e non fumare;
- l) segnalare tempestivamente eventuali gravi guasti.

Dopo l'uso:

- a) eseguire le operazioni di revisione e manutenzione necessarie al reimpiego, con particolare riguardo per pneumatici e freni, segnalando eventuali anomalie;
- b) pulire convenientemente il mezzo curando gli organi di comando.

Rischi generati dall'utilizzo della Macchina:

- a) Cesoiamenti, stritolamenti;
- b) Getti, schizzi;
- c) Inalazione polveri, fibre;
- d) Incendi, esplosioni;
- e) Investimento, ribaltamento;
- f) Rumore;
- g) Urti, colpi, impatti, compressioni;
- h) Vibrazioni;

Dispositivi di Protezione Individuale - Devono essere forniti:

- a) casco (all'esterno della cabina);
- b) maschera antipolvere (in presenza di lavorazioni polverose);
- c) guanti (all'esterno della cabina);
- d) calzature di sicurezza;
- e) indumenti protettivi;
- f) indumenti ad alta visibilità (all'esterno della cabina).

**Autogru:** è un mezzo d'opera dotato di braccio allungabile per la movimentazione, il sollevamento e il posizionamento di materiali, di componenti di macchine, di attrezzature, di parti d'opera, ecc. In questa fase verrà usato per il posizionamento delle baracche e dei servizi igienici.

Misure Preventive E Protettive Relative Alla Macchina:

Prima dell'uso:

- a) verificare che nella zona di lavoro non vi siano linee elettriche aeree che possano interferire con le manovre;
- b) controllare i percorsi e le aree di manovra, approntando eventuali rafforzamenti;
- c) verificare l'efficienza dei comandi;
- d) ampliare con apposite plance la superficie di appoggio degli stabilizzatori;
- e) verificare che la macchina sia posizionata in modo da lasciare lo spazio sufficiente per il passaggio pedonale o delimitare la zona d'intervento;
- f) verificare la presenza in cabina di un estintore.

Durante l'uso:

- a) segnalare l'operatività del mezzo col girofaro;
- b) preavvisare l'inizio delle manovre con apposita segnalazione acustica;
- c) attenersi alle segnalazioni per procedere con le manovre;
- d) evitare, nella movimentazione del carico, posti di lavoro e/o di passaggio;
- e) eseguire le operazioni di sollevamento e scarico con le funi in posizione verticale;
- f) illuminare a sufficienza le zone per il lavoro notturno;
- g) segnalare tempestivamente eventuali malfunzionamenti o situazioni pericolose;
- h) non compiere su organi in movimento operazioni di manutenzione;
- i) mantenere i comandi puliti da grasso e olio;
- j) eseguire il rifornimento di carburante a motore spento e non fumare.

Dopo l'uso:

- a) non lasciare nessun carico sospeso;
- b) posizionare correttamente la macchina raccogliendo il braccio telescopico ed azionando il freno di stazionamento;
- c) eseguire le operazioni di revisione e manutenzione necessarie al reimpiego della macchina a motori spenti;
- d) nelle operazioni di manutenzione attenersi alle indicazioni del libretto della macchina.

Rischi generati dall'utilizzo della Macchina:

- a) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- b) Elettrocuzione;
- c) Getti, schizzi;
- d) Incendi, esplosioni;
- e) Investimento, ribaltamento;
- f) Punture, tagli, abrasioni;
- g) Rumore;
- h) Urti, colpi, impatti, compressioni;
- i) Vibrazioni;

Dispositivi di Protezione Individuale - Devono essere forniti:

- a) casco (all'esterno della cabina);
- b) otoprotettori (in caso di cabina aperta);
- c) guanti (all'esterno della cabina);
- d) calzature di sicurezza;
- e) indumenti protettivi;
- f) indumenti ad alta visibilità (all'esterno della cabina)

**Potenza sonora di attrezzature e macchine**

<b>Macchina</b>	<b>Lavorazioni</b>	<b>Potenza Sonora dB(A)</b>
Autocarro	Realizzazione della recinzione e degli accessi al cantiere; Allestimento di depositi, zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi; Allestimento di servizi igienico-assistenziali del cantiere; Allestimento di servizi sanitari del cantiere.	103.0
Autogru	Allestimento di depositi, zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi; Allestimento di servizi igienico-assistenziali del cantiere; Allestimento di servizi sanitari del cantiere.	103.0



## 9.1 FASE 2 – SCAVO E REINTERRO

In questa fase considereremo le situazioni di pericolosità relative alle lavorazioni, ai mezzi e agli attrezzi che riguardano la fase di scavo e successivo reinterro attraverso la valutazione dei rischi concreti, delle scelte progettuali e organizzative e delle relative misure protettive.



Fig. 9.1 - Fase di scavo

### 9.2.1 LAVORAZIONI

Considereremo le situazioni di pericolosità, e le necessarie misure preventive, relative alla fase di scavo analizzando le lavorazioni divise in Fasi (F) e Sottofasi (S):

- **Scavi e rinterri (F)**
  - Scavo di sbancamento (S)
  - Rinterro di scavo eseguito a macchina (S)

#### 9.1.2.1. Scavi e rinterri (F)

-Scavo di sbancamento (S): Scavi di sbancamenti a cielo aperto eseguiti con l'ausilio di mezzi meccanici.

Macchine utilizzate:

- a) Autocarro
- b) Escavatore
- c) Pala meccanica

Rischi generati dall'uso delle macchine:

- a) Cesoiamenti, stritolamenti;
- b) Getti, schizzi;
- c) Inalazione polveri, fibre;
- d) Rumore;
- e) Incendi, esplosioni;
- f) Investimento, ribaltamento;
- g) Urti, colpi, impatti, compressioni;
- h) Vibrazioni
- i) Elettrocuzione;
- j) Scivolamenti, cadute a livello

Lavoratori impegnati: Addetto allo scavo di sbancamento. Misure Preventive e Protettive – DPI:

- a) casco;
- b) occhiali protettivi;
- c) guanti;
- d) calzature di sicurezza;
- e) indumenti protettivi;
- f) otoprotettori;
- g) maschera antipolvere;
- h) indumenti ad alta visibilità.

Rischi a cui è sottoposto il lavoratore:

- a) Caduta dall'alto;
- b) Investimento, ribaltamento;
- c) Seppellimento, sprofondamento.

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;
- b) Andatoie e Passerelle;
- c) Scala semplice;

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

- a) Punture, tagli, abrasioni;
- b) Urti, colpi, impatti, compressioni;
- c) Caduta dall'alto;
- d) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- e) Movimentazione manuale dei carichi.

-Rinterro di scavo eseguito a macchina (S): Rinterro e compattazione di scavi esistenti, eseguito con l'ausilio di mezzi meccanici

Macchine utilizzate:

- a) Dumper
- b) Pala meccanica

Rischi generati dall'uso delle macchine:

- a) Cesoiamenti, stritolamenti;
- b) Inalazione polveri, fibre;
- c) Rumore;
- d) Incendi, esplosioni;
- e) Investimento, ribaltamento;
- f) Vibrazioni;
- g) Scivolamenti, cadute a livello.

Lavoratori impegnati: Addetto al reinterro di scavo eseguito a macchina. Misure

Preventive e Protettive – DPI:

- a) casco;
- b) otoprotettori
- c) occhiali protettivi;
- d) guanti;
- e) calzature di sicurezza;
- f) indumenti protettivi;
- g) otoprotettori;
- h) maschera antipolvere;
- i) indumenti ad alta visibilità.

Rischi a cui è sottoposto il lavoratore:

- a) Investimento, ribaltamento;

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;
- b) Andatoie e Passerelle;

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

- a) Punture, tagli, abrasioni;
- b) Urti, colpi, impatti, compressioni;
- c) Caduta dall'alto;
- d) Caduta di materiale dall'alto o a livello;

**9.1.3. RISCHI INDIVIDUATI NELLE LAVORAZIONI E RELATIVE MISURE PREVENTIVE E PROTETTIVE**

Elenco dei rischi, derivanti dalle lavorazioni e dall'uso di macchine e attrezzi, presi in considerazioni nella fase di scavo e reinterro:

- 1) Caduta dall'alto
- 2) Investimento, ribaltamento;
- 3) Rumore;
- 4) Seppellimento, sprofondamento;
- 5) Vibrazioni.

**1) Rischio di: Caduta dall'alto**

Nelle Lavorazioni:

-Scavo di sbancamento

Prescrizioni Esecutive:

- a) L'accesso al fondo dello scavo deve avvenire tramite appositi percorsi (scale a mano, scale ricavate nel terreno, rampe di accesso, ecc.). Nel caso si utilizzino scale a mano, devono sporgere a sufficienza oltre il piano di accesso e devono essere fissate stabilmente per impedire slittamenti o sbandamenti.
- b) L'accesso nei pozzi di fondazione, come nel caso del pozzo per il posizionamento dell'ascensore, deve essere predisposto con rampe di scale, anche verticali, purché

sfalsate tra loro, nel nostro caso una sola scala sarà sufficiente essendo il pozzo di fondazione per l'ascensore profondo solo 1,5m.

c) Gli attraversamenti devono essere garantiti da passerelle pedonali o piastre veicolari provviste da ambo i lati di parapetti con tavole fermapiede.

d) La zona di avanzamento del fronte scavo deve essere chiaramente segnalata e delimitata e ne deve essere impedito l'accesso al personale non autorizzato.

## 2) Rischio di: Investimento, Ribaltamento

### Nelle Lavorazioni:

-Scavo di sbancamento

-Reinterro di scavo eseguito a macchina

### Prescrizioni Esecutive:

Presenza di manodopera. Nei lavori di scavo con mezzi meccanici non devono essere eseguiti altri lavori che comportano la presenza di manodopera nel campo di azione dell'escavatore.

## 3) Rischio di: Rumore

### Nelle Macchine:

-Autocarro                      Fascia di appartenenza: Il livello di esposizione è "Minore  
-Escavatore                      dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)

-Pala Meccanica

-Dumper                      Fascia di appartenenza: Il livello di esposizione è "Maggiore  
dei valori superiori di azione: 85 dB(A) e 137 dB(C)"

Per la descrizione completa si faccia riferimento a Pag. 101

## 4) Rischio di: Seppellimento, Sprofondamento

### Nelle Lavorazioni:

-Scavo di sbancamento

### Prescrizioni Esecutive:

a) Armature del fronte: quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, infiltrazione, gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve essere provveduto all'armatura o al consolidamento del terreno.

b) Divieto di depositi sui bordi: è vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi. Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature.

### 5) Rischio di: Vibrazioni

#### Nelle Macchine:

-Autocarro	Fascia di appartenenza. Mano-Braccio (HAV): "Non presente"; Corpo Intero (WBV): "Inferiore a 0,5 m/s <sup>2</sup> ".
-Escavatore	Fascia di appartenenza.
-Pala meccanica	Mano-Braccio (HAV): "Non presente"; Corpo Intero (WBV): "Compreso tra 0,5 e 1 m/s <sup>2</sup> ".
-Dumper	

Per la descrizione completa si faccia riferimento a Pag. 102

### 9.1.4. ATTREZZATURE UTILIZZATE NELLE LAVORAZIONI

Elenco attrezzi:

- 1) Andatoie e Passerelle;
- 2) Attrezzi manuali;
- 3) Scala semplice.

**Andatoie e Passerelle:** sono opere provvisorie predisposte per consentire il collegamento di posti di lavoro collocati a quote differenti o separati da vuoti, come nel caso di scavi in trincea o ponteggi.

Nel progetto prevediamo l'utilizzo di due passerelle per l'accesso a fondo scavo e l'uscita, per un dislivello massimo di 0,80 m e un'inclinazione massima del 27%.

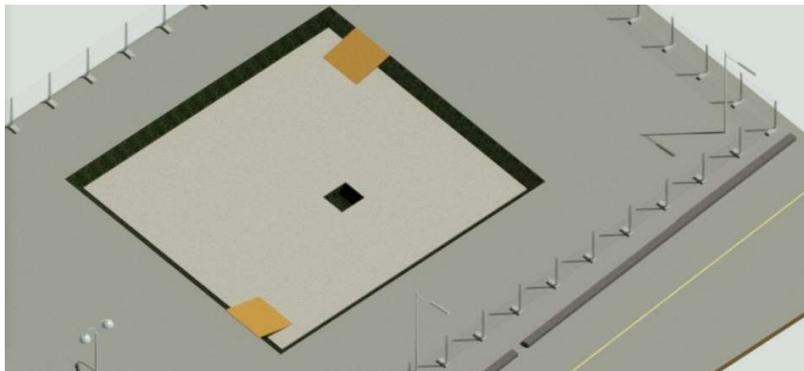


Fig. 8.2 - Posizionamento delle passerelle per l'accesso a fondo scavo.

Rischi Generati Dall'utilizzo Dell'attrezzo:

- a) Caduta dall'alto;
- b) Caduta di materiale dall'alto o a livello;

Misure Preventive Protettive generali e Organizzative:

Caratteristiche di sicurezza:

- a) devono essere allestite con buon materiale ed a regola d'arte, essere dimensionate in relazione alle specifiche esigenze di percorribilità e di portata ed essere conservate in efficienza per l'intera durata del lavoro;
- b) devono avere larghezza non inferiore a 60 cm se destinate al passaggio di sole persone e 120 cm se destinate al trasporto di materiali;
- c) sulle tavole che compongono il piano di calpestio devono essere fissati listelli trasversali a distanza non maggiore del passo di un uomo carico (circa 40 cm);
- d) la pendenza massima ammissibile non deve superare il 50% (altezza pari a non più di metà della lunghezza);
- e) le andatoie lunghe devono essere interrotte da pianerottoli di riposo ad opportuni intervalli;
- f) qualora siano allestite in prossimità di ponteggi o comunque in condizioni tali da risultare esposte al pericolo di caduta di materiale dall'alto, vanno idoneamente difese con un impalcato di sicurezza sovrastante (parasassi).

Misure Preventive E Protettive Relative All'attrezzo:

Prescrizioni Esecutive:

- a) verificare la stabilità e la completezza delle passerelle o andatoie, con particolare riguardo alle tavole che compongono il piano di calpestio ed ai parapetti;
- b) verificare la completezza e l'efficacia della protezione verso il vuoto (parapetto con arresto al piede);
- c) non sovraccaricare passerelle o andatoie con carichi eccessivi;
- d) verificare di non dover movimentare manualmente carichi superiori a quelli consentiti;
- e) segnalare al responsabile del cantiere eventuali non rispondenze a quanto indicato.

Dispositivi Di Protezione Individuale - Devono essere forniti:

- a) guanti;

- b) calzature di sicurezza;
- c) indumenti protettivi.

**Attrezzi manuali:** Gli attrezzi manuali, presenti in tutte le fasi lavorative, sono sostanzialmente costituiti da una parte destinata all'impugnatura ed un'altra, variamente conformata, alla specifica funzione svolta.

Per la descrizione completa si faccia riferimento a Pag. 102

**Scala Semplice:** La scala a mano semplice è adoperata per superare dislivelli o effettuare operazioni di carattere temporaneo a quote non altrimenti raggiungibili.

Rischi Generati Dall'utilizzo Dell'attrezzo:

- a) Caduta dall'alto;
- b) Movimentazione manuale dei carichi;
- c) Urti, colpi, impatti, compressioni;

Prescrizioni Organizzative:

Caratteristiche di sicurezza:

- a) le scale a mano devono essere costruite con materiale adatto alle condizioni di impiego, possono quindi essere in ferro, alluminio o legno, ma devono essere sufficientemente resistenti ed avere dimensioni appropriate all'uso;
- b) le scale in legno devono avere i pioli incastrati nei montanti che devono essere trattenuti con tiranti in ferro applicati sotto i due pioli estremi; le scale lunghe più di 4 m devono avere anche un tirante intermedio;
- c) in tutti i casi le scale devono essere provviste di dispositivi antisdrucchio alle estremità inferiori dei due montanti e di elementi di trattenuta o di appoggi antisdrucchio alle estremità superiori.

Misure Preventive E Protettive Relative All'attrezzo:

Prima dell'uso:

- a) la scala deve sporgere a sufficienza oltre il piano di accesso (è consigliabile che tale sporgenza sia di almeno 1 m), curando la corrispondenza del piolo con lo stesso (è possibile far proseguire un solo montante efficacemente fissato);

- b) le scale usate per l'accesso a piani successivi non devono essere poste una in prosecuzione dell'altra;
- c) le scale poste sul filo esterno di una costruzione od opere provvisoriale (ponteggi) devono essere dotate di corrimano e parapetto;
- d) la scala deve distare dalla verticale di appoggio di una misura pari ad 1/4 della propria lunghezza;
- e) è vietata la riparazione dei pioli rotti con listelli di legno chiodati sui montanti;
- f) le scale posizionate su terreno cedevole vanno appoggiate su un'unica tavola di ripartizione;
- g) il sito dove viene installata la scala deve essere sgombro da eventuali materiali e lontano dai passaggi.

Durante l'uso:

- a) le scale non vincolate devono essere trattenute al piede da altra persona;
- b) durante gli spostamenti laterali nessun lavoratore deve trovarsi sulla scala;
- c) evitare l'uso di scale eccessivamente sporgenti oltre il piano di arrivo;
- d) la scala deve essere utilizzata da una sola persona per volta limitando il peso dei carichi da trasportare;
- e) quando vengono eseguiti lavori in quota, utilizzando scale ad elementi innestati, una persona deve esercitare da terra una continua vigilanza sulla scala;
- f) la salita e la discesa vanno effettuate con il viso rivolto verso la scala.

Dopo l'uso:

- a) controllare periodicamente lo stato di conservazione delle scale provvedendo alla manutenzione necessaria;
- b) le scale non utilizzate devono essere conservate in un luogo riparato dalle intemperie e, possibilmente, sospese ad appositi ganci;
- c) segnalare immediatamente eventuali anomalie riscontrate, in particolare: pioli rotti, gioco fra gli incastri, fessurazioni, carenza dei dispositivi antiscivolo e di arresto.

Dispositivi Di Protezione Individuale - Devono essere forniti:

- a) casco;
- b) guanti;
- c) calzature di sicurezza

### 9.1.5. MACCHINE UTILIZZATE NELLE LAVORAZIONI

Elenco delle macchine:

- 1) Autocarro;
- 2) Dumper;
- 3) Escavatore;
- 4) Pala meccanica.

**Autocarro:** è un mezzo d'opera utilizzato per il trasporto di mezzi, materiali da costruzione, materiali di risulta ecc.

Per la descrizione completa si faccia riferimento a Pag. 103

**Dumper:** è un mezzo d'opera utilizzato per il trasporto di materiali incoerenti (sabbia, pietrisco).

Rischi generati dall'utilizzo della Macchina:

- a) Cesoiamenti, stritolamenti;
- b) Inalazione polveri, fibre;
- c) Incendi, esplosioni;
- d) Investimento, ribaltamento;
- e) Rumore;
- f) Vibrazioni;

Misure Preventive e Protettive relative alla macchina, Prescrizioni Esecutive:

Prima dell'uso:

- a) verificare il funzionamento dei comandi di guida con particolare riguardo per i freni;
- b) verificare l'efficienza dei gruppi ottici per lavorazioni in mancanza di illuminazione;
- c) verificare la presenza del carter al volano;
- d) verificare il funzionamento dell'avvisatore acustico e del girofaro;
- e) controllare che i percorsi siano adeguati alla stabilità del mezzo;
- f) verificare la presenza di una efficace protezione del posto di manovra contro i rischi da ribaltamento (rollbar o robusta cabina).

Durante l'uso:

- a) adeguare la velocità ai limiti stabiliti in cantiere e transitare a passo d'uomo in prossimità dei posti di lavoro;
- b) non percorrere lunghi tragitti in retromarcia;
- c) non trasportare altre persone;
- d) durante gli spostamenti abbassare il cassone;
- e) eseguire lo scarico in posizione stabile tenendo a distanza di sicurezza il personale addetto ai lavori;
- f) mantenere sgombro il posto di guida;
- g) mantenere puliti i comandi da grasso e olio;
- h) non rimuovere le protezioni del posto di guida;
- i) richiedere l'aiuto di personale a terra per eseguire le manovre in spazi ristretti o quando la visibilità è incompleta;
- j) durante i rifornimenti spegnere il motore e non fumare;
- k) segnalare tempestivamente eventuali gravi anomalie.

Dopo l'uso:

- a) riporre correttamente il mezzo azionando il freno di stazionamento;
- b) eseguire le operazioni di revisione e pulizia necessarie al reimpiego della macchina a motore spento, segnalando eventuali guasti;
- c) eseguire la manutenzione secondo le indicazioni del libretto.

Dispositivi di Protezione Individuale - Devono essere forniti:

- a) casco (all'esterno della cabina);
- b) otoprotettori (all'esterno della cabina);
- c) maschera antipolvere (in presenza di lavorazioni polverose);
- d) guanti (all'esterno della cabina);
- e) calzature di sicurezza;
- f) indumenti protettivi;
- g) indumenti ad alta visibilità (all'esterno della cabina).

**Escavatore:** è una macchina operatrice con pala anteriore impiegata per lavori di scavo, riporto e movimento di materiali.

### Rischi generati dall'utilizzo della Macchina:

- a) Cesoiamenti, stritolamenti;
- b) Elettrocuzione;
- c) Inalazione polveri, fibre;
- d) Incendi, esplosioni;
- e) Investimento, ribaltamento;
- f) Rumore;
- g) Scivolamenti, cadute a livello;
- h) Vibrazioni;

### Misure Preventive e Protettive relative alla macchina, Prescrizioni Esecutive:

#### Prima dell'uso:

- a) verificare che nella zona di lavoro non vi siano linee elettriche che possano interferire con le manovre;
- b) controllare i percorsi e le aree di lavoro approntando gli eventuali rafforzamenti;
- c) controllare l'efficienza dei comandi;
- d) verificare l'efficienza dei gruppi ottici per le lavorazioni in mancanza di illuminazione;
- e) verificare che l'avvisatore acustico e il girofaro siano regolarmente funzionanti;
- f) controllare la chiusura di tutti gli sportelli del vano motore;
- g) garantire la visibilità del posto di manovra;
- h) verificare l'integrità dei tubi flessibili e dell'impianto oleodinamico in genere;
- i) verificare la presenza di una efficace protezione del posto di manovra contro i rischi da ribaltamento (rollbar o robusta cabina).

#### Durante l'uso:

- a) segnalare l'operatività del mezzo col girofaro;
- b) chiudere gli sportelli della cabina;
- c) usare gli stabilizzatori, ove presenti;
- d) non ammettere a bordo della macchina altre persone;
- e) nelle fasi di inattività tenere a distanza di sicurezza il braccio dai lavoratori;

- f) per le interruzioni momentanee di lavoro, prima di scendere dal mezzo, azionare il dispositivo di blocco dei comandi;
- g) mantenere sgombra e pulita la cabina;
- h) richiedere l'aiuto di personale a terra per eseguire le manovre in spazi ristretti o quando la visibilità è incompleta;
- i) durante i rifornimenti di carburante spegnere il motore e non fumare;
- j) segnalare tempestivamente eventuali gravi anomalie.

Dopo l'uso:

- a) pulire gli organi di comando da grasso e olio;
- b) posizionare correttamente la macchina, abbassando la benna a terra, inserendo il blocco comandi ed azionando il freno di stazionamento;
- c) eseguire le operazioni di revisione e manutenzione seguendo le indicazioni del libretto e segnalando eventuali guasti.

Dispositivi di Protezione Individuale - Devono essere forniti:

- a) casco (all'esterno della cabina);
- b) otoprotettori (in presenza di cabina aperta);
- c) maschera antipolvere (in presenza di cabina aperta);
- d) guanti (all'esterno della cabina);
- e) calzature di sicurezza;
- f) indumenti protettivi;
- g) indumenti ad alta visibilità (all'esterno della cabina).

**Pala Meccanica:** è una macchina operatrice dotata di una benna mobile utilizzata per operazioni di scavo, carico, sollevamento, trasporto e scarico di terra o altri materiali incoerenti.

Rischi generati dall'utilizzo della Macchina:

- a) Cesoiamenti, stritolamenti;
- b) Inalazione polveri, fibre;
- c) Incendi, esplosioni;
- d) Investimento, ribaltamento;
- e) Rumore;
- f) Scivolamenti, cadute a livello;

- g) Vibrazioni;

Misure Preventive e Protettive relative alla macchina, Prescrizioni Esecutive:

Prima dell'uso:

- a) garantire la visibilità del posto di manovra (mezzi con cabina);
- b) verificare l'efficienza dei gruppi ottici per le lavorazioni in mancanza di illuminazione;
- c) controllare l'efficienza dei comandi;
- d) verificare che l'avvisatore acustico, il segnalatore di retromarcia ed il girofaro siano regolarmente funzionanti;
- e) controllare la chiusura degli sportelli del vano motore;
- f) verificare l'integrità dei tubi flessibili e dell'impianto oleodinamico in genere;
- g) controllare i percorsi e le aree di lavoro verificando le condizioni di stabilità per il mezzo;
- h) verificare la presenza di una efficace protezione del posto di manovra contro i rischi da ribaltamento (rollbar o robusta cabina).

Durante l'uso:

- a) segnalare l'operatività del mezzo col girofaro;
- b) non ammettere a bordo della macchina altre persone;
- c) non utilizzare la benna per sollevare o trasportare persone;
- d) trasportare il carico con la benna abbassata;
- e) non caricare materiale sfuso sporgente dalla benna;
- f) adeguare la velocità ai limiti stabiliti in cantiere ed in prossimità dei posti di lavoro transitare a passo d'uomo;
- g) mantenere sgombro e pulito il posto di guida;
- h) durante i rifornimenti di carburante spegnere il motore e non fumare;
- i) segnalare eventuali gravi anomalie.

Dopo l'uso:

- a) posizionare correttamente la macchina, abbassando la benna a terra e azionando il freno di stazionamento;
- b) pulire gli organi di comando da grasso e olio;
- c) pulire convenientemente il mezzo;
- d) eseguire le operazioni di revisione e manutenzione seguendo le indicazioni del libretto e segnalando eventuali guasti.

Dispositivi di Protezione Individuale - Devono essere forniti:

- a) casco (all'esterno della cabina);
- b) otoprotettori (in presenza di cabina aperta);
- c) maschera antipolvere (in presenza di cabina aperta);
- d) guanti (all'esterno della cabina);
- e) calzature di sicurezza;
- f) indumenti protettivi;
- g) indumenti ad alta visibilità (all'esterno della cabina).

**Potenza sonora di attrezzature e macchine**

<b>Macchina</b>	<b>Lavorazioni</b>	<b>Potenza Sonora dB(A)</b>
Autocarro	Scavo di sbancamento.	103.0
Dumper	Rinterro di scavo eseguito a macchina.	103.0
Escavatore	Scavo di sbancamento.	104.0
Pala Meccanica	Scavo di sbancamento; Rinterro di scavo eseguito a macchina.	104.0



### **10.1 FASE 3 - FONDAZIONI**

In questa fase considereremo le situazioni di pericolosità relative alle lavorazioni, ai mezzi e agli attrezzi che riguardano la fase di getto delle fondazioni e posa delle armature attraverso l'individuazione, l'analisi e la valutazione dei rischi concreti e l'analisi delle scelte progettuali ed organizzative, delle procedure, delle misure preventive e protettive. Si prevede un getto di magrone di 10cm sul quale pogerà una fondazione a platea di 40cm in calcestruzzo armato.

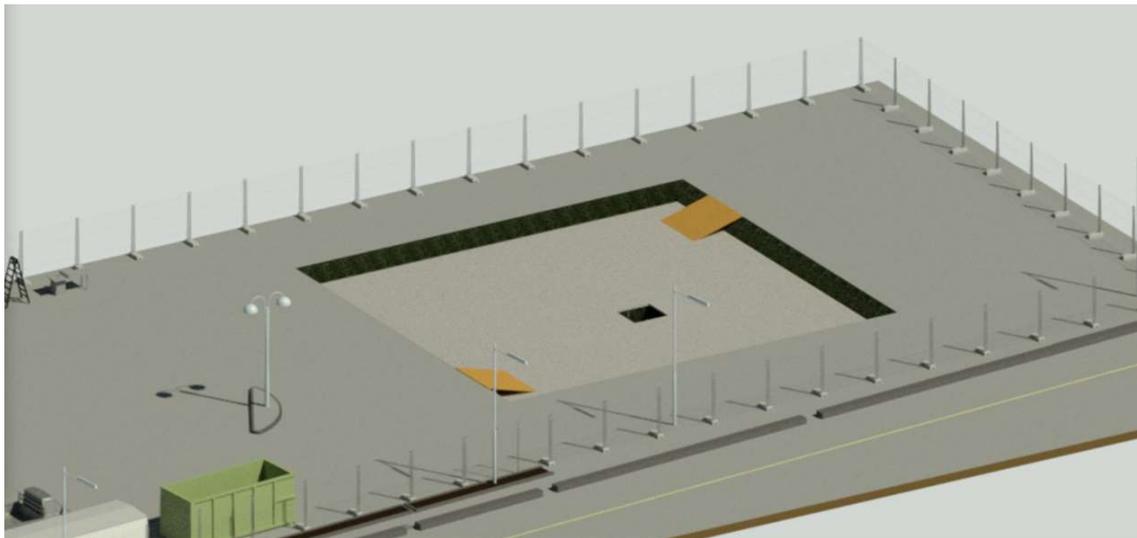


Fig. 10.1 - Area di scavo e getto del magrone.

### **10.1.2 LAVORAZIONI**

Considereremo le situazioni di pericolosità, e le necessarie misure preventive relative alla fase di getto delle fondazioni analizzando le lavorazioni divise in Fasi (F) e Sottofasi (S):

- **Strutture in fondazione in c.a. (F)**

- Realizzazione della carpenteria per le strutture in fondazione (S)
- Lavorazione e posa ferri di armatura per le strutture in fondazione (S)
- Getto in calcestruzzo per le strutture in fondazione (S)

#### **10.1.2.1 Strutture in fondazione in c.a. (F)**

-Realizzazione della carpenteria per le strutture in fondazione (S): in particolare sarà prevista una fondazione a platea di spessore 40cm, gettata su uno strato di 10cm di magrone (ghiaia e sabbia) con l'unica funzione di livellamento del terreno.

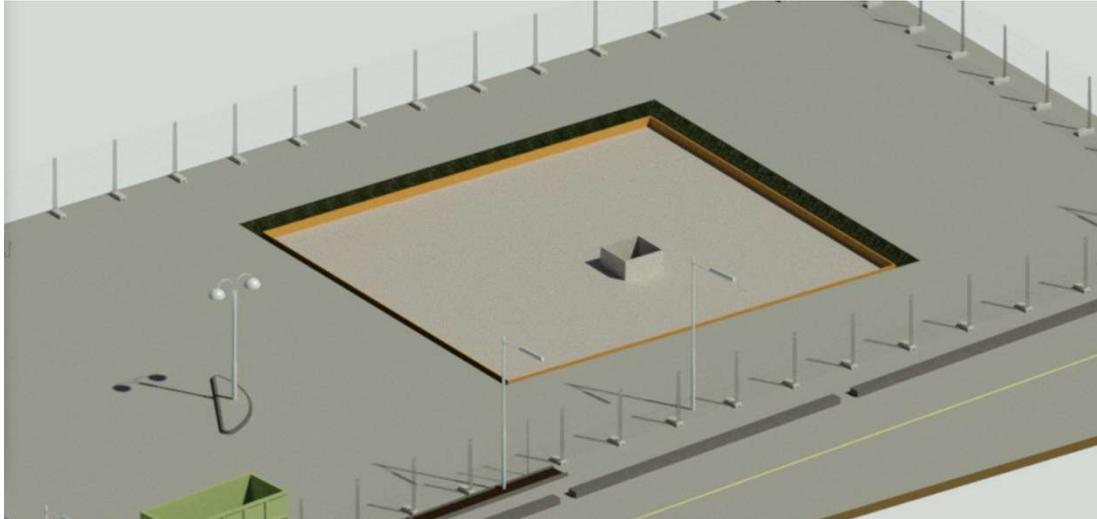


Fig. 10.2 - Area di scavo e posa delle cassature perimetrali.

Lavoratori impegnati: Addetto alla realizzazione della carpenteria per le strutture in fondazione. Misure Preventive e Protettive - DPI:

- a) casco;
- b) otoprotettori;
- c) occhiali protettivi;
- d) maschera con filtro specifico;
- e) guanti;
- f) calzature di sicurezza;
- g) indumenti protettivi.

Rischi a cui è sottoposto il lavoratore:

- a) Chimico;
- b) Rumore;
- c) Punture, tagli, abrasioni;

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Andatoie e Passerelle;
- b) Attrezzi manuali;
- c) Sega circolare;

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

- a) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- b) Punture, tagli, abrasioni;
- c) Urti, colpi, impatti, compressioni;
- d) Elettrocuzione;
- e) Inalazione polveri, fibre;
- f) Rumore;
- g) Scivolamenti, cadute a livello.

-Lavorazione e posa ferri di armatura per le strutture in fondazione (S): Lavorazione (sagomatura, taglio, saldatura) e posa nelle cassature di ferri di armatura per strutture in fondazione

Lavoratori impegnati: Addetto alla lavorazione e posa ferri di armatura per le strutture in fondazione. Misure Preventive e Protettive - DPI:

- a) casco;
- b) occhiali protettivi;
- c) guanti;
- d) calzature di sicurezza;
- e) indumenti protettivi.

Rischi a cui è sottoposto il lavoratore:

- a) Punture, tagli, abrasioni;

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Andatoie e Passerelle;
- b) Attrezzi manuali;
- c) Trancia-piegaferri;

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

- a) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- b) Punture, tagli, abrasioni;
- c) Urti, colpi, impatti, compressioni;

- d) Cesoiamenti, stritolamenti;
- e) Elettrocuzione;
- f) Rumore;
- g) Scivolamenti, cadute a livello.

-Getto in calcestruzzo per le strutture in fondazione (S): Esecuzione di getti di cls per la realizzazione di strutture in fondazione, dirette

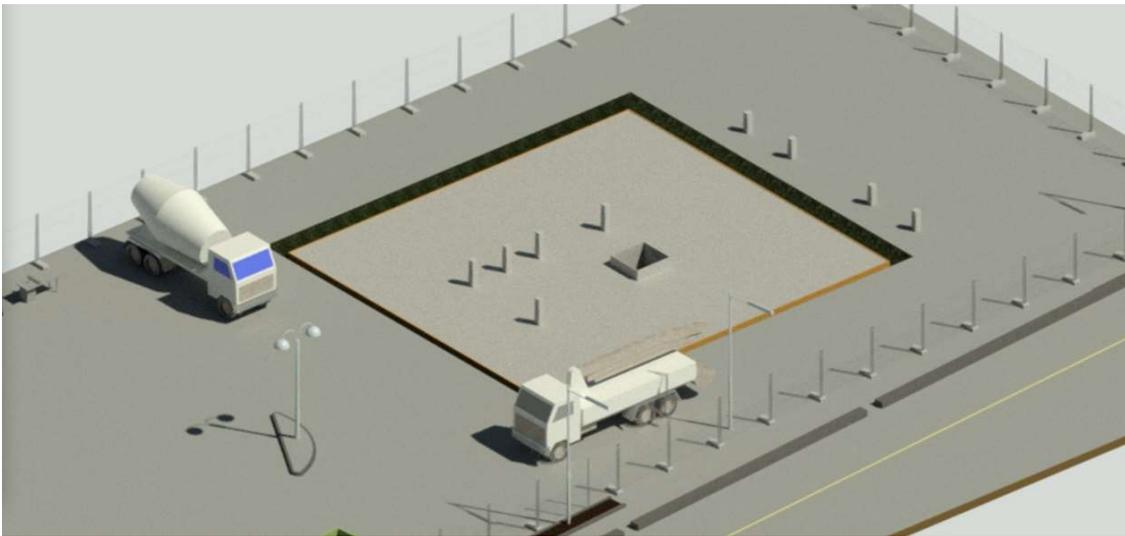


Fig. 10.3 - Area di scavo e getto della fondazione a platea.

Macchine utilizzate:

- a) Autobetoniera;
- b) Autopompa per cls.

Rischi generati dall'uso delle macchine:

- a) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- b) Cesoiamenti, stritolamenti;
- c) Getti, schizzi; Incendi, esplosioni;
- d) Investimento, ribaltamento;
- e) Rumore;
- f) Scivolamenti, cadute a livello;
- g) Urti, colpi, impatti, compressioni;
- h) Vibrazioni;
- i) Elettrocuzione.

Lavoratori impegnati: Addetto al getto in calcestruzzo per le strutture in fondazione.

Misure Preventive e Protettive - DPI:

- a) casco;
- b) occhiali protettivi;
- c) guanti;
- d) calzature di sicurezza;
- e) indumenti protettivi.

Rischi a cui è sottoposto il lavoratore:

- a) Chimico
- b) Getti, schizzi.

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Andatoie e Passerelle;
- b) Attrezzi manuali;
- c) Vibratore elettrico per calcestruzzo;

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

- a) Caduta dall'alto;
- b) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- c) Punture, tagli, abrasioni;
- d) Urti, colpi, impatti, compressioni;
- e) Elettrocuzione;
- f) Rumore;
- g) Vibrazioni.

### **10.1.3. RISCHI INDIVIDUATI NELLE LAVORAZIONI E RELATIVE MISURE PREVENTIVE E PROTETTIVE**

Elenco dei rischi, derivanti dalle lavorazioni e dall'uso di macchine e attrezzi, presi in considerazioni nella fase di getto delle fondazioni:

- 1) Chimico;
- 2) Getti, schizzi;
- 3) Punture, tagli, abrasioni;
- 4) Rumore;
- 5) Vibrazioni.

#### **1) Rischio: Chimico**

Nelle lavorazioni:

- Realizzazione della carpenteria per le strutture in fondazione;
- Getto in calcestruzzo per le strutture in fondazione;

Prescrizioni Esecutive:

- a) la progettazione e l'organizzazione dei sistemi di lavorazione sul luogo di lavoro deve essere effettuata nel rispetto delle condizioni di salute e sicurezza dei lavoratori;
- b) le attrezzature di lavoro fornite devono essere idonee per l'attività specifica e mantenute adeguatamente;
- c) il numero di lavoratori presenti durante l'attività specifica deve essere quello minimo in funzione della necessità della lavorazione;
- d) la durata e l'intensità dell'esposizione ad agenti chimici pericolosi deve essere ridotta al minimo;
- e) devono essere fornite indicazioni in merito alle misure igieniche da rispettare per il mantenimento delle condizioni di salute e sicurezza dei lavoratori;
- f) le quantità di agenti presenti sul posto di lavoro, devono essere ridotte al minimo, in funzione delle necessità di lavorazione;
- g) devono essere adottati metodi di lavoro appropriati comprese le disposizioni che garantiscono la sicurezza nella manipolazione, nell'immagazzinamento e nel trasporto sul luogo di lavoro di agenti chimici pericolosi e dei rifiuti che contengono detti agenti.

## 2) Rischio di: Getti, schizzi

### Nelle lavorazioni:

-Getto in calcestruzzo per le strutture in fondazione;

### Prescrizioni Esecutive:

Durante lo scarico dell'impasto l'altezza della benna o del tubo di getto (nel caso di getto con pompa) deve essere ridotta al minimo.

## 3) Rischio di: Punture, tagli, abrasioni

### Nelle lavorazioni:

-Realizzazione della carpenteria per le strutture in fondazione;

-Lavorazione e posa ferri di armatura per le strutture in fondazione;

### Prescrizioni Esecutive:

a) Ferri d'attesa: devono essere protetti contro il contatto accidentale; la protezione può essere ottenuta attraverso la conformazione dei ferri o con l'apposizione di una copertura in materiale resistente

b) Disarmo: prima di permettere l'accesso alle zone in cui è stato effettuato il disarmo delle strutture si deve provvedere alla rimozione di tutti i chiodi e di tutte le punte.

## 4) Rischio: Rumore

### Nelle Lavorazioni:

-Realizzazione della carpenteria per le strutture in fondazione; il livello di esposizione è "Maggiore dei valori superiori di azione: 85 dB(A) e 137 dB(C)".

### Nelle Macchine:

-Autobetoniera; Fascia di appartenenza: Il livello di esposizione è "Minore

-Autopompa per cls dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)"

Per la descrizione completa si faccia riferimento a Pag. 101

## 5) Rischio di: Vibrazioni

### Nelle macchine:

-Autobetoniera; Fascia di appartenenza:

-Autopompa per cls Mano-Braccio (HAV): "Non presente";

Corpo Intero (WBV): "Inferiore a 0,5 m/s<sup>2</sup>".

Per la descrizione completa si faccia riferimento a Pag. 102

#### 10.1.4. ATTREZZATURE UTILIZZATE NELLE LAVORAZIONI

Elenco attrezzi:

- 1) Andatoie e Passerelle;
- 2) Attrezzi manuali;
- 3) Sega circolare;
- 4) Trancia-piegaferri;
- 5) Vibratore elettrico per calcestruzzo.

**Andatoie e Passerelle:** sono opere provvisorie predisposte per consentire il collegamento di posti di lavoro collocati a quote differenti o separati da vuoti, come nel caso di scavi in trincea o ponteggi.

Per la descrizione completa si faccia riferimento a Pag. 114

**Attrezzi manuali:** Gli attrezzi manuali, presenti in tutte le fasi lavorative, sono sostanzialmente costituiti da una parte destinata all'impugnatura ed un'altra, variamente conformata, alla specifica funzione svolta.

Per la descrizione completa si faccia riferimento a Pag. 102

**Sega circolare:** quasi sempre presente nei cantieri, viene utilizzata per il taglio del legname da carpenteria e/o per quello usato nelle diverse lavorazioni.

Rischi generati dall'utilizzo dell'Attrezzo:

- a) Elettrocuzione;
- b) Inalazione polveri, fibre;
- c) Punture, tagli, abrasioni;
- d) Rumore;
- e) Scivolamenti, cadute a livello;
- f) Urti, colpi, impatti, compressioni;

Misure Preventive e Protettive relative all'attrezzo, Prescrizioni Esecutive:

Prima dell'uso:

- a) verificare la presenza ed efficienza della cuffia di protezione registrabile o a caduta libera sul banco di lavoro in modo tale che risulti libera la sola parte attiva del disco necessaria per effettuare la lavorazione;

- b) verificare la presenza ed efficienza del coltello divisore in acciaio posto dietro la lama e registrato a non più di 3 mm. dalla dentatura del disco (il suo scopo è quello di tenere aperto il taglio, quando si taglia legname per lungo, al fine di evitare il possibile rifiuto del pezzo o l'eccessivo attrito delle parti tagliate contro le facciate del disco);
- c) verificare la presenza e l'efficienza degli schermi ai due lati del disco nella parte sottostante il banco di lavoro, in modo tale che sia evitato il contatto di tale parte di lama per azioni accidentali (come ad esempio potrebbe accadere durante l'azionamento dell'interruttore di manovra);
- d) verificare la presenza ed efficienza degli spingitoi di legno per aiutarsi nel taglio di piccoli pezzi (se ben conformati ed utilizzati evitano di portare le mani troppo vicino al disco o comunque sulla sua traiettoria);
- e) verificare la stabilità della macchina (le vibrazioni eccessive possono provocare lo sbandamento del pezzo in lavorazione o delle mani che trattengono il pezzo);
- f) verificare la pulizia dell'area circostante la macchina, in particolare di quella corrispondente al posto di lavoro (eventuale materiale depositato può provocare inciampi o scivolamenti);
- g) verificare la pulizia della superficie del banco di lavoro (eventuale materiale depositato può costituire intralcio durante l'uso e distrarre l'addetto dall'operazione di taglio);
- h) verificare l'integrità dei collegamenti elettrici e di terra dei fusibili e delle coperture delle parti sotto tensione (scatole morsettiere - interruttori);
- i) verificare il buon funzionamento dell'interruttore di manovra;
- j) verificare la disposizione del cavo di alimentazione (non deve intralciare le manovre, non deve essere soggetto ad urti o danneggiamenti con il materiale lavorato o da lavorare, non deve intralciare i passaggi).

Durante l'uso:

- a) registrare la cuffia di protezione in modo tale che l'imbocco venga a sfiorare il pezzo in lavorazione o verificare che sia libera di alzarsi al passaggio del pezzo in lavorazione e di abbassarsi sul banco di lavoro, per quelle basculanti;
- b) per tagli di piccoli pezzi e, comunque, per quei tagli in cui le mani si verrebbero a trovare in prossimità del disco o sulla sua traiettoria, è indispensabile utilizzare spingitoi;
- c) non distrarsi durante il taglio del pezzo;

- d) normalmente la cuffia di protezione è anche un idoneo dispositivo atto a trattenere le schegge;
- e) usare gli occhiali, se nella lavorazione specifica la cuffia di protezione risultasse insufficiente a trattenere le schegge.

Dopo l'uso:

- a) la macchina potrebbe venire utilizzata da altra persona, quindi deve essere lasciata in perfetta efficienza;
- b) lasciare il banco di lavoro libero da materiali;
- c) lasciare la zona circostante pulita con particolare riferimento a quella corrispondente al posto di lavoro;
- d) verificare l'efficienza delle protezioni;
- e) segnalare le eventuali anomalie al responsabile del cantiere.

Dispositivi di Protezione Individuale - Devono essere forniti:

- a) casco;
- b) otoprotettori;
- c) occhiali protettivi;
- d) guanti;
- e) calzature di sicurezza.

**Trancia-Piegaferrì:** La trancia-piegaferrì è un'attrezzatura utilizzata per sagomare i ferri di armatura, e le relative staffe, dei getti di conglomerato cementizio armato.

Rischi generati dall'utilizzo dell'Attrezzo:

- a) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- b) Cesoiamenti, stritolamenti;
- c) Elettrocuzione;
- d) Punture, tagli, abrasioni;
- e) Rumore;
- f) Scivolamenti, cadute a livello;

Misure Preventive e Protettive relative all'attrezzo, Prescrizioni Esecutive:

Prima dell'uso:

- a) Accertati dell'integrità dei collegamenti e dei conduttori elettrici e di messa a terra visibili;
- b) Assicuratevi dell'integrità delle protezioni e dei ripari alle morsettiere e del buon funzionamento degli interruttori elettrici di azionamento e di manovra;
- c) Controlla la presenza ed il buono stato della protezione sovrastante il posto di manovra (tettoia);
- d) Accertati della stabilità della macchina;
- e) Accertati dell'adeguatezza dell'area di lavoro circostante il banco di lavorazione;
- f) Assicuratevi dell'efficienza del pedale di comando e dell'interruttore;
- g) Prendi visione della posizione del comando per l'arresto d'emergenza e verificane l'efficienza;
- h) Accertati della presenza e dell'efficienza delle protezioni da contatto accidentale relative agli organi di manovra e agli altri organi di trasmissione del moto (pulegge, cinghie, ingranaggi, ecc.) e del buon funzionamento dei pulsanti e dei dispositivi di arresto.

Durante l'uso:

- a) Verifica la disposizione dei cavi di alimentazione affinché non intralcino i posti di lavoro e i passaggi, e non siano soggetti a danneggiamenti meccanici da parte del materiale da lavorare e lavorato;
- b) Presta particolare attenzione nel mantenere ad adeguata distanza le mani dagli organi lavoratori;
- c) Qualora debbano essere eseguite lavorazioni o tagli su piccoli pezzi, utilizza le apposite attrezzature speciali per trattenere e movimentare il pezzo in prossimità degli organi lavoratori;
- d) Evita di tagliare più tondini o barre contemporaneamente;
- e) Mantieni sgombro da materiali il banco di lavoro;
- f) Evita assolutamente di rimuovere i dispositivi di protezione;
- g) Informa tempestivamente il preposto e/o il datore di lavoro, di malfunzionamenti o pericoli che dovessero evidenziarsi durante il lavoro.

Dopo l'uso:

- a) Verifica di aver aperto tutti i circuiti elettrici della macchina (interrotto ogni operatività) e l'interruttore generale di alimentazione al quadro;

- b) Effettua tutte le operazioni di revisione e manutenzione della macchina secondo quanto indicato nel libretto e sempre dopo esserti accertato che la macchina sia spenta e non riavviabile da terzi accidentalmente;
- c) Pulisci la macchina da eventuali residui di materiale e, in particolare, verifica che il materiale lavorato o da lavorare non sia accidentalmente venuto ad interferire sui conduttori di alimentazione e/o messa a terra

Dispositivi di Protezione Individuale - Devono essere forniti:

- a) casco;
- b) otoprotettori;
- c) guanti;
- d) calzature di sicurezza;
- e) indumenti protettivi.

**Vibratore elettrico per calcestruzzo:** è un'attrezzatura per il costipamento del conglomerato cementizio a getto avvenuto.

Rischi generati dall'utilizzo dell'Attrezzo:

- a) Elettrocuzione;
- b) Rumore;
- c) Vibrazioni.

Misure Preventive e Protettive relative all'attrezzo, Prescrizioni Esecutive:

Prima dell'uso:

- a) verificare l'integrità dei cavi di alimentazione e della spina;
- b) posizionare il trasformatore in un luogo asciutto.

Durante l'uso:

- a) proteggere il cavo d'alimentazione;
- b) non mantenere a lungo fuori dal getto l'ago in funzione;
- c) nelle pause di lavoro interrompere l'alimentazione elettrica.

Dopo l'uso:

- a) scollegare elettricamente l'utensile;
- b) pulire accuratamente l'utensile;
- c) segnalare eventuali malfunzionamenti.

Dispositivi di Protezione Individuale - Devono essere forniti:

- a) casco;
- b) otoprotettori;
- c) guanti antivibrazioni;
- d) calzature di sicurezza;
- e) indumenti protettivi.

### **10.1.5. MACCHINE UTILIZZATE NELLE LAVORAZIONI**

Elenco delle macchine:

- 1) Autobetoniera;
- 2) Autopompa per cls.

**Autobetoniera:** è un mezzo d'opera destinato al trasporto di calcestruzzi dalla centrale di betonaggio fino al luogo della posa in opera.

Rischi generati dall'utilizzo della Macchina:

- a) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- b) Cesoiamenti, stritolamenti;
- c) Getti, schizzi;
- d) Incendi, esplosioni;
- e) Investimento, ribaltamento;
- f) Rumore;
- g) Scivolamenti, cadute a livello;
- h) Urti, colpi, impatti, compressioni;
- i) Vibrazioni

Misure Preventive e Protettive relative all'attrezzo, Prescrizioni Esecutive:

Prima dell'uso:

- a) verificare l'efficienza delle luci, dei dispositivi di segnalazione acustici e luminosi;
- b) garantire la visibilità del posto di guida;
- c) verificare accuratamente l'efficienza dei dispositivi frenanti e di tutti i comandi di guida;
- d) verificare l'efficienza dei comandi del tamburo;

- e) controllare l'efficienza della protezione della catena di trasmissione e delle relative ruote dentate;
- f) verificare l'efficienza delle protezioni degli organi in movimento;
- g) verificare l'efficienza della scaletta e dell'eventuale dispositivo di blocco in posizione di riposo;
- h) verificare l'integrità delle tubazioni dell'impianto oleodinamico;
- i) controllare che i percorsi in cantiere siano adeguati alla stabilità del mezzo;
- j) verificare la presenza in cabina di un estintore.

Durante l'uso:

- a) segnalare l'operatività del mezzo col girofaro in area di cantiere;
- b) adeguare la velocità ai limiti stabiliti in cantiere e transitare a passo d'uomo in prossimità dei posti di lavoro;
- c) richiedere l'aiuto di personale a terra per eseguire le manovre in spazi ristretti o quando la visibilità è incompleta;
- d) non transitare o stazionare in prossimità del bordo degli scavi;
- e) durante gli spostamenti e lo scarico tenere fermo il canale;
- f) tenersi a distanza di sicurezza durante le manovre di avvicinamento ed allontanamento della benna;
- g) durante il trasporto bloccare il canale;
- h) durante i rifornimenti di carburante spegnere il motore e non fumare;
- i) pulire accuratamente il tamburo, la tramoggia ed il canale;
- j) segnalare tempestivamente eventuali gravi guasti.

Dopo l'uso:

- a) eseguire le operazioni di revisione e manutenzione necessarie al reimpiego, con particolare riguardo ai pneumatici ed i freni, segnalando eventuali anomalie;
- b) pulire convenientemente il mezzo curando gli organi di comando.

Dispositivi di Protezione Individuale - Devono essere forniti:

- a) casco (all'esterno della cabina);
- b) otoprotettori (all'esterno della cabina);
- c) occhiali protettivi (all'esterno della cabina);
- d) guanti (all'esterno della cabina);
- e) calzature di sicurezza;
- f) indumenti protettivi;

g) indumenti ad alta visibilità (all'esterno della cabina).

**Autopompa per cls:** un mezzo d'opera attrezzato con una pompa per il sollevamento del calcestruzzo per getti in quota.

Rischi generati dall'utilizzo della Macchina:

- a) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- b) Elettrocuzione;
- c) Getti, schizzi;
- d) Investimento, ribaltamento;
- e) Rumore;
- f) Scivolamenti, cadute a livello;
- g) Vibrazioni.

Misure Preventive e Protettive relative all'attrezzo, Prescrizioni Esecutive:

Prima dell'uso:

- a) verificare accuratamente l'efficienza dei dispositivi frenanti e di tutti i comandi in genere;
- b) verificare l'efficienza delle luci, dei dispositivi acustici e luminosi;
- c) garantire la visibilità del posto di guida;
- d) verificare l'efficienza della pulsantiera;
- e) verificare l'efficienza delle protezioni degli organi di trasmissione;
- f) verificare l'assenza di linee elettriche aeree che possano interferire con le manovre;
- g) controllare che i percorsi in cantiere siano adeguati alla visibilità del mezzo;
- h) posizionare il mezzo utilizzando gli stabilizzatori.

Durante l'uso:

- a) segnalare l'operatività del mezzo col girofaro in area di cantiere;
- b) non rimuovere la griglia di protezione sulla vasca;
- c) dirigere le manovre di avvicinamento dell'autobetoniera alla pompa;
- d) segnalare eventuali gravi malfunzionamenti.

Dopo l'uso:

- a) pulire convenientemente la vasca e la tubazione;
- b) eseguire le operazioni di manutenzione e revisione necessarie al reimpiego, segnalando eventuali anomalie.

Dispositivi di Protezione Individuale - Devono essere forniti:

- a) casco (all'esterno della cabina);
- b) occhiali protettivi (all'esterno della cabina);
- c) guanti (all'esterno della cabina);
- d) calzature di sicurezza;
- e) indumenti protettivi;
- f) indumenti ad alta visibilità (all'esterno della cabina).

**Potenza sonora di attrezzature e macchine**

<b>Macchina</b>	<b>Lavorazioni</b>	<b>Potenza Sonora dB(A)</b>
Sega circolare	Realizzazione della carpenteria per le strutture di fondazione.	113.0
Trancia-piega ferri	Realizzazione delle armature di fondazione	
Autobetoniera	Getto in calcestruzzo per le strutture in fondazione.	112.0
Autopompa per cls	Getto in calcestruzzo per le strutture in fondazione.	103.0

### 11.1 FASE 4 – MONTAGGIO PREFABBRICATI

In questa fase considereremo le situazioni di pericolosità relative alla fase di posizionamento e montaggio delle lastre prefabbricate Plastbau per muratura e solai, attraverso l'individuazione, l'analisi e la valutazione dei rischi concreti e l'analisi delle scelte progettuali ed organizzative, delle procedure, delle misure preventive e protettive.

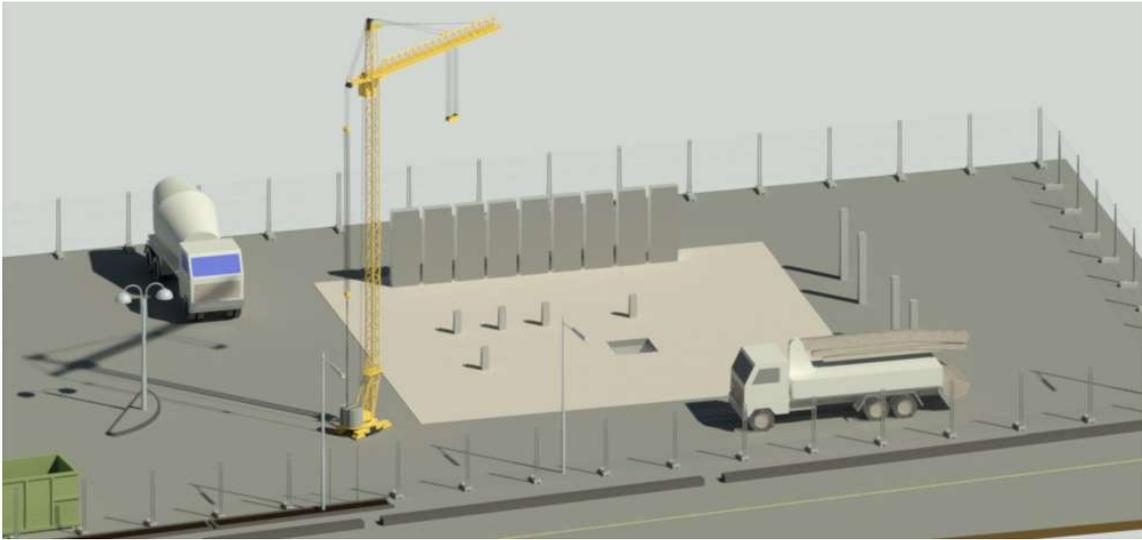


Fig. 11.1 - Vista della gru e dei pannelli prefabbricati.



Fig. 11.2 - Vista del ponteggio.

### 11.1.2 LAVORAZIONI

Si considereranno le situazioni di pericolosità e le necessarie misure preventive relative alla posa in opera dei pannelli prefabbricati Plastbau. Secondo quanto richiesto dall'Allegato XV, punto 2.2.2 del D.Lgs. 81/2008 tale valutazione dovrà riguardare, in relazione alla tipologia del cantiere, l'analisi di almeno i seguenti aspetti, suddivisi in Fasi (F) e Sottofasi (S):

- **Posizionamento dei pannelli prefabbricati PlastBau (F)**

I pannelli PLASTBAU®-3 e PLASTBAU® METAL vengono movimentati e posizionati agevolmente da due persone senza l'utilizzo di mezzi di sollevamento. Normalmente, all'arrivo in cantiere i casseri sono coricati su pallets, sovrapposti in posizione e tenuti con tiranti. Lo scarico dei casseri può essere effettuato con un muletto, con la gru di cantiere o manualmente.

- **Riempimento dei pannelli con pompa di cls (F)**

Il riempimento dei pannelli murari avviene con pompa di calcestruzzo, così come accade per il solaio.

#### 11.1.2.1 Posizionamento dei pannelli prefabbricati Plastbau (F)

Per rendere più completo l'elaborato prevediamo l'utilizzo di gru a torre per lo scarico e il posizionamento dei pannelli.

#### Macchine utilizzate:

- a) Autocarro
- b) Gru a torre

#### Rischi generati dall'uso delle macchine:

- a) Cesoiamenti, stritolamenti;
- b) Getti, schizzi;
- c) Inalazione polveri, fibre;
- d) Incendi, esplosioni;
- e) Investimento, ribaltamento;
- f) Rumore;
- g) Urti, colpi, impatti, compressioni;

- h) Vibrazioni;
- i) Caduta dall'alto;
- j) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- k) Elettrocuzione;

Lavoratori impegnati: Addetto al posizionamento dei pannelli prefabbricati. Misure Preventive e Protettive - DPI:

- a) casco;
- b) otoprotettori
- c) guanti;
- d) calzature di sicurezza;
- e) occhiali protettivi;
- f) indumenti protettivi;
- g) attrezzatura anticaduta.

Rischi a cui è sottoposto il lavoratore:

- a) Caduta dall'alto;
- b) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- c) M.M.C. (sollevamento e trasporto).

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;
- b) Ponteggio metallico fisso;
- c) Ponteggio mobile o trabattello;
- d) Scala semplice;
- e) Smerigliatrice angolare (flessibile) o seghetto a gattuccio.

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

- a) Punture, tagli, abrasioni;
- b) Urti, colpi, impatti, compressioni;
- c) Caduta dall'alto;
- d) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- e) Scivolamenti, cadute a livello;
- f) Movimentazione manuale dei carichi;

- g) Elettrocuzione;
- h) Inalazione polveri, fibre;
- i) Rumore;
- j) Vibrazioni

**11.1.2.2. Riempimento dei pannelli con pompa di cls (F)**

Macchine utilizzate:

- a) Autobetoniera;
- b) Autopompa per cls.

Rischi generati dall'uso delle macchine:

- a) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- b) Cesoiamenti, stritolamenti;
- c) Getti, schizzi;
- d) Incendi, esplosioni;
- e) Investimento, ribaltamento;
- f) Rumore;
- g) Scivolamenti, cadute a livello;
- h) Urti, colpi, impatti, compressioni;
- i) Vibrazioni;
- j) Elettrocuzione.

Lavoratori impegnati: Addetto al getto in calcestruzzo per il riempimento dei pannelli prefabbricati. Misure Preventive e Protettive - DPI:

- a) casco;
- b) occhiali protettivi;
- c) guanti;
- d) calzature di sicurezza;
- e) indumenti protettivi.

Rischi a cui è sottoposto il lavoratore:

- a) Chimico
- b) Getti, schizzi.

Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Andatoie e Passerelle;
- b) Attrezzi manuali;
- c) Vibratore elettrico per calcestruzzo;

Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

- a) Caduta dall'alto;
- b) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- c) Punture, tagli, abrasioni;
- d) Urti, colpi, impatti, compressioni;
- e) Elettrocuzione;
- f) Rumore;
- g) Vibrazioni.

### **11.1.3 RISCHI INDIVIDUATI NELLE LAVORAZIONI E RELATIVE MISURE PREVENTIVE E PROTETTIVE**

Elenco dei rischi, derivanti dalle lavorazioni e dall'uso di macchine e attrezzi, presi in considerazione nella fase di posa dei pannelli prefabbricati e riempimento con pompa di calcestruzzo:

- 1) Caduta dall'alto;
- 2) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- 3) Rumore;
- 4) Vibrazioni.
- 5) M.M.C. (sollevamento e trasporto);

#### **1) Rischio di: Caduta dall'alto**

Nelle lavorazioni:

- Posa pannelli prefabbricati per muratura e solai
- Posa assi di sostegno del solaio
- Riempimento pannelli con getti in cls

### Prescrizioni Organizzative:

Le misure di sicurezza adottate contro il rischio di caduta dall'alto devono essere identificate tenendo conto delle istruzioni formulate dal fornitore dei prefabbricati. Tali istruzioni dovranno essere compatibili con le predisposizioni costruttive adottate in fase di progettazione e costruzione.

Attrezzatura anticaduta. Il personale addetto a lavori in quota, ogni qual volta non siano attuabili misure di prevenzione e protezione collettiva, dovrà utilizzare idonei sistemi di protezione anticaduta individuali. In particolare, sono da prendere in considerazione specifici sistemi di sicurezza che consentono una maggior mobilità del lavoratore quali: avvolgitori/svolgitori automatici di fune di trattenuta, sistema a guida fissa e ancoraggio scorrevole, altri sistemi analoghi.

### Prescrizioni Esecutive:

Le misure di sicurezza da adottare, compatibilmente con le norme in vigore, possono consistere sostanzialmente in:

- a) impiego di opere provvisorie indipendenti dall'opera in costruzione quali: impalcature, ponteggi, ponti mobili, cestelli idraulici su carro;
- b) difese applicate alle strutture prefabbricate a piè d'opera quali: balconcini, mensole, parapetti, passerelle;
- c) protezione a piè d'opera delle aperture mediante parapetti o coperture provvisorie;
- d) difese applicate alle strutture prefabbricate immediatamente dopo il loro montaggio;
- e) attrezzature di protezione anticaduta collegate a sistemi di ancoraggio progettati e definiti negli elementi prefabbricati, da adottare in assenza delle protezioni di cui sopra e fino alla loro completa installazione;
- f) scale a mano, scale verticali con gabbia di protezione, scale sviluppabili, castello metallico con rampe di scale prefabbricate, cestelli idraulici su carro, da adottare per l'accesso ai posti di lavoro sopraelevati.

## **2) Rischio di: Caduta di materiale dall'alto o a livello**

### Nelle lavorazioni:

- Posa pannelli prefabbricati per muratura e solai
- Posa assi di sostegno del solaio

-Riempimento pannelli con getti in cls

Per la descrizione completa si faccia riferimento a Pag. 99

### 3) Rischio: Rumore

Nelle Macchine:

-Autocarro -Autobetoniera; -Autopompa per cls	Fascia di appartenenza: il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)"
-Gru a torre	Fascia di appartenenza: il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 85 dB(A) e 137 dB(C)"

Per la descrizione completa si faccia riferimento a Pag. 101

### 4) Rischio: Vibrazioni

Nelle Macchine:

-Autocarro -Autobetoniera; -Autopompa per cls	Fascia di appartenenza: Mano-Braccio (HAV): "Non presente"; Corpo Intero (WBV): "Inferiore a 0,5 m/s <sup>2</sup> "
--	---

Per la descrizione completa si faccia riferimento a Pag. 102

### 5) M.M.C. (sollevamento e trasporto);

Per la descrizione completa si faccia riferimento a Pag. 100

#### 11.1.4 ATTREZZATURE UTILIZZATE NELLE LAVORAZIONI

Elenco attrezzi:

- 1) Attrezzi manuali;
- 2) Ponteggio metallico fisso;
- 3) Ponteggio mobile o trabattello.
- 4) Scala semplice;
- 5) Smerigliatrice angolare (flessibile)

##### **Attrezzi manuali.**

Per la descrizione completa si faccia riferimento a Pag. 102

**Ponteggio metallico fisso:** è un'opera provvisoria realizzata per eseguire lavori di ingegneria civile, quali nuove costruzioni o ristrutturazioni e manutenzioni, ad altezze superiori ai 2 metri.



Fig. 10.3 - Vista dettagliata del ponteggio.

##### Rischi Generati Dall'utilizzo Dell'attrezzo:

- a) Caduta dall'alto;
- b) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- c) Scivolamenti, cadute a livello;

Misure Preventive E Protettive Relative All'attrezzo:

Istruzioni per gli addetti:

- a) verificare che il ponteggio venga conservato in buone condizioni di manutenzione, che la protezione contro gli agenti nocivi esterni sia efficace e che il marchio del costruttore si mantenga rintracciabile e decifrabile;
- b) verificare la stabilità e integrità di tutti gli elementi del ponteggio ad intervalli periodici, dopo violente perturbazioni atmosferiche o prolungate interruzioni delle attività;
- c) procedere ad un controllo più accurato quando si interviene in un cantiere già avviato, con il ponteggio già installato o in fase di completamento;
- d) accedere ai vari piani del ponteggio in modo agevole e sicuro, utilizzando le apposite scale a mano sfalsate ad ogni piano, vincolate e protette verso il lato esterno;
- e) non salire o scendere lungo gli elementi del ponteggio;
- f) evitare di correre o saltare sugli intavolati del ponteggio;
- g) evitare di gettare dall'alto qualsiasi materiale o elementi metallici del ponteggio;
- h) abbandonare il ponteggio in presenza di forte vento;
- i) controllare che in cantiere siano conservate tutte le documentazioni tecniche necessarie e richieste relative all'installazione del ponteggio metallico;
- j) verificare che gli elementi del ponteggio ancora ritenuti idonei al reimpiego siano tenuti separati dal materiale non più utilizzabile;
- k) segnalare al responsabile del cantiere eventuali non rispondenze a quanto indicato.

Dispositivi di Protezione Individuale - Devono essere forniti:

- a) guanti;
- b) calzature di sicurezza;
- c) attrezzature anticaduta;
- d) indumenti protettivi.

**Scala Semplice.**

Per la descrizione completa si faccia riferimento a Pag. 116

**Smerigliatrice angolare (flessibile):** è un utensile portatile che reca un disco ruotante la cui funzione è quella di tagliare, smussare, lisciare superfici.

Rischi Generati Dall'utilizzo Dell'attrezzo:

- a) Elettrocuzione;
- b) Inalazione polveri, fibre;
- c) Punture, tagli, abrasioni;
- d) Rumore;
- e) Vibrazioni;

Misure Preventive E Protettive Relative All'attrezzo:

Prima dell'uso:

- a) verificare che l'utensile sia a doppio isolamento (220 V);
- b) controllare che il disco sia idoneo al lavoro da eseguire;
- c) controllare il fissaggio del disco;
- d) verificare l'integrità delle protezioni del disco e del cavo di alimentazione;
- e) verificare il funzionamento dell'interruttore.

Durante l'uso:

- a) impugnare saldamente l'utensile per le due maniglie;
- b) eseguire il lavoro in posizione stabile;
- c) non intralciare i passaggi con il cavo di alimentazione;
- d) non manomettere la protezione del disco;
- e) interrompere l'alimentazione elettrica durante le pause di lavoro;
- f) verificare l'integrità del cavo e della spina di alimentazione.

Dopo l'uso:

- a) staccare il collegamento elettrico dell'utensile;
- b) controllare l'integrità del disco e del cavo di alimentazione;
- c) pulire l'utensile;
- d) segnalare eventuali malfunzionamenti.

Dispositivi di Protezione Individuale - Devono essere forniti:

- a) casco;
- b) occhiali protettivi;
- c) guanti antivibrazione;
- d) calzature di sicurezza
- e) otoprotettori
- f) maschera antipolvere

g) indumenti protettivi

### 11.1.5 MACCHINE UTILIZZATE NELLE LAVORAZIONI

Elenco delle macchine:

- 1) Autocarro
- 2) Gru a torre
- 3) Autobetoniera
- 4) Autopompa per cls

#### **Autocarro.**

Per la descrizione completa si faccia riferimento a Pag. 103

**Gru a torre:** è il principale mezzo di sollevamento e movimentazione dei carichi in cantiere. Le gru possono essere dotate di basamenti fissi o su rotaie, per consentire un più agevole utilizzo durante lo sviluppo del cantiere senza dover essere costretti a smontarla e montarla ripetutamente.

#### Rischi generati dall'utilizzo della Macchina:

- a) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- b) Caduta dall'alto;
- c) Elettrocuzione;
- d) Rumore;

#### Misure Preventive E Protettive Relative Alla Macchina:

##### Prima dell'uso:

- a) verificare l'assenza di strutture fisse e/o linee elettriche aeree che possano interferire con la rotazione;
- b) controllare la stabilità della base d'appoggio;
- c) verificare l'efficienza della protezione della zavorra (rotazione bassa);
- d) verificare la chiusura dello sportello del quadro;
- e) controllare che le vie di corsa della gru siano libere;
- f) sbloccare i tenagioni di ancoraggio alle rotaie;
- g) verificare l'efficienza dei fine corsa elettrici e meccanici, di salita, discesa e traslazioni;

- h) verificare la presenza del carter al tamburo;
- i) verificare l'efficienza della pulsantiera;
- j) verificare il corretto avvolgimento della fune di sollevamento;
- k) verificare l'efficienza della sicura del gancio;
- l) verificare l'efficienza del freno della rotazione;
- m) controllare l'ordine di servizio relativo alle manovre ed alle segnalazioni da effettuare nel caso sussista una situazione di interferenza pianificata con altre gru;
- n) verificare la presenza in cabina di un estintore.

### Durante l'uso:

- a) manovrare la gru da una postazione sicura o dalla cabina;
- b) avvisare l'inizio della manovra col segnalatore acustico;
- c) attenersi alle portate indicate dai cartelli;
- d) eseguire con gradualità le manovre;
- e) durante lo spostamento dei carichi evitare le aree di lavoro ed i passaggi;
- f) non eseguire tiri di materiale imbracati o contenuti scorrettamente;
- g) durante le pause di lavoro ancorare la gru con i tenaglioni e scollegarla elettricamente;
- h) segnalare tempestivamente eventuali anomalie.

### Dopo l'uso:

- a) rialzare il gancio ed avvicinarlo alla torre;
- b) scollegare elettricamente la gru;
- c) ancorare la gru alle rotaie con i tenaglioni.

### Manutenzione:

- a) verificare trimestralmente le funi;
- b) verificare lo stato di usura delle parti in movimento;
- c) verificare lo stato d'usura delle parti in movimento;
- d) controllare i freni dei motori e di rotazione;
- e) ingrassare pulegge, tamburo e ralla;
- f) verificare il livello dell'olio nei riduttori;
- g) verificare il serraggio dei bulloni della struttura;
- h) controllare l'integrità dei conduttori di terra contro le scariche atmosferiche;
- i) verificare la taratura del limitatore di carico;
- j) verificare il parallelismo e la complanarità dei binari;

- k) controllare l'efficienza dell'avvolgicavo e della canaletta di protezione;
- l) utilizzare l'imbracatura di sicurezza con doppia fune di trattenuta per gli interventi di manutenzione fuori dalle protezioni fisse;
- m) segnalare eventuali anomalie.

Dispositivi di Protezione Individuale - Devono essere forniti:

- a) casco;
- b) guanti;
- c) calzature di sicurezza;
- d) attrezzatura anticaduta (interventi di manutenzione);
- e) indumenti protettivi.

**Autobetoniera.**

Per la descrizione completa si faccia riferimento a Pag. 137

**Autopompa per cls.**

Per la descrizione completa si faccia riferimento a Pag. 139

**Potenza sonora di attrezzature e macchine**

Attrezzo	Lavorazioni	Potenza Sonora dB(A)
Smerigliatrice angolare (flessibile)	Eventuale taglio dei pannelli prefabbricati	113.0
Autocarro	Trasporto pannelli	103.0
Gru a torre	Movimentazione dei pannelli prefabbricati	101.0
Autobetoniera	Preparazione calcestruzzo	112.0
Autopompa per cls	Getto calcestruzzo	103.0



### **12.1 SOLIBRI...IN PRATICA**

Analizziamo con Solibri Model Checker le regole che riguardano gli elementi, i mezzi, le macchine, gli attrezzi e i rischi di ogni Fase.

Non prenderemo in esame tutti gli elementi citati nei capitoli precedenti, per non essere ripetitivi, ci concentreremo solo su alcuni che fungeranno da esempio nell'applicazione delle Regole di Solibri Model Checker.

Per l'analisi di ogni elemento e l'applicazione ad esso delle Regole di controllo sono stati svolti dei passaggi comuni; per non dilungarsi verrà spiegata "l'operazione tipo" una sola volta. Nel caso una determinata regola fosse utilizzata per più elementi verrà inserito solamente il Support Tag della regola e il riferimento al capitolo in cui la tessa è spiegata in modo esaustivo.

Il primo passo è stata la creazione del modello completo e parametrizzato con il Software Revit® (Autodesk). Una volta ottenuto un modello esauriente, ogni elemento da analizzare è stato esportato, singolarmente in formato IFC. La scelta, assolutamente personale, di salvare ogni elemento singolarmente è stata dettata dalla comodità di gestire ogni elemento come individuale all'interno del Software Solibri Model Checker.

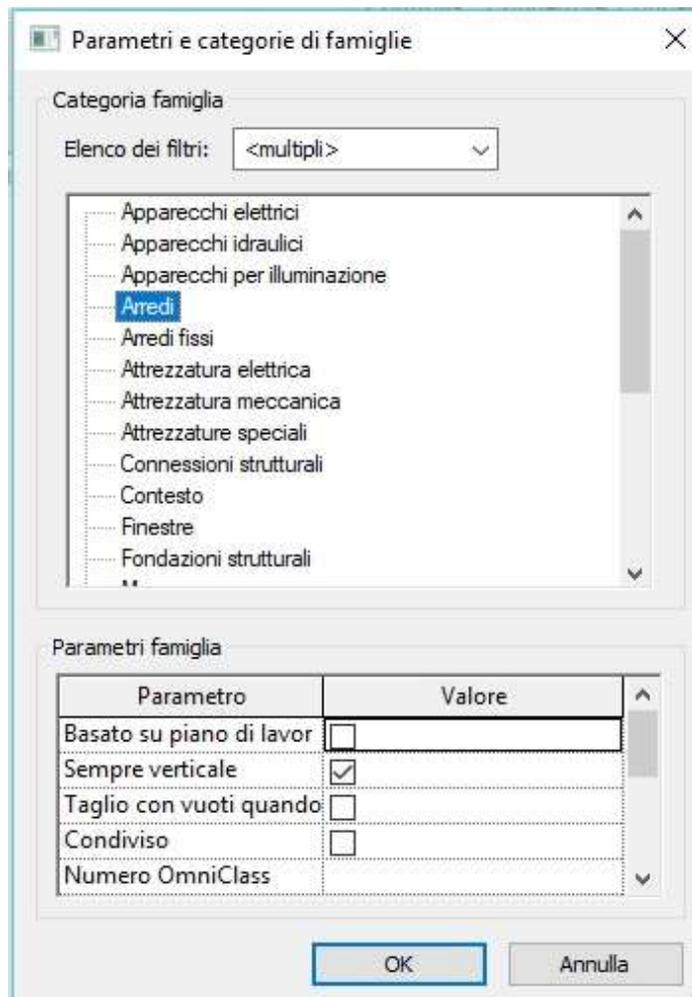
### 12.1.1. Assegnare ad una famiglia di Revit la categoria “Arredi”:

Si noti che, importando un qualsiasi file IFC all'interno di SMC, questo riconoscerà l'elemento come “Object” ma, per poter applicare Regole di controllo più approfondite ai diversi elementi, essi dovranno essere riconosciuti come “Forniture” (Arredi); perciò, prima di esportare un oggetto in formato IFC bisognerà necessariamente assegnare all'oggetto o alla famiglia considerata il tipo “Arredo” seguendo questa procedura:

- Aprire il modello in Revit; selezionare la famiglia (tipo di oggetto considerato) con un semplice click del mouse sopra l'oggetto interessato;
- In alto a destra sullo schermo comparirà l'opzione “Modifica famiglia”, selezionandolo si entrerà nell'Editor della Famiglie da cui è possibile cambiare i parametri dell'oggetto;
- Cliccando in alto a sinistra l'opzione “Parametri e Categorie Famiglie” si aprirà la finestra da cui è possibile modificare la categoria alla quale apparterrà il nostro elemento;
- Selezioniamo quindi la categoria “Arredi” in modo che, esportando il file in formato IFC, Solibri Model Checker riconosca l'elemento come “Arredo” e non gli assegni automaticamente la categoria di “Oggetto”;



Modifica  
famiglia  
Modalità

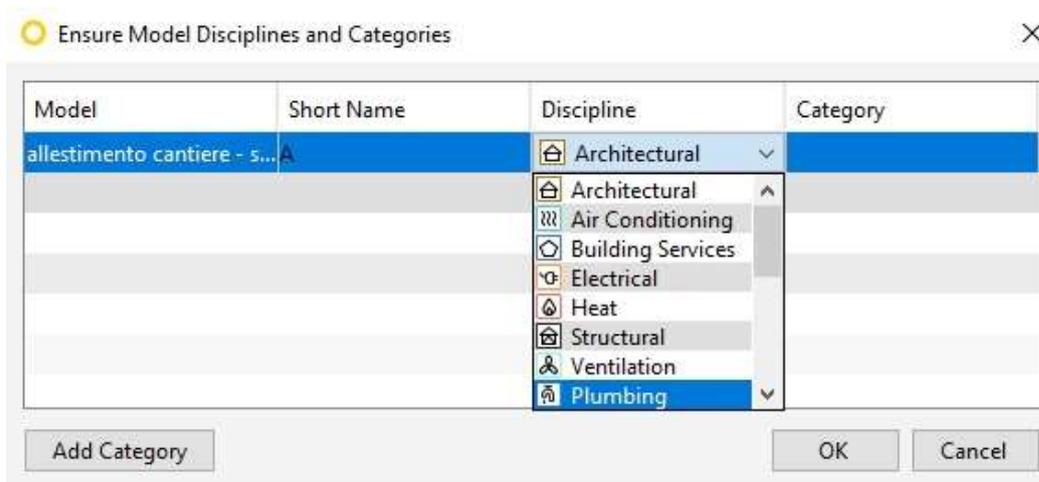


- Basterà quindi selezionare “OK” per salvare le modifiche e caricare, con l’apposito tasto, la famiglia modificata all’interno del progetto;
- Seguendo, poi, il percorso: File, Esporta, IFC sarà possibile ottenere il file, in formato IFC, da caricare in SMC per il controllo.



### 12.1.2. Aprire un file all'interno di SMC:

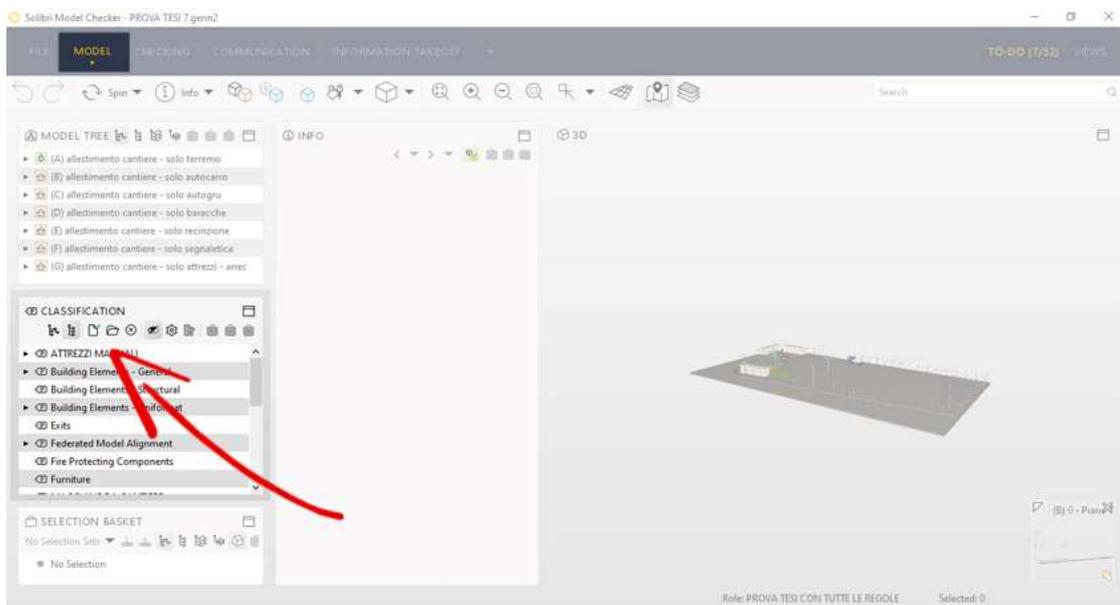
- Per aprire un file si possono seguire due procedure.
  1. Da “File” cliccare sul tasto “Open Model” e sceglierlo all’interno della cartella di salvataggio sul nostro computer.
  2. Da “Model”, all’interno del “Model Tree” selezionare “Click to open model” (nel caso non fosse ancora stato caricato nessun modello) o, cliccando con il tasto destro del mouse all’interno della finestra del “Model Tree”, selezionare l’opzione “Add Model”.
- Una volta che diamo il consenso all’apertura del modello selezionato comparirà una piccola finestra che ci permette di assegnare al file uno “Shot Name” (Soprannome – nel nostro caso indichiamo la lettera “A”) e una Disciplina, per comodità si è sempre scelta la disciplina Architettonica dato che non prenderemo in considerazione la struttura dell’edificio o gli impianti. Abbiamo precedentemente spiegato, nel capitolo 04 (pag. 40) quanto sia importante assegnare la giusta disciplina agli elementi caricati nel Software.



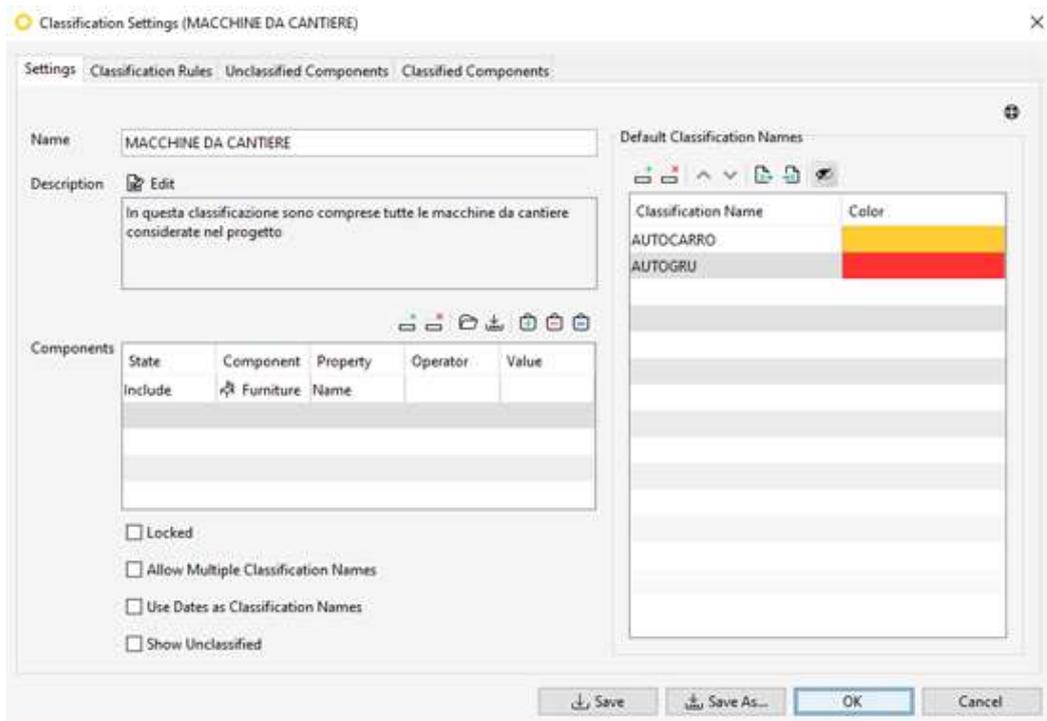
### 12.1.3. Creare una Classificazione all'interno di Solibri Model Checker:

All'interno del Software, le Classificazioni, hanno un'estrema importanza in quanto permettono di riconoscere uno o più elementi secondo dei criteri d'identificazione scelti dall'utente; successivamente le Regole leggeranno la Classificazione per applicare il controllo ai diversi elementi inseriti nella stessa.

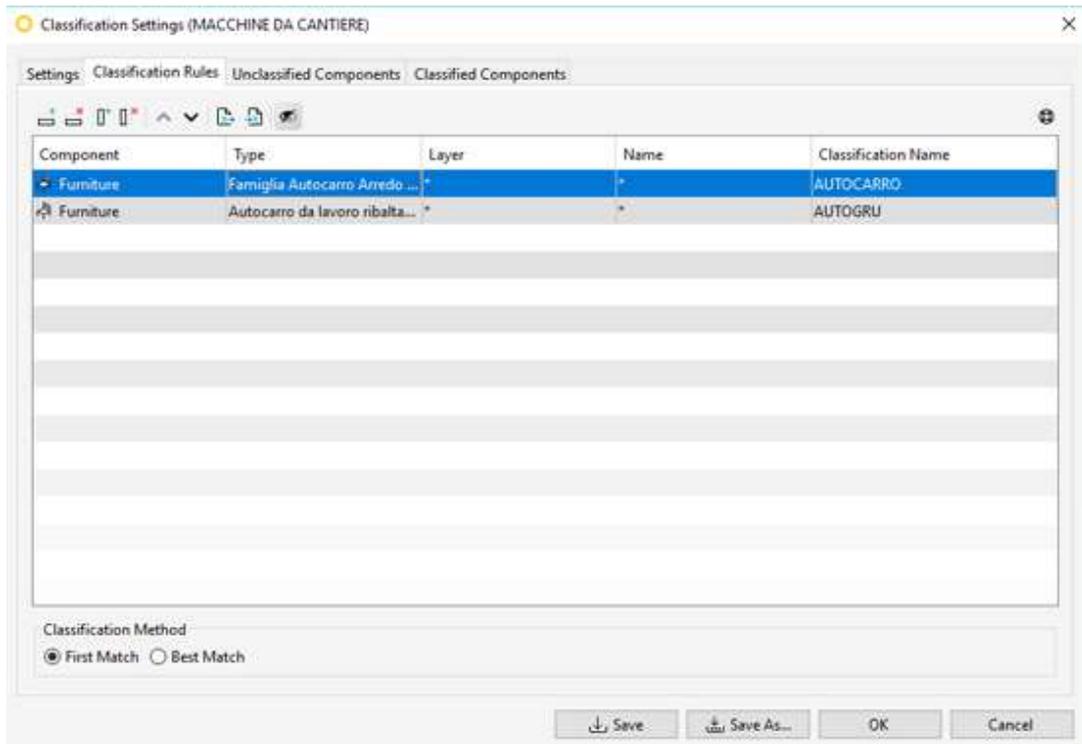
- Nella sezione “Model” consideriamo la mascherina “Classificazione e usiamo l'apposito tasto “New Classification” per creare la Classificazione che desideriamo;



- Automaticamente si aprirà una finestra “Setting” in cui possiamo inserire i parametri necessari a classificare gli elementi considerati:

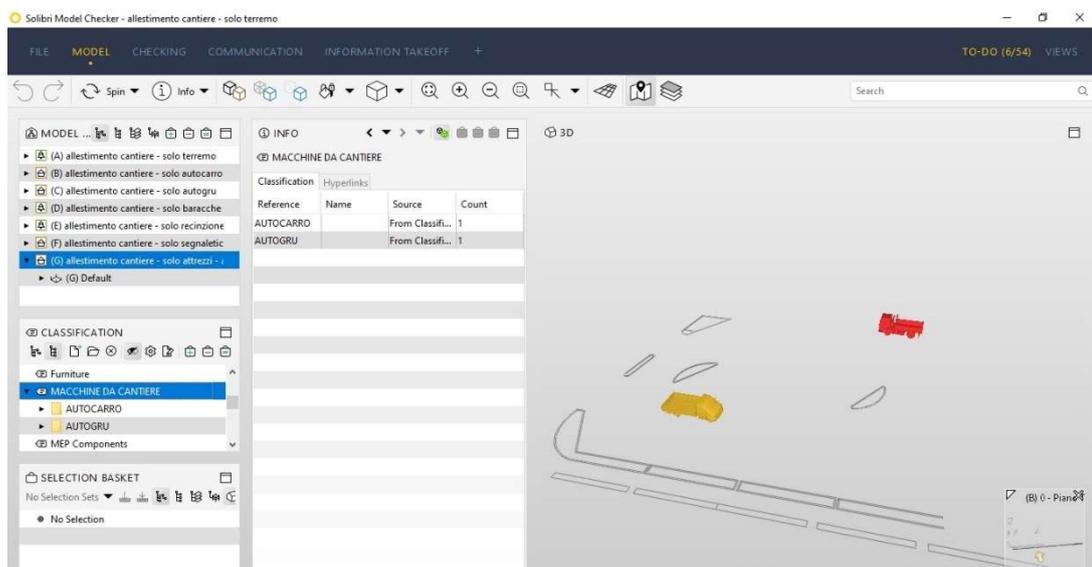


- Name: indichiamo in questo spazio il nome della classificazione;
- Description: indichiamo in questo spazio una breve descrizione della classificazione che stiamo creando;
- Components: in questo spazio impostiamo i parametri con cui vogliamo catalogare gli elementi, in questo caso abbiamo scelto di catalogare gli oggetti “Furniture” secondo il parametro “Name”;
- È inoltre possibile assegnare una colorazione ad ogni elemento della classificazione per individuarla più velocemente; dalla mascherina “Default Classification names” all’interno del pannello “Setting”, selezionare “Color” e attribuire un colore per ogni oggetto contenuto nella classificazione.
- Spostandoci a destra entriamo nella sezione “Classification Rules”.  
 Aggiungiamo una nuova linea, essa conterrà i parametri d’inserimento degli oggetti nella classificazione. 
- Nella nuova linea appena creata, sarà possibile considerare gli arredi (Furniture, elementi scelti precedentemente) e classificarli secondo il parametro (Type) Nome, come deciso nel passaggio precedente; si noti che il nome con cui Solibri riconosce un oggetto è il nome che avremo precedentemente assegnato nelle caratteristiche del “tipo” in Revit. Indicheremo quindi che una determinata famiglia di arredi, con un determinato nome (ad esempio “Famiglia Autocarro Arredo”) sarà indentificata come “AUTOCARRO”.



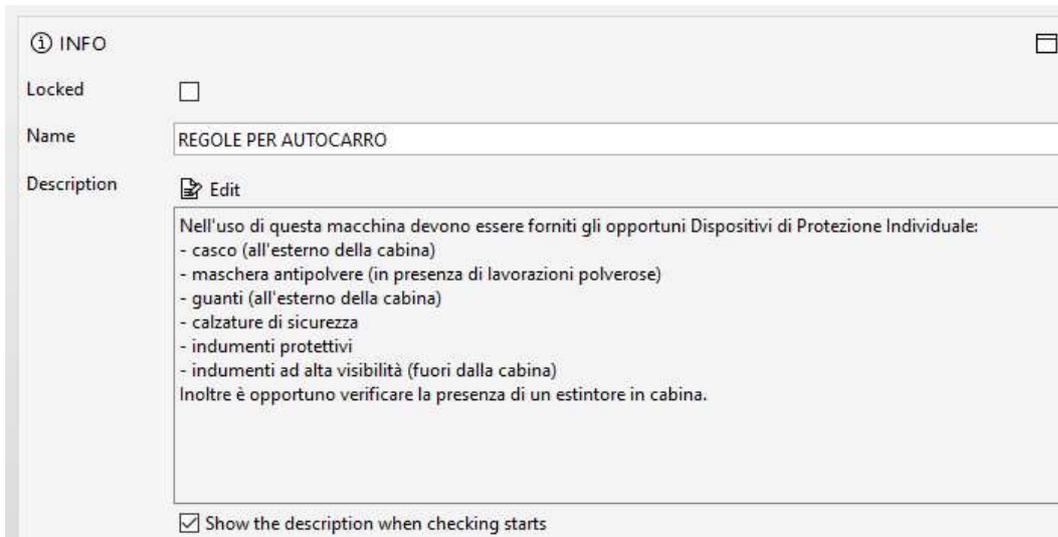
Ricordiamo che avevamo denominato la classificazione “MACCHINE DA CANTIERE”, perciò all’interno di questa classificazione aggiungeremo anche l’autocarro, la ruspa e qualsiasi altro mezzo utilizzato.

- Salvando con l’apposito tasto “Save As” e confermando con “OK” potremo visualizzare, modificare o eliminare la classificazione appena creata nella mascherina “CLASSIFICATION” selezionando la classificazione e cliccando il tasto per la modifica: l’ingranaggio



#### 12.1.4. Come creare un set di regole

- Il primo passo è quello di creare, sul nostro pc, un'apposita cartella in cui salveremo le regole create. Seguire quindi il percorso:  
C:\Users\Public\Solibri\SMCv9.8\Rulesets e creare una nuova cartella dedicata.
- Aprendo poi Solibri, nella sezione "File", cliccare "Ruleset Manager". Si aprirà la "zona" del Software dedicata alla creazione e modifica delle regole da utilizzare nel progetto.
- All'interno della mascherina "Ruleset Folder" clicchiamo la cartella appena creata. Questa operazione permetterà che vi si inseriscano direttamente all'interno le regole che stiamo per creare.
- Nella mascherina "Workspace" selezionare l'icona "New Ruleset".  
Comparirà automaticamente nella sezione un set di regole vuoto, sarà nostro compito modificarlo secondo il nostro interesse.
- Selezioniamo il "New Ruleset" appena creato e spostiamoci all'interno della mascherina "Info" dove potremo iniziare ad assegnare le prime modifiche.



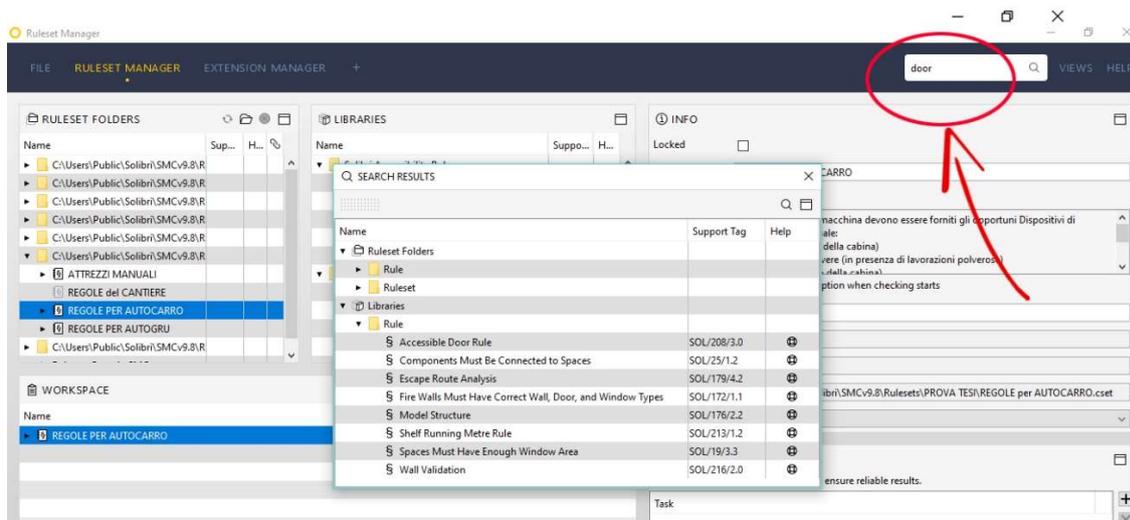
- Name: Indica il nome della cartella che conterrà le regole che stiamo creando. Assegniamo il nome "REGOLE PER AUTOCARRO" perché intendiamo creare un set di regole apposta per questo mezzo.
- Description: selezionando "Edit" possiamo aggiungere una breve descrizione del gruppo di regole che stiamo creando, aggiungere i riferimenti normativi su cui poniamo l'attenzione o qualsiasi nota che ci aiuti a definire il Set di regole in fase di creazione. In questa sezione abbiamo aggiunto i Dispositivi di Protezione Individuale da fornire nell'uso di questo mezzo; selezionando la

casellina in basso “Show the description when checking starts” faremo sì che prima di iniziare il controllo, le informazioni che abbiamo scritto compaiano in una finestra dedicata, avvertendoci che se desideriamo utilizzare quel determinato mezzo da cantiere dovremo provvedere a fornire anche le opportune protezioni.

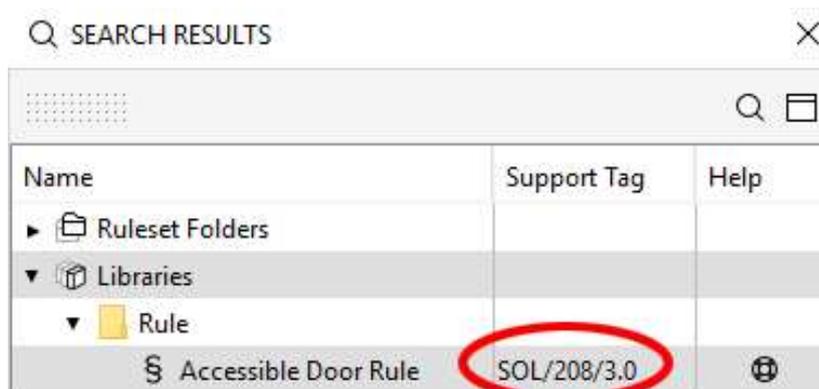
- Il passo successivo sarà quello di scegliere le regole e trascinarle all'interno del Ruleset “REGOLE PER AUTOCARRO” appena creato, all'interno della sezione Workspace
- Per scegliere le regole ci sono diversi percorsi disponibili:
  - 1) Sceglierle tra quelle disponibili nella sezione “Libraries”. Selezionando la regola che ci interessa all'interno delle due cartelle disponibili: “Solibri Accessibility Rules” e “Solibri Common Rules”

Name	Support Tag	Help
▼ Solibri Accessibility Rules		
§ Accessible Door Rule	SOL/208/3.0	⊕
§ Accessible Ramp Rule	SOL/207/1.3	⊕
§ Accessible Stair Rule	SOL/210/1.89	⊕
§ Accessible Window Rule	SOL/211/1.2	⊕
§ Free Floor Space	SOL/209/1.2	⊕
▼ Solibri Common Rules		
§ Allowed Beam Intersections	SOL/233/1.3	⊕
§ Allowed Profiles	SOL/215/1.1	⊕
§ Architectural Components Are Filled	SOL/224/2.1	⊕
§ Building Envelope Validation	SOL/212/2.3	⊕

- 2) Scrivere, nella barra di ricerca in alto a destra, una parola che potrebbe individuare la regola che stiamo cercando; ad esempio: “door” se cerchiamo una regola che abbia a che fare con le porte, “distance” se cerchiamo una regola che abbia a che fare con una distanza massima o minima. Una volta dato l’ok si aprirà una finestra che ci permetterà di visualizzare le regole disponibili e scegliere quella più adatta ai nostri scopi.



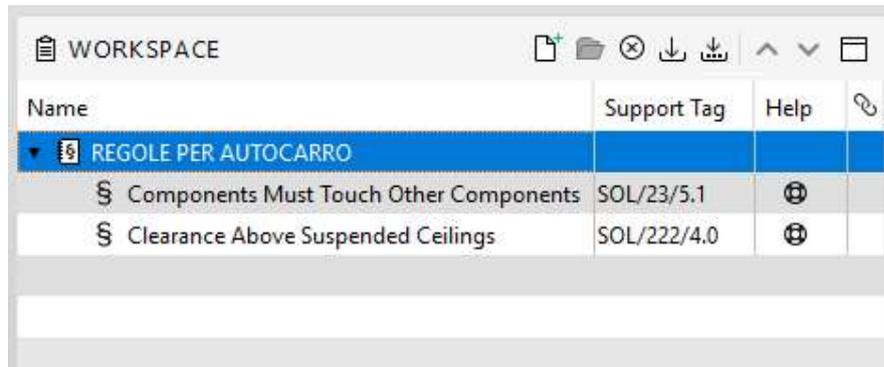
- 3) Eventualmente, se ne siamo a conoscenza, è possibile anche scrivere nella barra di ricerca il Support Tag, un codice che individua ogni singola regola, in questo modo individuarla sarà molto veloce.



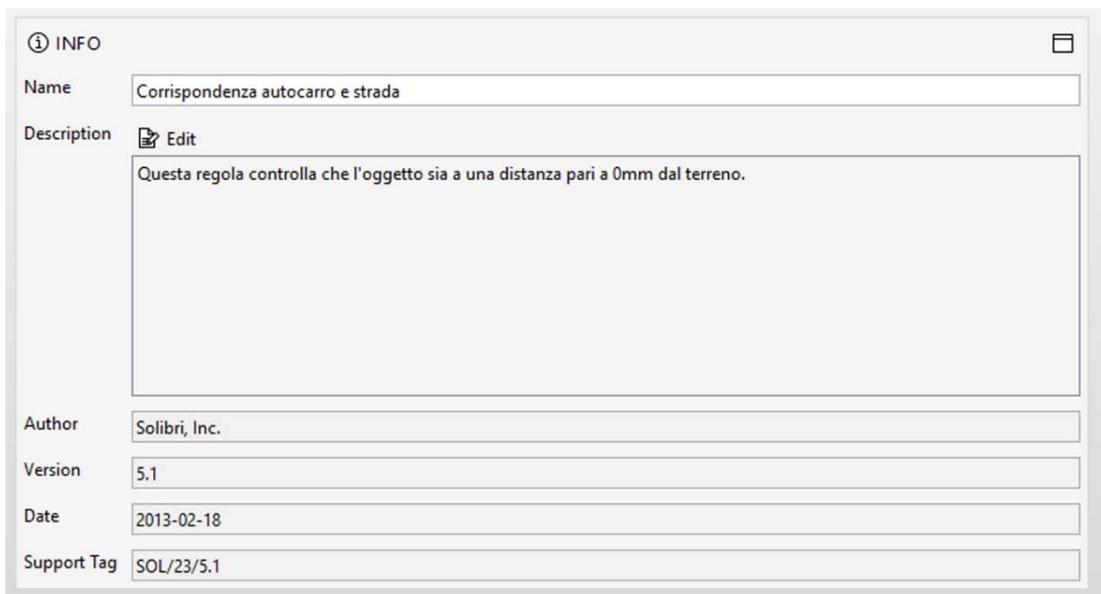
- Una volta trovata la regola che ci interessa basterà trascinarla all'interno della mascherina "Workspace" nella cartella precedentemente creata: "REGOLE PER AUTOCARRO".

### 12.1.5. Modifica dei parametri di una regola

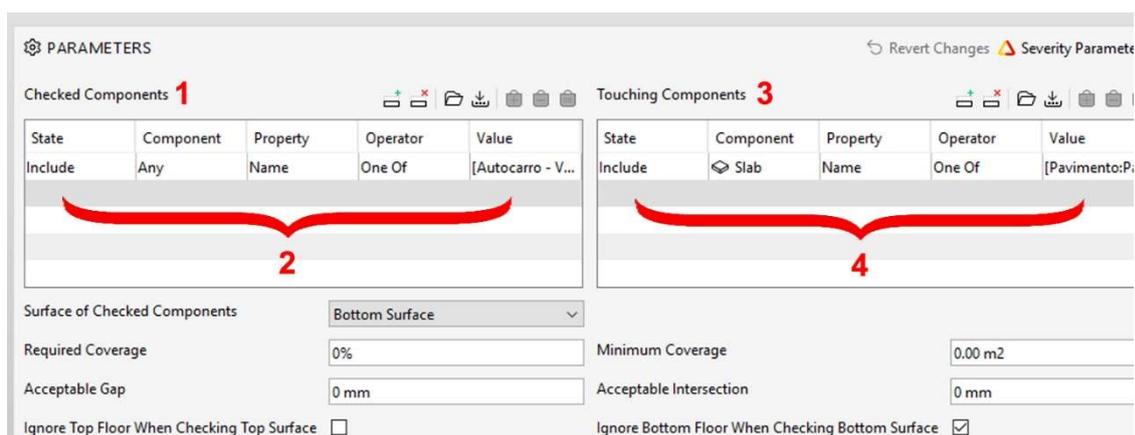
A questo punto la mascherina “Workspace” si presenterà in questo modo:



- Non ci resta che modificare i parametri delle regole scelte per adattarele al nostro progetto.
- Nella mascherina “Workspace” clicchiamo la regola che ci interessa modificare.
- Una volta selezionata la regola, spostiamoci nella mascherina “Info”; dove potremmo cambiare nome alla regola e inserire una descrizione del suo contenuto.



- All'interno della mascherina “Parameters”, invece, potremo impostare i parametri di controllo della regola. Dobbiamo tener conto del fatto che ogni regola sia diversa e prenda in considerazione parametri differenti, per questo, la sezione “Parameters” cambierà di volta in volta, in base alla regola selezionata. Per la regola SOL/23/5.1 ci si presenterà questa situazione:



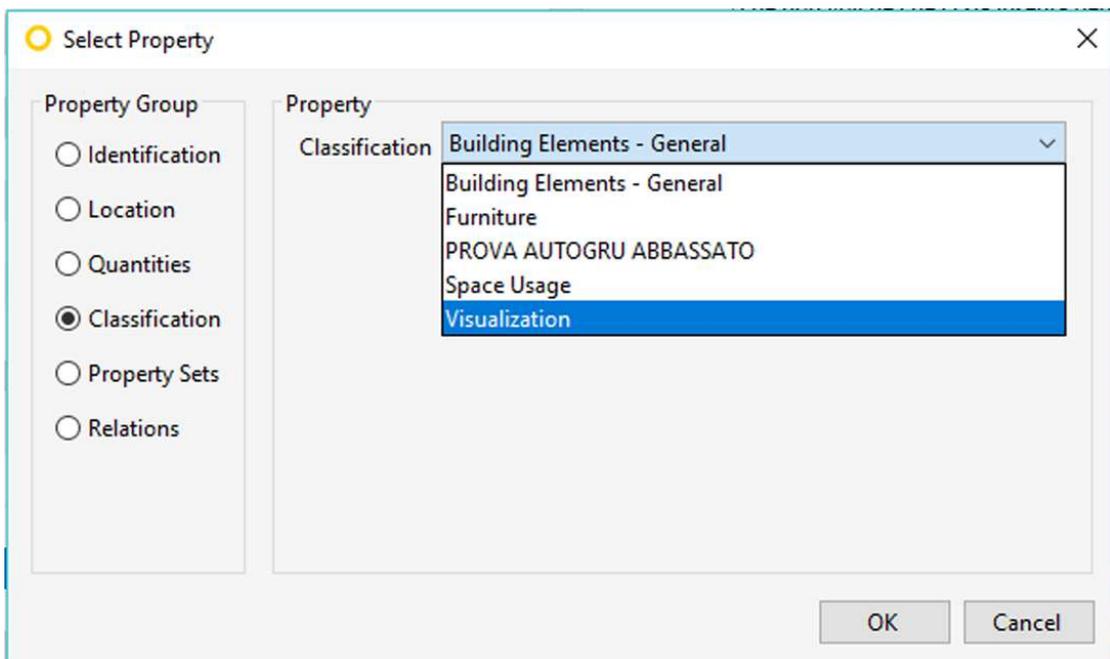
- 1) Checked Component: individua il componente o i componenti da controllare, nel nostro caso il mezzo individuato dalla famiglia “Autocarro”.
- 2) In questa sezione possiamo definire i parametri che riguardano il soggetto del nostro controllo. Decidiamo di includere (Include) ogni (Any) componente individuato dal parametro nome (Name). Nella casella “Value” inseriremo il nome dell’oggetto che vogliamo identificare. Sarebbe stato possibile individuare l’oggetto in questione, non solo con il parametro “nome”, ma attraverso molti altri parametri, come: disciplina, posizione nel progetto, materiale e anche attraverso le “Classification”, selezionando infatti “Classification” nelle proprietà un menu a tendina ci mostrerà le classificazioni precedentemente create e noi potremo sceglierne una a cui applicare la regola. Imposteremo quindi che la Superficie del componente controllato (Surface ok Checked Components) da prendere come riferimento sia quella inferiore (Bottom surface) e impostiamo una distanza accettabile (Acceptable Gap) di 0mm.
- 3) Touching Components: individua il componente o i componenti con i quali vogliamo impostare il contatto.
- 4) In questa sezione possiamo definire i parametri che riguardano l’elemento di confronto. Visto che vogliamo controllare il contatto tra l’autocarro e il terreno/pavimento decidiamo di includere (Include), come elemento di confronto, il pavimento (Slab) che nel progetto individuiamo con il nome (Name) “Pavimento stradale” da inserire nella casella “Value”. Impostiamo, quindi, che ci sia una copertura minima (Minimum Coverage) e un’intersezione accettabile (Acceptable Intersection) pari a 0mm.

In questo modo abbiamo impostato i parametri per far sì che la Regola controlli che ci sia un contatto tra Autocarro e Pavimento pari a zero quindi assenza di compenetrazione e di vuoto tra i due oggetti.

### 12.1.6. Come applicare le regole alla classification

Applicare una regola ad una classificazione significa far sì che la regola prenda in considerazione gli oggetti, precedentemente inseriti in una classificazione, e ne controlli le caratteristiche secondo i parametri impostati nella regola in oggetto.

- Per farlo basterà aprire il “Ruleset Manager” dalla sezione “File”;
- Selezionare un raggruppamento di regole o una singola regola dalla Cartella contenente le regole create sul nostro pc;
- Aprirla nel “Workspace” (come spiegato a pag. 164) e spostarsi nella mascherina “Parameters”



- Qui, invece che selezionare “Identification”, “Name” come fatto precedentemente, selezioneremo l’opzione “Classificazione” ed automaticamente si aprirà un menu a tendina che ci permetterà di scegliere tra le classificazioni a disposizione.



## **13.1 CONTROLLO DEL CANTIERE**

Passiamo quindi al controllo dei singoli elementi, analizzando le regole utilizzate.

### **13.1.1 AUTOGRU**

**Autogru:** è un mezzo d'opera dotato di braccio allungabile per la movimentazione, il sollevamento e il posizionamento di materiali, di componenti di macchine, di attrezzature, di parti d'opera, ecc.

Troviamo questo tipo di macchina nella Fase I – Allestimento del cantiere per:

- Trasporto e posa delle recinzioni metalliche
- Allestimento di depositi, zone per lo stoccaggio dei materiali e per impianti fissi;
- Allestimento di servizi igienico-assistenziali del cantiere;
- Allestimento di servizi sanitari del cantiere.



Fig. 13.1 - Nel modello, indicheremo il mezzo autogru con questo oggetto parametrizzato.

In relazione ai rischi e alle prevenzioni evidenziati nel Cap. 8, Pag. 105, procediamo con la verifica delle irregolarità con il Software SMC.

### Verifica delle irregolarità con Solibri Model Checker:

Carichiamo all'interno di Solibri un file volutamente errato in modo da verificare che il Software ci segnali correttamente gli errori attraverso le regole da noi impostate.

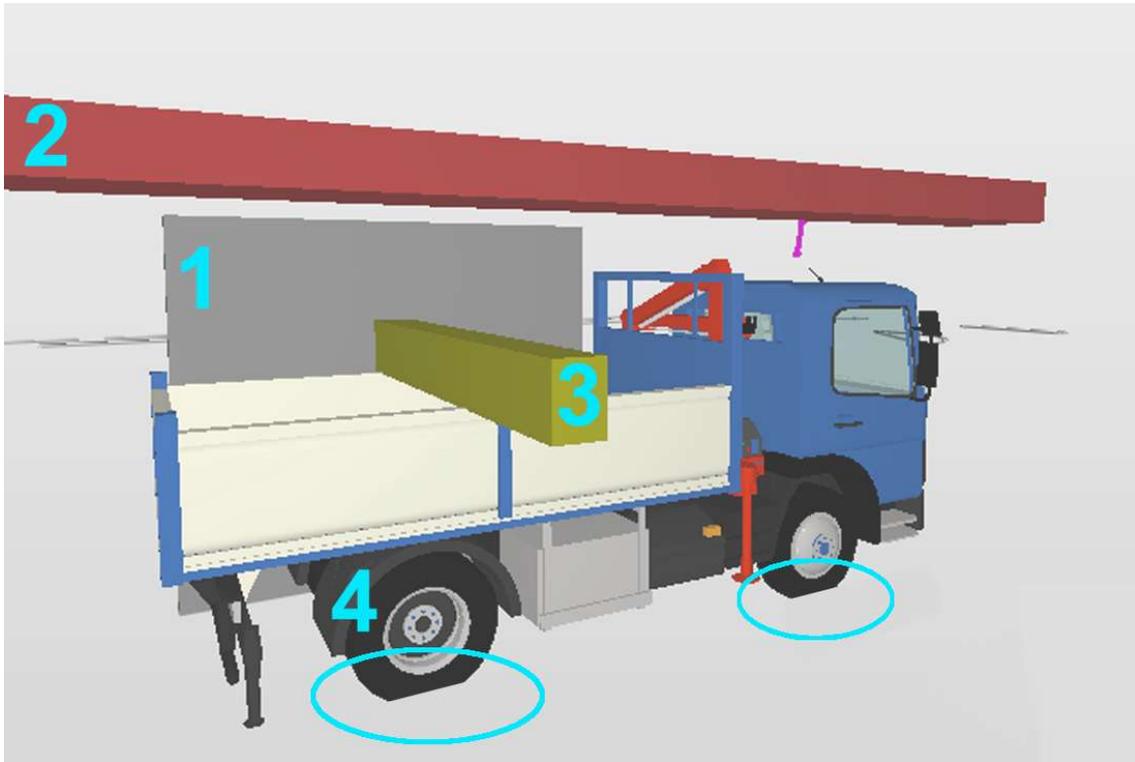


Fig. 13.2 - File volutamente sbagliato importato in Solibri.

Come si può notare dall'immagine sono evidenziati quattro errori:

- Non è presente una distanza minima di sicurezza per permettere la manovra ed evitare investimenti (1), infatti è stato posizionato un muro vicino al mezzo.
- Non è presente una distanza minima di sicurezza superiore (2), infatti è stata posizionata una trave.
- È stato posizionato un carico sporgente (3).
- Il mezzo, a causa di una modellazione sbagliata, entra nel terreno (ellisse verde - 4).

**Regole Utilizzate:**

Spieghiamo ora che regole sono state usate per far sì che il Software segnali gli errori del modello.



Name	Support Tag
▼ § REGOLE PER AUTOGRU	
§ Spazio di Manovra	SOL/222/4.0
§ Corrispondenza autogru e strada	SOL/23/5.1
§ Spazio libero sopra	SOL/222/4.0
§ Object Intersections	SOL/1/5.0
§ Component Comparison	SOL/206/2.2
§ Component Elevation Must Be Consistent	SOL/171/1.4
§ BIM Specification	SOL/232/1.1

Fig. 13.3 – WorkSpace di Solibri in cui sono evidenziati i set di regole utilizzati.

Le Regole sono organizzate in maniera gerarchica, questo vuol dire che all'interno della sezione "REGOLE PER AUTOGRU" possiamo comprendere, in modo ordinato, tutte le regole che riguardano quel determinato mezzo. È stato deciso, visto che non sono causa di rischio geometrico, di elencare gli opportuni Dispositivi di Protezione Individuale da fornire, all'interno delle "Info" della Regola riguardante il mezzo Autogru.

In questo modo, aprendo il Ruleset "REGOLE PER AUTOGRU" saranno subito messi in evidenza i DPI, nella sezione "Info" e selezionando la casellina "Show the description when checking starts" si aprirà automaticamente una finestra che avverte, prima di iniziare il controllo, di verificare che queste specifiche protezioni siano presenti.

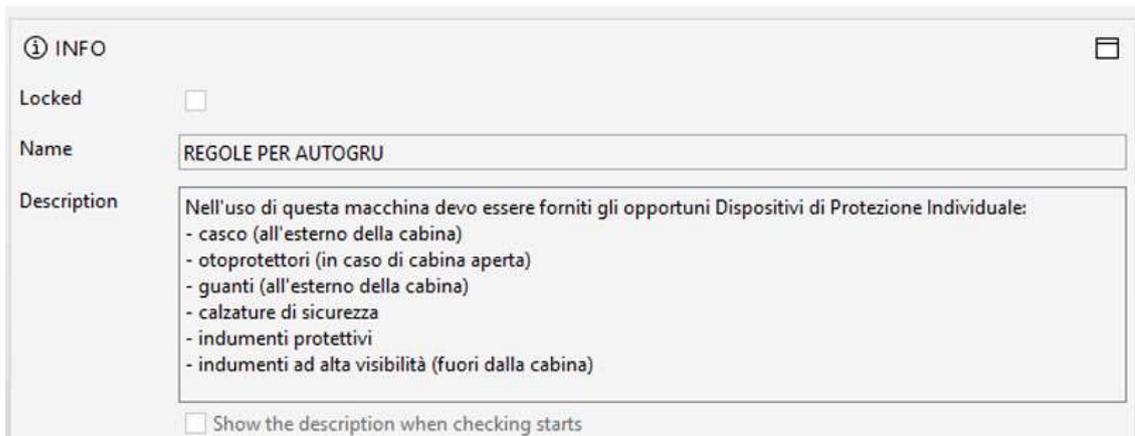


Fig. 13.4 – Mascherina "Info" delle Regole per il mezzo Autogru.

Analizziamo, quindi, una per una le altre regole utilizzate.

**Spazio di manovra:** Questa regola verifica che attorno al mezzo ci siano almeno 3 metri di spazio libero senza ingombri, per permettere la corretta manovra evitando il rischio d'investimento.

**Support Tag: SOL/222/4.0**

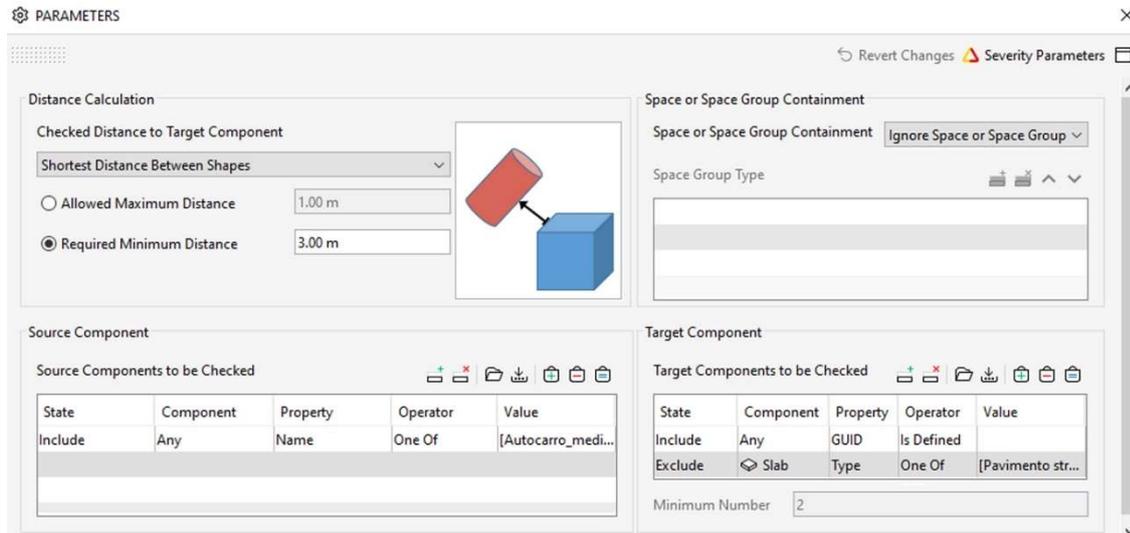


Fig. 13.5 – Parametri della Regola riguardante lo Spazio di Manovra.

**Corrispondenza autogru e strada:** Questa regola controlla che l'oggetto sia a una distanza pari a 0mm dal terreno, di conseguenza verifica che l'oggetto "non voli" né che sia inserito all'interno del terreno; la regola, inoltre, è utile per verificare che l'oggetto si trovi su un tratto di terreno stabile e quindi non circoli su buche o avvallamenti; a patto che il modello IFC importato su Solibri sia prodotto correttamente e quindi siano modellate eventuali buche e irregolarità nel terreno.

**Support Tag: SOL/23/5.1**

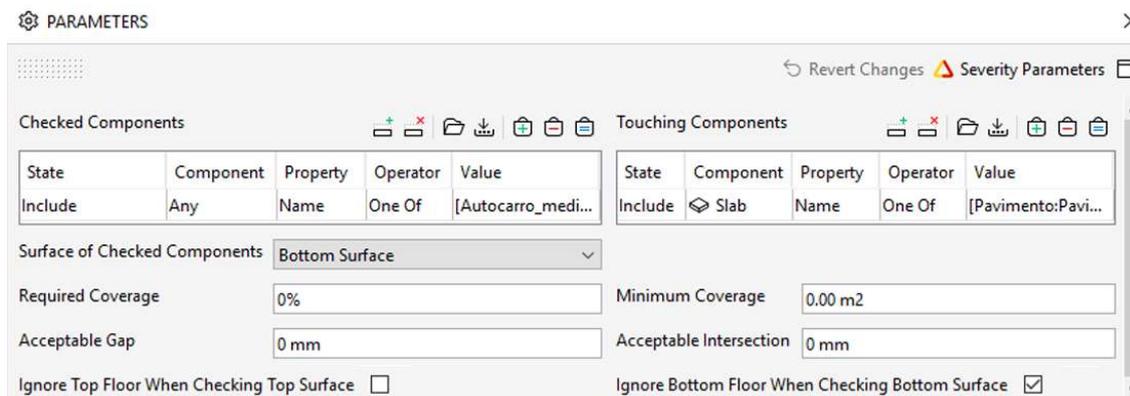


Fig. 13.6 – Parametri della Regola riguardante la corrispondenza con grafica con la superficie della strada.

**Spazio libero sopra:** Questa regola controlla che sopra l'oggetto sia garantito uno spazio di almeno 5metri per verificare che non ci siano linee elettriche aeree che possano disturbare il lavoro o carichi con possibile caduta di masse.

**Support Tag: SOL/222/4.0**

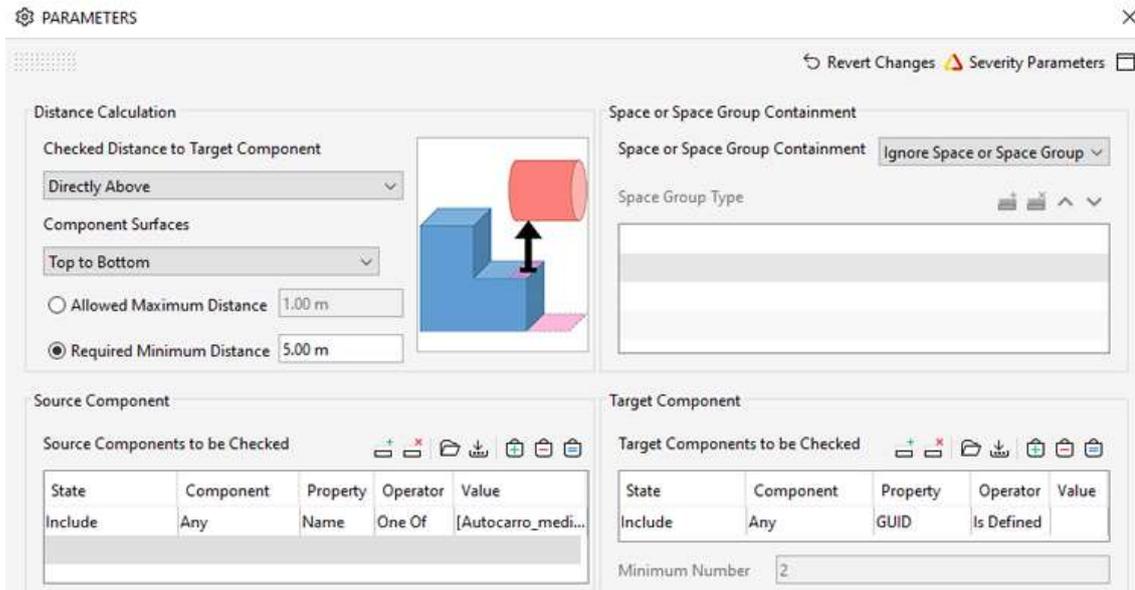


Fig. 13.7 – Parametri della Regola riguardante lo Spazio libero sopra il mezzo.

**Object Intersections:** Questa regola controlla le intersezioni tra gli oggetti “Forniture” ed altri oggetti. Quindi prende in considerazioni possibili sovrapposizioni, intersezioni di un oggetto dentro un altro, ecc. per un valore orizzontale e verticale di 10mm.

**Support Tag: SOL/1/5.0**

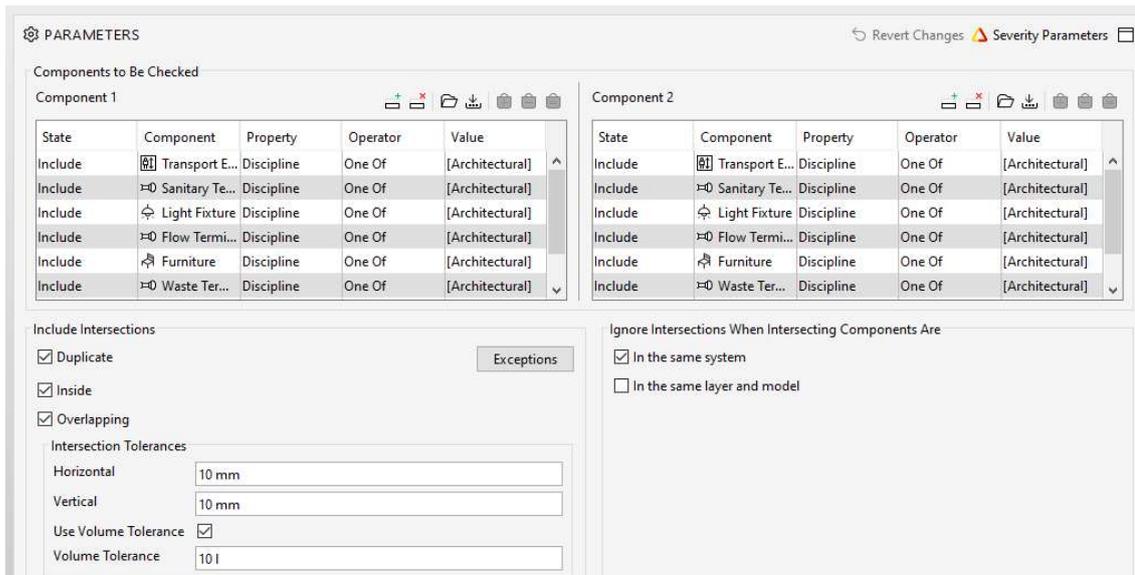


Fig. 13.8 – Parametri della Regola riguardante l'intersezione tra arredi e oggetti.

**Component Comparison:** questa regola confronta due modelli e ne evidenzia le differenze secondo i parametri inseriti nello spazio “Compared Properties”.

**Support Tag: SOL/206/2.2**

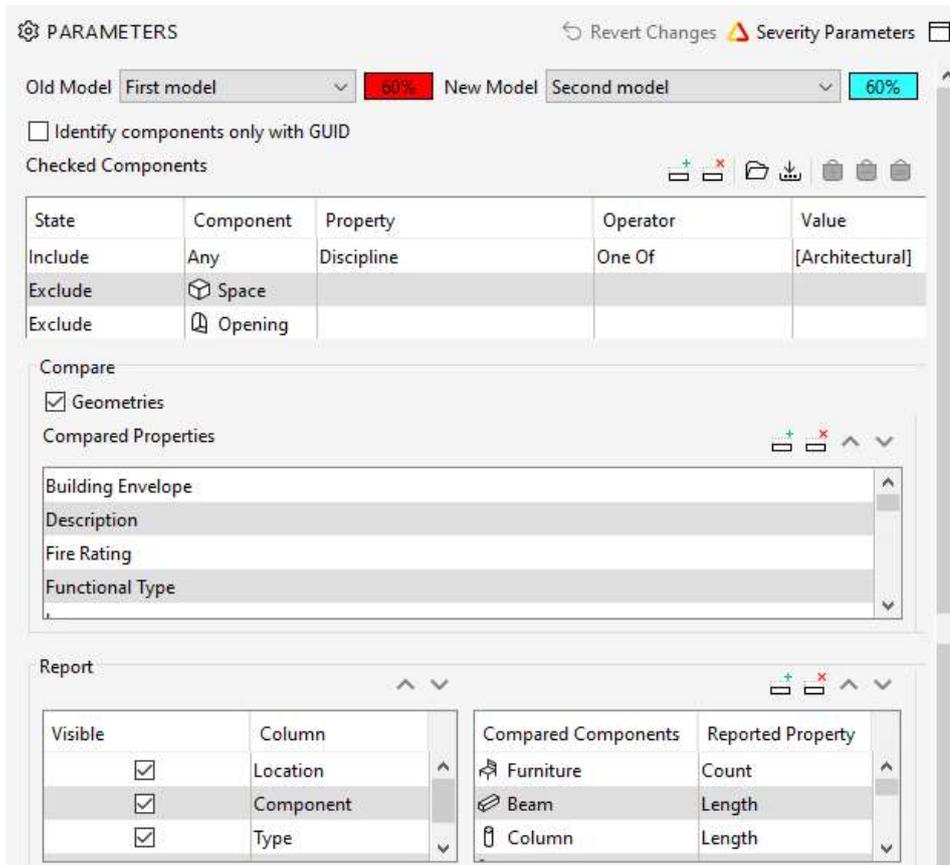


Fig. 13.9 – Parametri della Regola riguardante il confronto tra componenti.

**Component Elevation Must Be Consistent:** Questa regola controlla che I component in uno stesso modello o sullo stesso piano di riferimento abbiano lo stesso riferimento, in questo caso la superficie inferiore.

**Support Tag: SOL/171/1.4**

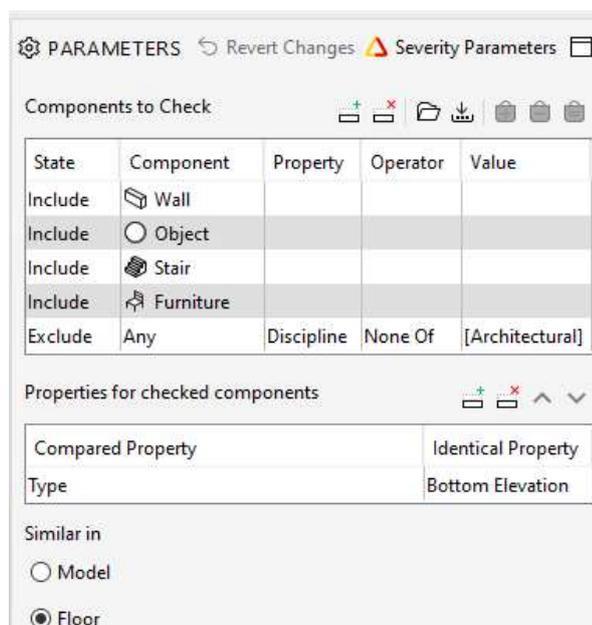


Fig. 13.10 – Parametri della Regola riguardante la coerenza dei riferimenti per il calcolo dell’altezza di un oggetto.

**BIM Specification:** questa regola specifica che il modello Bim deve essere corredato di documento descrittivo ad esso associato. Il documento deve contenere una descrizione dei contenuti del modello, oltre a spiegarne la funzione e il livello di dettaglio. Inoltre, deve contenere: informazioni sul software di modellazione utilizzato, le diverse versioni create dal modello originale e le eccezioni a questi requisiti; le convenzioni di denominazione utilizzate, la maturità del contenuto e eventuali restrizioni sul suo utilizzo; deve essere prodotto insieme al modello BIM e deve essere aggiornato ogni volta che nel modello si verificano modifiche che influiscono sul contenuto della descrizione. La regola specifica anche che nei casi di pubblicazione ufficiali, ciascuna parte è responsabile delle conseguenze di documenti incompleti o imprecisi nella misura definita nei contratti e nelle condizioni generali. Nel caso di modelli funzionanti, le descrizioni possono includere notazioni più flessibili che spiegano i contenuti e le modifiche nel BIM. Il documento descrittivo deve essere nominato e rivisto in modo da poter essere associato al modello BIM appropriato. Questa regola richiede, quindi, il controllo manuale.

#### Support Tag: SOL/232/1.1

Category name	Issue name	Issue description	Components
BIM Specification	Delivery of BIM Specification	Each discipline has to maintain a model description document. The document is a description of the contents of the model and it explains the purpose for which the model has been published and what the degree of precision is. The description document contains information about the modeling software	Building

Fig. 13.11 – Parametri della Regola riguardante la presenza di documento descrittivo relativo ai diversi modelli disciplinari.

## Checking

Avviando la funzione “Checking” possiamo vedere che il Software ci segnala gli errori, in base alle regole da noi impostate. Come anticipato è anche possibile scegliere i criteri con i quali il programma categorizzerà il problema secondo diversi ordini di gravità.

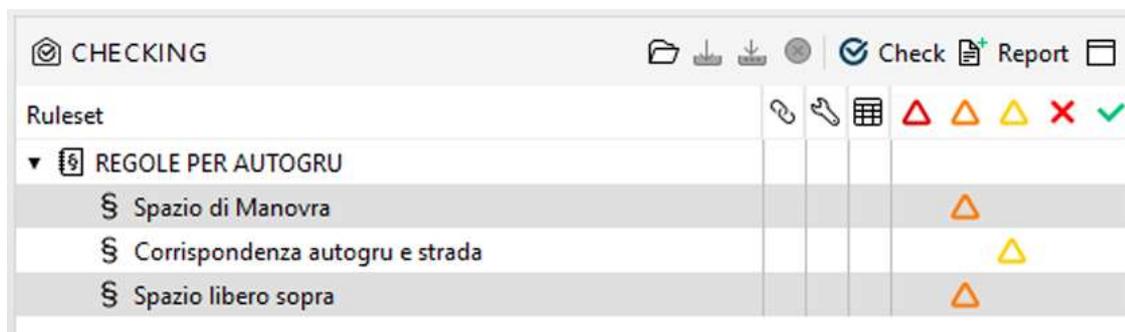


Fig. 13.12 – Errori segnalati durante il controllo.

Per la Regola “Spazio di Manovra” riscontriamo, come anticipato, tre problemi:

- 1) la presenza di un muro troppo vicino all’oggetto analizzato: Wall.0.2

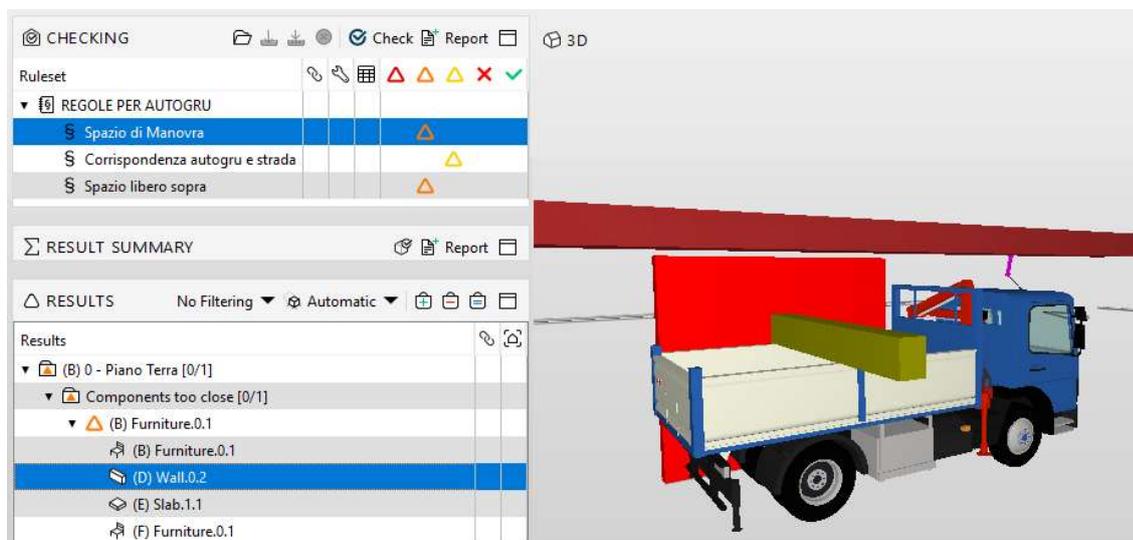


Fig. 13.13 – Regola “Spazio di Manovra” – Elemento laterale troppo vicino.

- 2) la presenza di un oggetto che non rispetta la distanza minima di 5 metri sopra l'autogrù: Stab1.1.

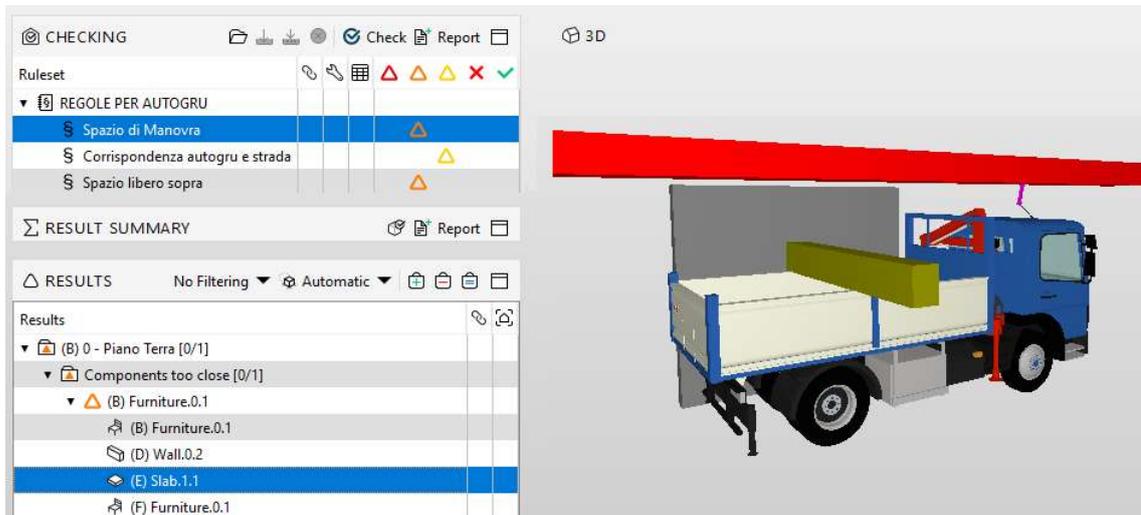


Fig. 13.14 – Regola “Spazio di Manovra” – Elemento superiore troppo vicino.

- 3) la presenza di un oggetto che sporge dall’area di carico possibile: Forniture 0.1

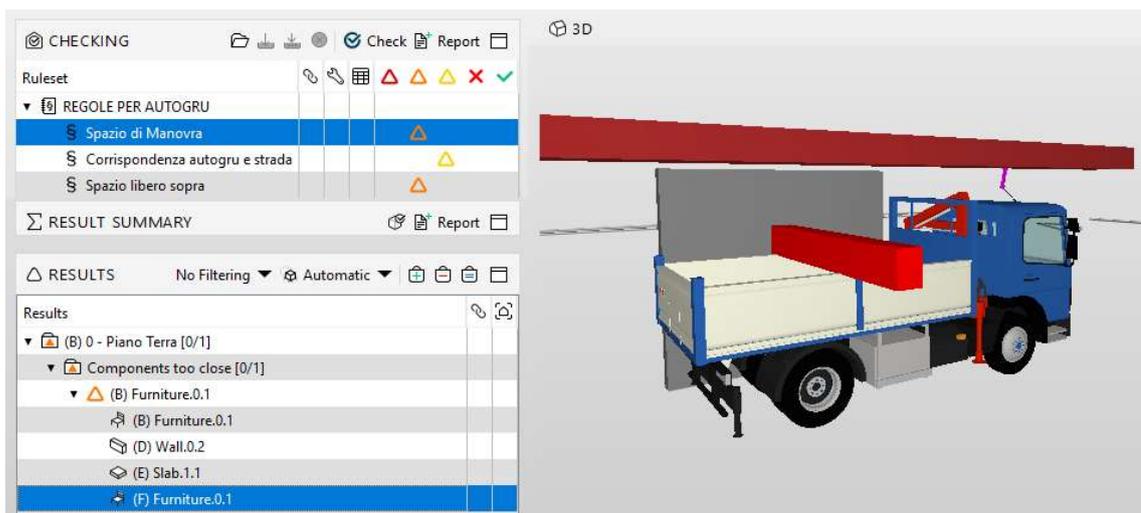


Fig. 13.15 – Regola “Spazio di Manovra” – Elemento che sporge dall’area di carico.

Per la Regola “**Corrispondenza autogru e strada**” riscontriamo, come anticipato, il problema che l’oggetto Autogru non sia a livello del terreno ma rientri nello stesso.

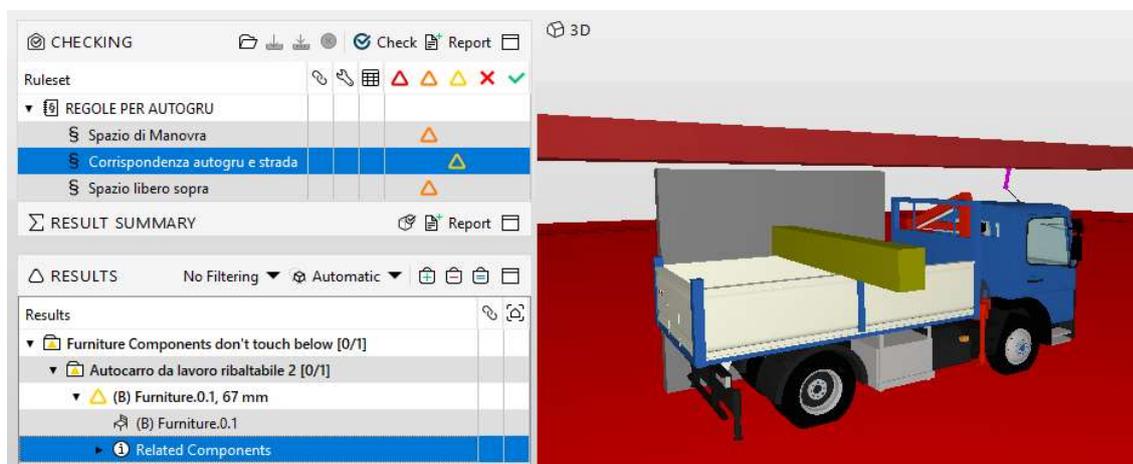


Fig. 13.16 – Regola “Corrispondenza autogru e strada” – l’oggetto Autogru rientra nel terreno.

Per la Regola “**Spazio libero sopra**” riscontriamo un errore: la presenza di un oggetto a distanza minore di 5metri d’altezza dall’oggetto autogru, in questo caso è stato posizionato per comodità di disegno un pavimento: Stab 0.1

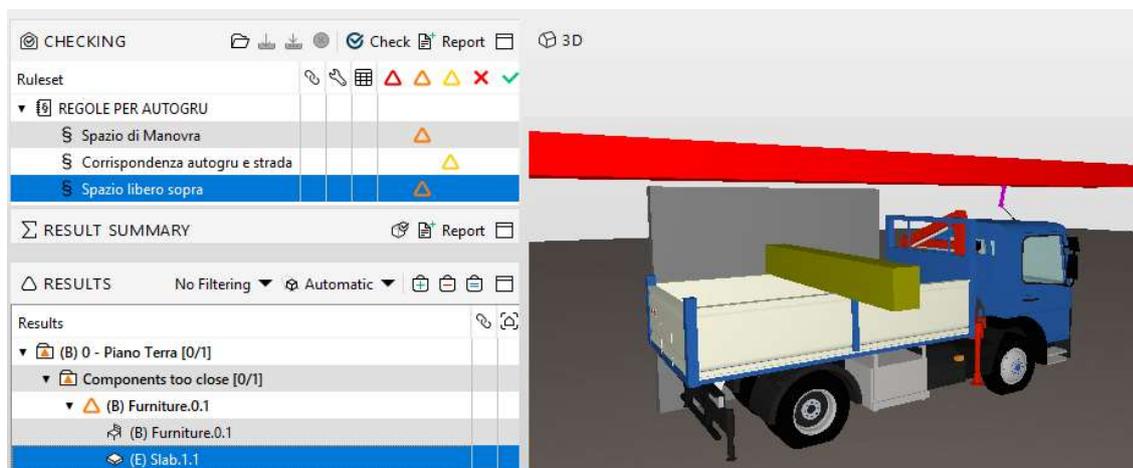


Fig. 13.17 – Regola “Spazio libero sopra” – Oggetto a meno di 5metri di distanza superiore.

Creiamo quindi una slide per segnalare l'errore a chi dovrà correggerlo.

ISSUE DETAILS

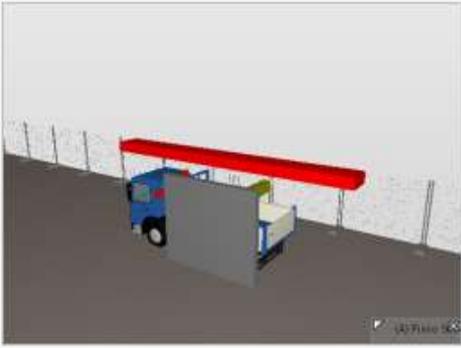
Title (B) Furniture.0.1

Description  
Attenzione! Correggere l'Errore!  
Non possono esserci oggetti che intralcino il movimento del braccio dell'Autogru!

Coordination  
Rejected Rejected  
Status Open BCF Status Error  
Stage Due Date 2019-02-07

Responsibilities and Labels  
IB +  
+

Communication Components



clien...

Location (E) allestimento cantiere - trave sopra autogru - abbassato

Created 2019-02-06 12:58:35  
Author cliente3hc@gmail.com

Fig. 13.18 – Slide per comunicare l'errore a chi dovrà apportare le correzioni.

### 13.1.2 AUTOCARRO

**Autocarro:** è un mezzo d'opera utilizzato per il trasporto di mezzi, materiali da costruzione, materiali di risulta ecc.

Troviamo questo tipo di macchina nelle Fasi:

Fase I – Allestimento del cantiere per:

- Realizzazione della recinzione e degli accessi al cantiere;
- Allestimento di depositi, zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi;
- Allestimento di servizi igienico-assistenziali del cantiere;
- Allestimento di servizi sanitari del cantiere.

Fase II – Scavo e reinterro, per:

- Scavo per il getto delle fondazioni

Fase IV – Murature e Solai prefabbricati Plastbau, per:

- Trasporto dei pannelli prefabbricati



Fig. 13.19 – Nel modello, indicheremo il mezzo autocarro con questo oggetto parametrizzato.

In relazione ai rischi e alle prevenzioni evidenziati nel Cap. 8, Pag. 103, procediamo con la verifica delle irregolarità con il Software SMC.

### Verifica delle irregolarità con Solibri Model Checker:

Carichiamo all'interno di Solibri un file volutamente errato in modo da verificare che il Software ci segnali correttamente gli errori attraverso le regole da noi impostate.

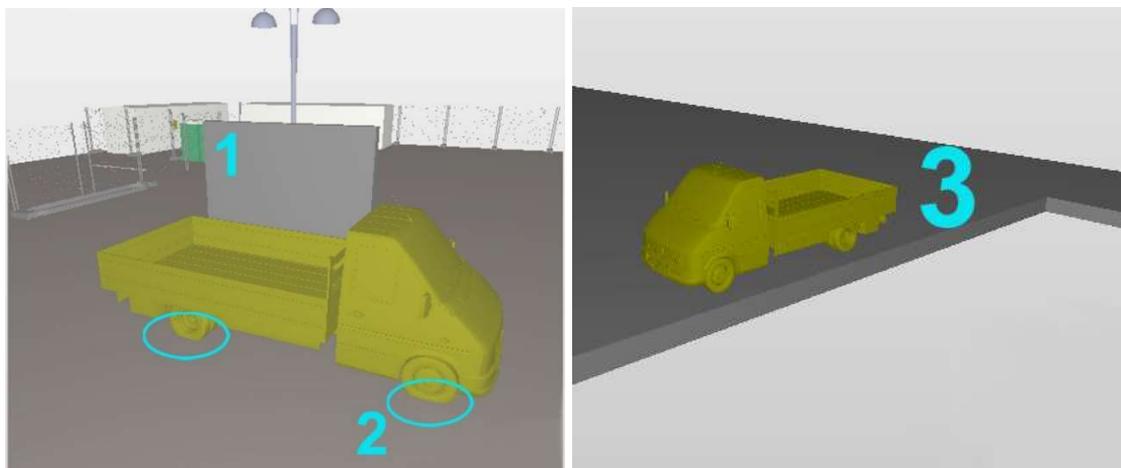


Fig. 13.20 – File volutamente sbagliato importato in Solibri.

Come si può notare dalle immagini sono evidenziati diversi errori:

- Non è presente una distanza minima di sicurezza per permettere la manovra ed evitare investimenti (1), infatti è stato posizionato un muro vicino al mezzo.
- Il mezzo, a causa di una modellazione sbagliata, entra nel terreno (ellisse verde – 2).
- Il mezzo sta circolando vicino ad uno scavo (3), intenderemo lo scavo come un'apertura del terreno; infatti per la sua modellazione in Revit la procedura è quella di creare un oggetto "pavimento", bucarlo, e all'interno della buca inserire una superficie modellata per punti, ad ogni punto verrà assegnata una quota, corrispondente al livello altimetrico del punto in questione.
- A differenza dell'oggetto Autogru, in questo caso non posizioniamo oggetti sporgenti dal cassone né oggetti a distanza minima superiore errata; scelta fatta con l'intento di mostrare le diverse funzionalità del programma.

### **Regole Utilizzate:**

Le regole utilizzate per l'oggetto Autocarro saranno molto simili a quelle usate nel capitolo precedente infatti, ai due mezzi Autocarro e Autogru, sono associati rischi del tutto simili; approfondiremo quindi solo le regole non usate precedentemente.

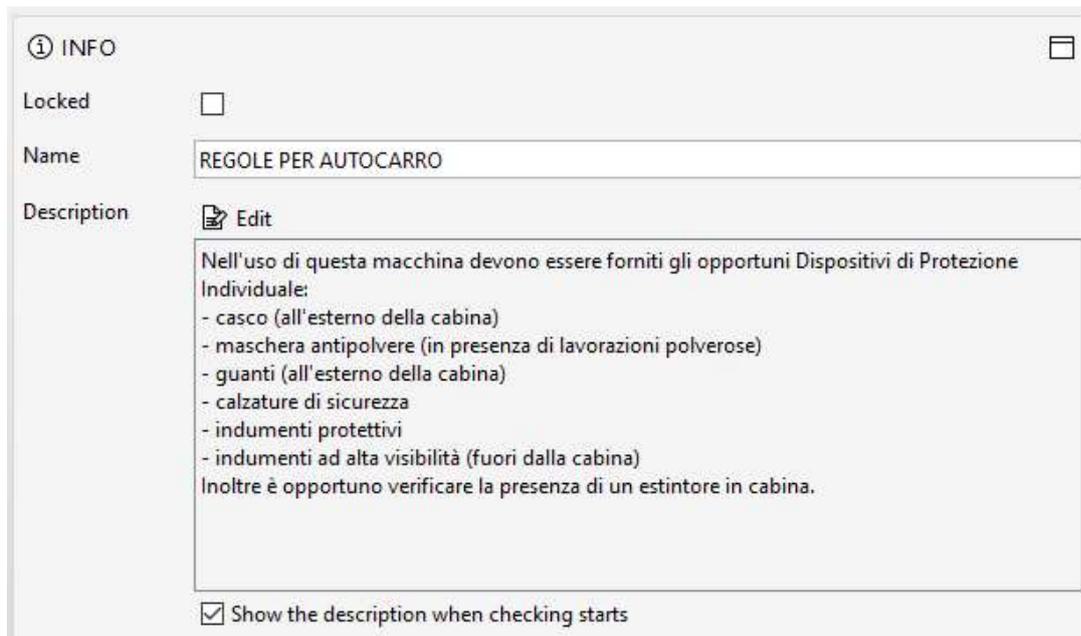


Name	Support Tag
▼ § REGOLE PER AUTOCARRO	
§ Corrispondenza autocarro e strada	SOL/23/5.1
§ Spazio libero sopra	SOL/222/4.0
§ Spazio di Manovra	SOL/222/4.0
§ Distanza dallo scavo	SOL/222/4.0
§ Object Intersections	SOL/1/5.0
§ Component Comparison	SOL/206/2.2
§ Component Elevation Must Be Consistent	SOL/171/1.4
§ BIM Specification	SOL/232/1.1

Fig. 13.21- WorkSpace di Solibri in cui sono evidenziati i set di regole utilizzati.

Anche in questo caso rimangono valide le considerazioni fatte nel capitolo precedente, cambieremo solamente la denominazione del Set di Regole chiamandolo “REGOLE PER AUTOCARRO” e posizionando al suo interno le regole create per questo mezzo.

Impostando, anche in questo caso, nelle “Info” gli opportuni Dispositivi di Protezione Individuale da fornire al manovratore del mezzo, questi saranno visualizzati in una specifica mascherina appena prima dell’avvio del “Checking”



① INFO

Locked

Name

Description

Nell'uso di questa macchina devono essere forniti gli opportuni Dispositivi di Protezione Individuale:

- casco (all'esterno della cabina)
- maschera antipolvere (in presenza di lavorazioni polverose)
- guanti (all'esterno della cabina)
- calzature di sicurezza
- indumenti protettivi
- indumenti ad alta visibilità (fuori dalla cabina)

Inoltre è opportuno verificare la presenza di un estintore in cabina.

Show the description when checking starts

Fig. 13.22 – Mascherina “Info” delle Regole per il mezzo Autocarro.

Si potrà quindi creare un nuovo set di regole da zero, come nel caso precedente: cercando, aggiungendo e modificando ogni singola Regola tra quelle disponibili nelle librerie di Solibri; oppure, se si intende utilizzare le stesse Regole utilizzate precedentemente basterà semplicemente copiarle all'interno del set di regole "REGOLE PER AUTOCARRO" e ricordarsi di cambiare i parametri di valutazione e il nome a cui la Regola deve far riferimento sostituendo il nome dell'oggetto precedente (Autogru) con il nome del nuovo oggetto da valutare (Autocarro). Procedendo in questo modo si potranno applicare al nuovo oggetto le stesse regole usate precedentemente.

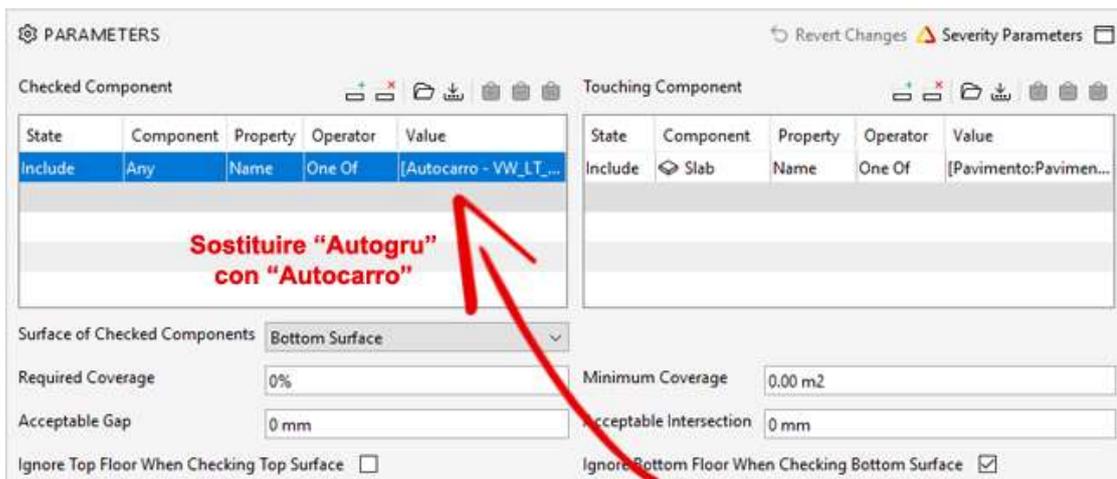


Fig. 13.23 – Parametri della Regola da modificare.

Distanza dallo scavo: questa regola controlla che il mezzo Autocarro non circoli vicino ad uno scavo (inteso, come spiegato precedentemente, come bucatina del terreno). Di conseguenza imposteremo che l'autocarro dovrà avere una distanza minima dalle aperture.

**Support Tag: SOL/222/4.0**

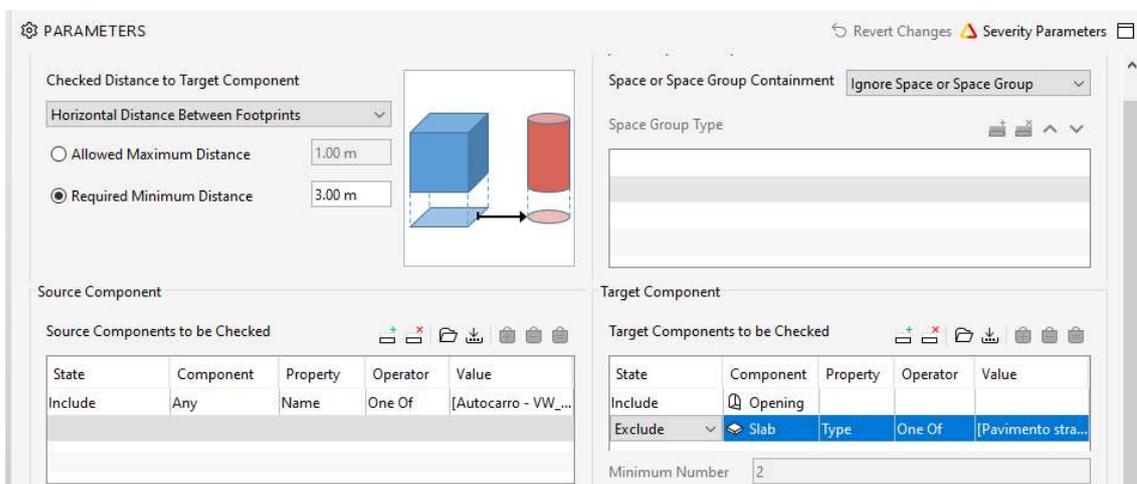


Fig. 13.24 – Parametri della regola riguardante la distanza da uno scavo

## Checking

Avviando la funzione “Checking” possiamo vedere che il Software ci segnala gli errori, secondo vari gradi di gravità, in base alle regole da noi impostate.

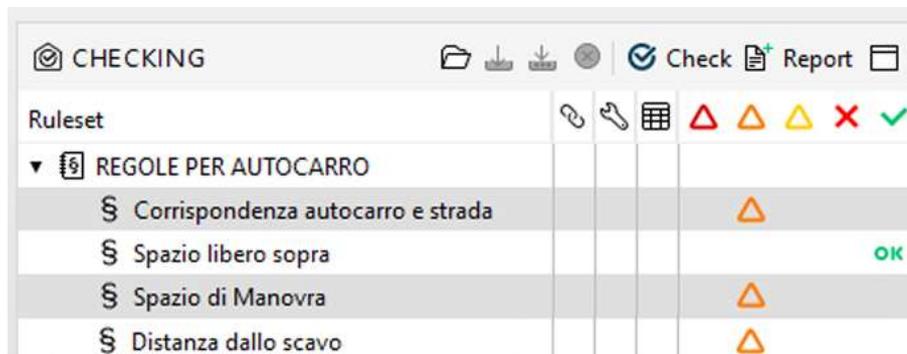


Fig. 13.25 – Errori segnalati durante il controllo.

Possiamo notare che i tre errori, evidenziati in Fig. 13.25, sono stati segnalati con gravità media mentre, non essendo stati posizionati oggetti al di sopra dell’Autocarro, la Regola che controlla lo “Spazio libero sopra” non segnala alcun errore.

### Altre Regole:

Sono state utilizzate regole già nominate in precedenza, in queste regole l’unica modifica è stata quella di cambiare il parametro di riferimento del componente da controllare. Per completezza le elenchiamo semplicemente.

Nel Capitolo 13, da Pag. 173 a Pag. 175 si potranno approfondire le seguenti regole:

- Object Intersections. Support Tag: SOL/1/5.0
- Component Comparison. Support Tag: SOL/206/2.2
- Component Elevation Must Be Consistent. Support Tag: SOL/171/1.4
- BIM Specification. Support Tag: SOL/232/1.1

### 13.1.3 DUMPER

**Dumper:** è un mezzo d'opera utilizzato per il trasporto di materiali incoerenti.

Troviamo questo tipo di macchina nella Fase II – Scavo e reinterro.



Fig. 13.26 - Nel modello, indicheremo il mezzo dumper con questo oggetto parametrizzato.

In relazione ai rischi e alle prevenzioni evidenziati nel Cap. 9, Pag. 118, procediamo con la verifica delle irregolarità con il Software SMC.

#### **Regole Utilizzate:**

Le regole utilizzate per l'oggetto Dumper saranno molto simili a quelle usate nei capitoli precedenti per questo le elenchiamo e non ci soffermiamo nella loro spiegazione.

WORKSPACE	
Name	Support Tag
▼  REGOLE PER DUMPER	
§ Corrispondenza autogru e strada	SOL/23/5.1
§ Spazio libero sopra	SOL/222/4.0
§ Spazio di Manovra	SOL/222/4.0
§ BIM Specification	SOL/232/1.1
§ Component Elevation Must Be Consistent	SOL/171/1.4
§ Component Comparison	SOL/206/2.2
§ Object Intersections	SOL/1/5.0

Fig. 13.28 - WorkSpace di Solibri in cui sono evidenziati i set di regole utilizzati

Impostando, anche in questo caso, nelle “Info” gli opportuni Dispositivi di Protezione Individuale da fornire al manovratore del mezzo, questi saranno visualizzati in una specifica mascherina appena prima dell’avvio del “Checking”

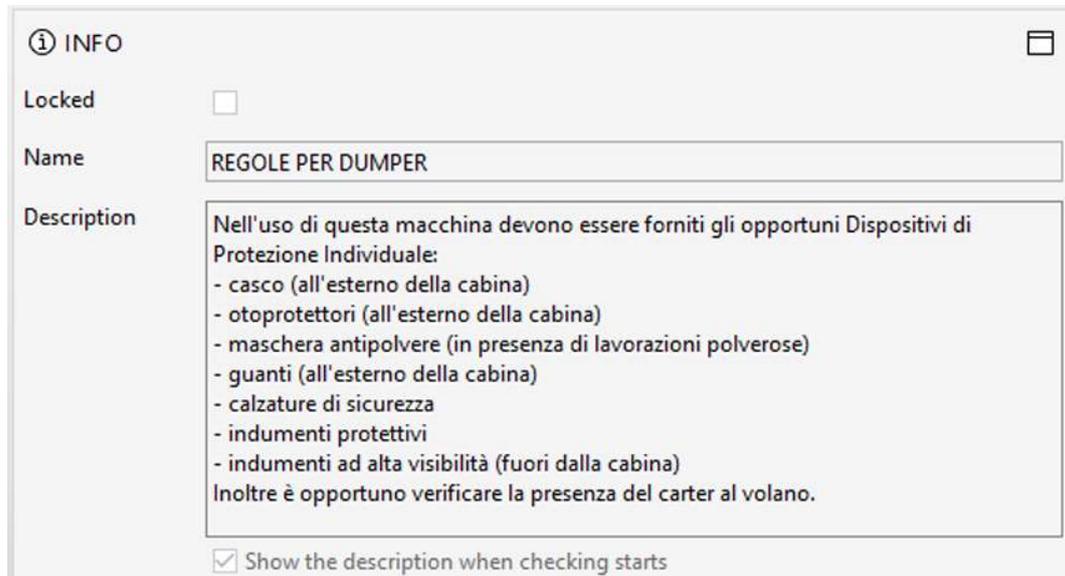


Fig. 13.27 - Mascherina “Info” delle Regole per il mezzo Dumper.

Sono state utilizzate regole già nominate in precedenza, in queste regole l’unica modifica è stata quella di cambiare il parametro di riferimento del componente da controllare. Per completezza le elenchiamo semplicemente.

Nel Capitolo 13, da Pag. 173 a Pag. 175 si potranno approfondire le seguenti regole:

- Spazio di manovra. Support Tag: SOL/222/4.0
- Corrispondenza autogru e strada. Support Tag: SOL/23/5.1
- Spazio libero sopra. Support Tag: SOL/222/4.0
- Object Intersections. Support Tag: SOL/1/5.0
- Component Comparison. Support Tag: SOL/206/2.2
- Component Elevation Must Be Consistent. Support Tag: SOL/171/1.4
- BIM Specification. Support Tag: SOL/232/1.1

### 13.1.4. ESCAVATORE

**Escavatore:** è una macchina operatrice con pala anteriore impiegata per lavori di scavo, riporto e movimento di materiali.

Troviamo questo tipo di macchina nella Fase II – Scavo e reinterro.



Fig. 13.29 - Nel modello, indicheremo il mezzo escavatore con questo oggetto parametrizzato.

In relazione ai rischi e alle prevenzioni evidenziati nel Cap. 9, Pag. 120, procediamo con la verifica delle irregolarità con il Software SMC.

#### **Regole Utilizzate:**

Le regole utilizzate per l'oggetto Escavatore saranno molto simili a quelle usate nei capitoli precedenti per questo le elenchiamo e non ci soffermiamo nella loro spiegazione.

WORKSPACE	
Name	Support Tag
▼ <b>REGOLE PER ESCAVATORE</b>	
§ Corrispondenza autocarro e strada	SOL/23/5.1
§ Spazio libero sopra	SOL/222/4.0
§ Spazio di Manovra	SOL/222/4.0
§ BIM Specification	SOL/232/1.1
§ Component Elevation Must Be Consistent	SOL/171/1.4
§ Component Comparison	SOL/206/2.2
§ Object Intersections	SOL/1/5.0

Fig. 13.31 - WorkSpace di Solibri in cui sono evidenziati i set di regole utilizzati.

Impostando, anche in questo caso, nelle “Info” gli opportuni Dispositivi di Protezione Individuale da fornire al manovratore del mezzo, questi saranno visualizzati in una specifica mascherina appena prima dell’avvio del “Checking”

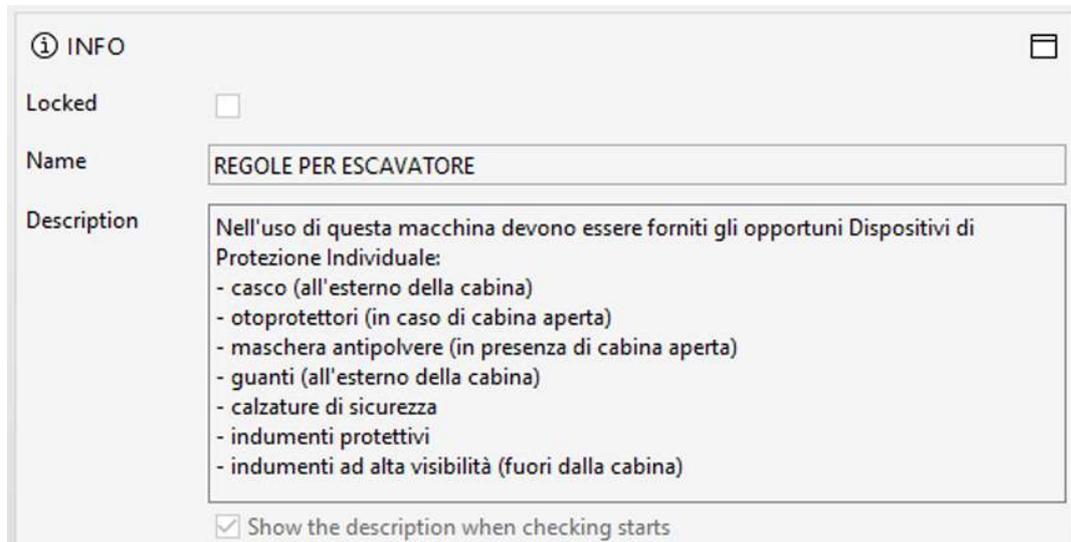


Fig. 13.30 - Mascherina “Info” delle Regole per il mezzo Escavatore.

Sono state utilizzate regole già nominate in precedenza, in queste regole l’unica modifica è stata quella di cambiare il parametro di riferimento del componente da controllare. Per completezza le elenchiamo semplicemente.

Nel Capitolo 13, da Pag. 173 a Pag. 175 si potranno approfondire le seguenti regole:

- Spazio di manovra. Support Tag: SOL/222/4.0
- Corrispondenza autogru e strada. Support Tag: SOL/23/5.1
- Spazio libero sopra. Support Tag: SOL/222/4.0
- Object Intersections. Support Tag: SOL/1/5.0
- Component Comparison. Support Tag: SOL/206/2.2
- Component Elevation Must Be Consistent. Support Tag: SOL/171/1.4
- BIM Specification. Support Tag: SOL/232/1.1

### 13.1.5 PALA MECCANICA

**Pala Meccanica:** è una macchina operatrice dotata di una benna mobile utilizzata per operazioni di scavo, carico, sollevamento, trasporto e scarico di terra o altri materiali incoerenti.

Troviamo questo tipo di macchina nella Fase II – Scavo e reinterro.



Fig. 13.32 - Nel modello, indicheremo il mezzo pala meccanica con questo oggetto parametrizzato.

In relazione ai rischi e alle prevenzioni evidenziati nel Cap. 9, Pag. 121, procediamo con la verifica delle irregolarità con il Software SMC.

#### **Regole Utilizzate:**

Le regole utilizzate per l'oggetto Pala Meccanica saranno molto simili a quelle usate nei capitoli precedenti per questo le elenchiamo e non ci soffermiamo nella loro spiegazione.

WORKSPACE	
Name	Support Tag
▼  REGOLE PER PALA MECCANICA	
§ Corrispondenza autocarro e strada	SOL/23/5.1
§ Spazio libero sopra	SOL/222/4.0
§ Spazio di Manovra	SOL/222/4.0
§ BIM Specification	SOL/232/1.1
§ Component Elevation Must Be Consistent	SOL/171/1.4
§ Component Comparison	SOL/206/2.2
§ Object Intersections	SOL/1/5.0

Fig. 13.34 - Workspace di Solibri in cui sono evidenziati i set di regole utilizzati.

Impostando, anche in questo caso, nelle “Info” gli opportuni Dispositivi di Protezione Individuale da fornire al manovratore del mezzo, questi saranno visualizzati in una specifica mascherina appena prima dell’avvio del “Checking”

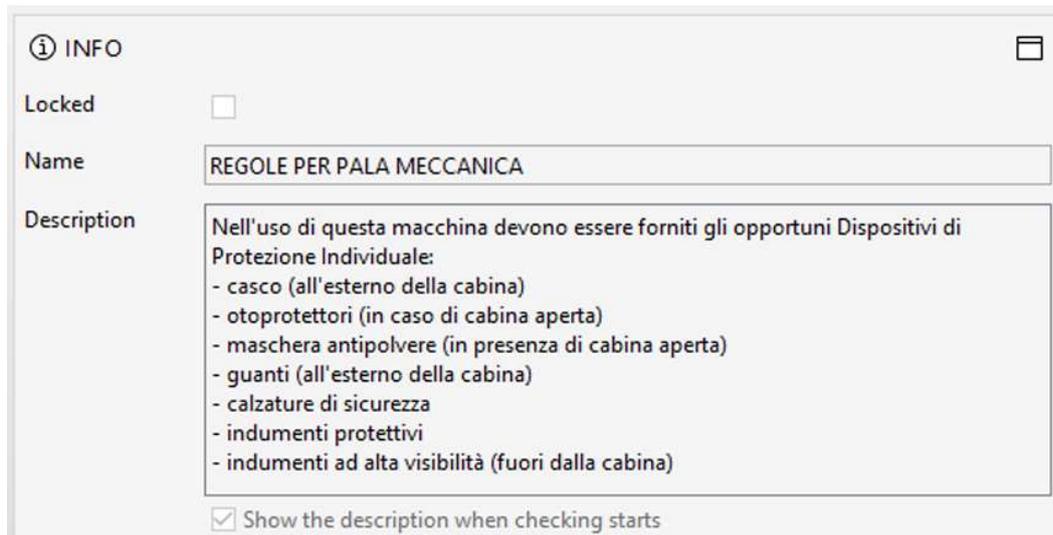


Fig. 13.33 - Mascherina “Info” delle Regole per il mezzo Pala Meccanica.

Sono state utilizzate regole già nominate in precedenza, in queste regole l’unica modifica è stata quella di cambiare il parametro di riferimento del componente da controllare. Per completezza le elenchiamo semplicemente.

Nel Capitolo 13, da Pag. 173 a Pag. 175 si potranno approfondire le seguenti regole:

- Spazio di manovra. Support Tag: SOL/222/4.0
- Corrispondenza autogru e strada. Support Tag: SOL/23/5.1
- Spazio libero sopra. Support Tag: SOL/222/4.0
- Object Intersections. Support Tag: SOL/1/5.0
- Component Comparison. Support Tag: SOL/206/2.2
- Component Elevation Must Be Consistent. Support Tag: SOL/171/1.4
- BIM Specification. Support Tag: SOL/232/1.1

### **13.1.6. AUTOBETONIERA**

**Autobetoniera:** è un mezzo d'opera destinato al trasporto di calcestruzzi dalla centrale di betonaggio fino al luogo della posa in opera.

Troviamo questo tipo di macchina nelle Fasi:

Fase III – Fondazioni, per:

- Getto in calcestruzzo per le strutture in fondazione.

Fase IV – Murature e Solai prefabbricati Plastbau

- Getto di riempimento per pareti PLASTBAU®-3 e SOLAIO PLASTBAU® METAL

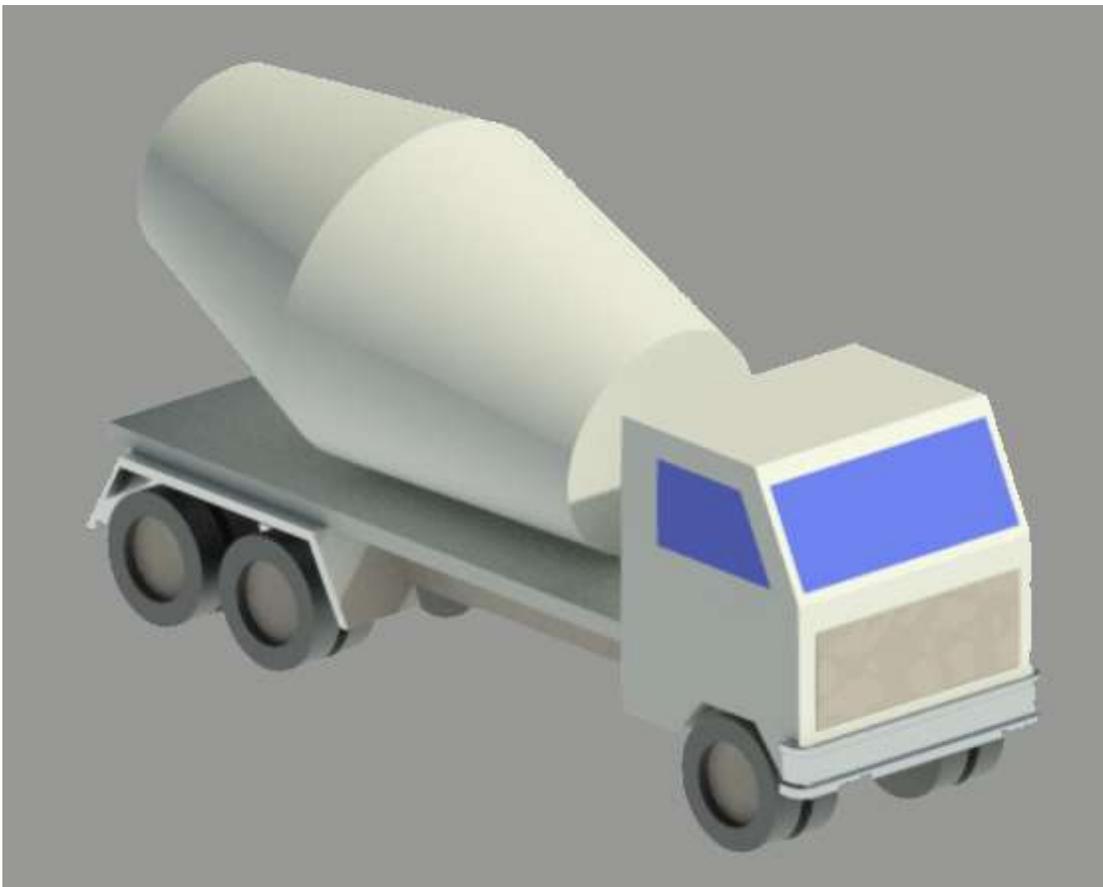
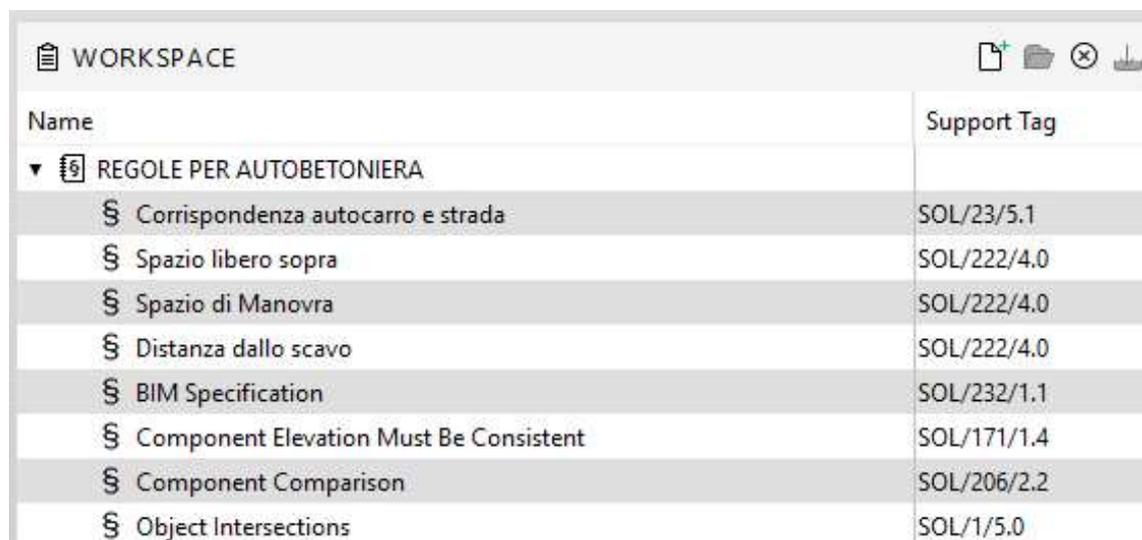


Fig. 13.35 - Nel modello, indicheremo il mezzo autobetoniera con questo oggetto parametrizzato.

In relazione ai rischi e alle prevenzioni evidenziati nel Cap. 10, Pag. 137, procediamo con la verifica delle irregolarità con il Software SMC.

### **Regole Utilizzate:**

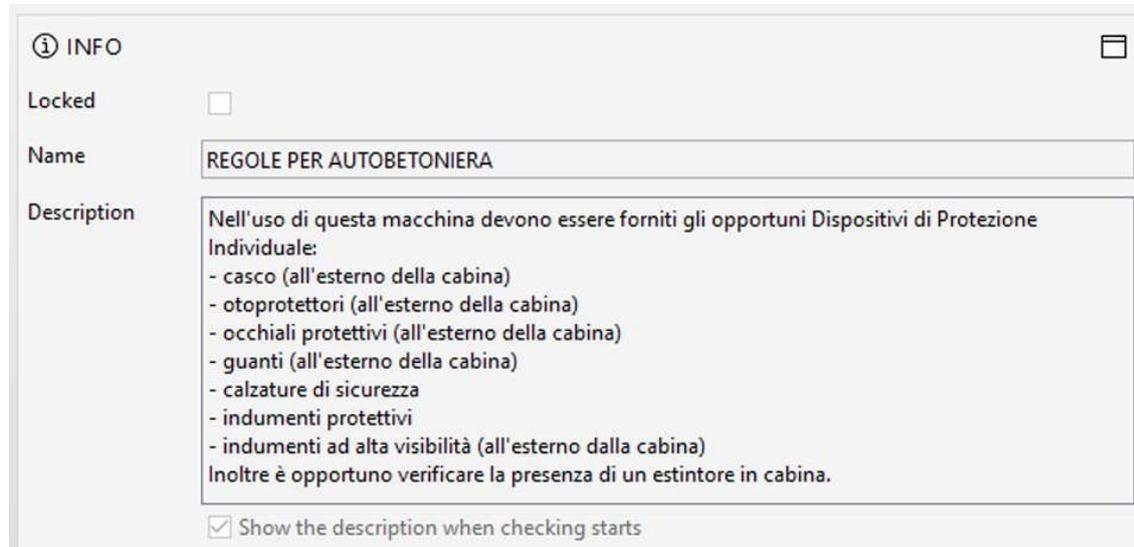
Le regole utilizzate per l'oggetto Autobetoniera saranno molto simili a quelle usate nei capitoli precedenti per questo le elenchiamo e non ci soffermiamo nella loro spiegazione.



Name	Support Tag
▼ <b>REGOLE PER AUTOBETONIERA</b>	
§ Corrispondenza autocarro e strada	SOL/23/5.1
§ Spazio libero sopra	SOL/222/4.0
§ Spazio di Manovra	SOL/222/4.0
§ Distanza dallo scavo	SOL/222/4.0
§ BIM Specification	SOL/232/1.1
§ Component Elevation Must Be Consistent	SOL/171/1.4
§ Component Comparison	SOL/206/2.2
§ Object Intersections	SOL/1/5.0

Fig. 13.37 - Workspace di Solibri in cui sono evidenziati i set di regole utilizzati.

Impostando, anche in questo caso, nelle “Info” gli opportuni Dispositivi di Protezione Individuale da fornire al manovratore del mezzo, questi saranno visualizzati in una specifica mascherina appena prima dell’avvio del “Checking”



**INFO**

Locked

Name:

Description:

Nell'uso di questa macchina devono essere forniti gli opportuni Dispositivi di Protezione Individuale:

- casco (all'esterno della cabina)
- otoprotettori (all'esterno della cabina)
- occhiali protettivi (all'esterno della cabina)
- guanti (all'esterno della cabina)
- calzature di sicurezza
- indumenti protettivi
- indumenti ad alta visibilità (all'esterno dalla cabina)

Inoltre è opportuno verificare la presenza di un estintore in cabina.

Show the description when checking starts

Fig. 13.36 - Mascherina “Info” delle Regole per il mezzo Autobetoniera.

Sono state utilizzate regole già nominate in precedenza, in queste regole l'unica modifica è stata quella di cambiare il parametro di riferimento del componente da controllare. Per completezza le elenchiamo semplicemente.

Nel Capitolo 13, da Pag. 173 a Pag. 175 si potranno approfondire le seguenti regole:

- Spazio di manovra. Support Tag: SOL/222/4.0
- Corrispondenza autogru e strada. Support Tag: SOL/23/5.1
- Spazio libero sopra. Support Tag: SOL/222/4.0
- Object Intersections. Support Tag: SOL/1/5.0
- Component Comparison. Support Tag: SOL/206/2.2
- Component Elevation Must Be Consistent. Support Tag: SOL/171/1.4
- BIM Specification. Support Tag: SOL/232/1.1

Nel Capitolo 13, Pag. 183 è spiegata per esteso, invece, la regola:

- Distanza dallo scavo. Support Tag: SOL/222/4.0

### 13.1.7. AUTOPOMPA PER CLS

**Autopompa per cls:** un mezzo d'opera attrezzato con una pompa per il sollevamento del calcestruzzo per getti in quota.

Troviamo questo tipo di macchina nelle Fasi:

Fase III – Fondazioni, per:

- Getto in calcestruzzo per le strutture in fondazione.

Fase IV – Murature e Solai prefabbricati Plastbau

- Getto di riempimento per pareti PLASTBAU®-3 e SOLAIO PLASTBAU®

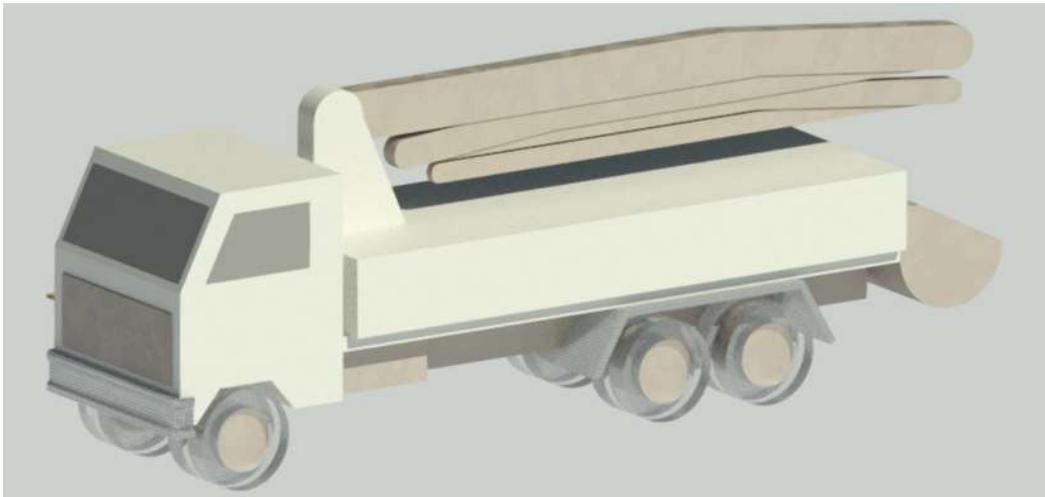
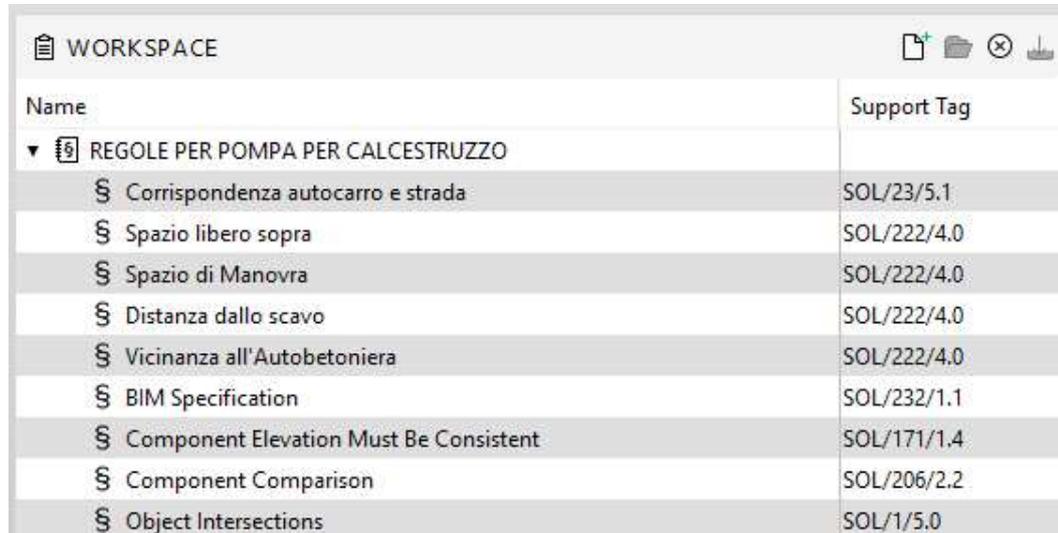


Fig. 13.38 - Nel modello, indicheremo il mezzo autopompa per cls con questo oggetto parametrizzato.

In relazione ai rischi e alle prevenzioni evidenziati nel Cap. 10, Pag. 139, procediamo con la verifica delle irregolarità con il Software SMC.

**Regole Utilizzate:**

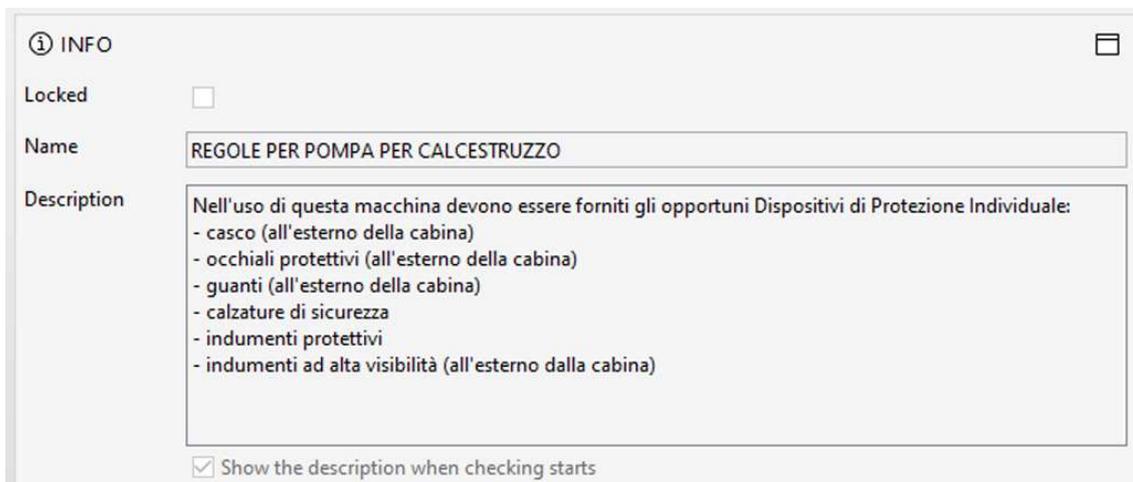
Le regole utilizzate per l'oggetto Autopompa per Calcestruzzo saranno molto simili a quelle usate nei capitoli precedenti fatta eccezione per una sola regola che approfondiamo di seguito:



Name	Support Tag
REGOLE PER POMPA PER CALCESTRUZZO	
§ Corrispondenza autocarro e strada	SOL/23/5.1
§ Spazio libero sopra	SOL/222/4.0
§ Spazio di Manovra	SOL/222/4.0
§ Distanza dallo scavo	SOL/222/4.0
§ Vicinanza all'Autobetoniera	SOL/222/4.0
§ BIM Specification	SOL/232/1.1
§ Component Elevation Must Be Consistent	SOL/171/1.4
§ Component Comparison	SOL/206/2.2
§ Object Intersections	SOL/1/5.0

Fig. 13.40 - WorkSpace di Solibri in cui sono evidenziati i set di regole utilizzati.

Impostando, anche in questo caso, nelle “Info” gli opportuni Dispositivi di Protezione Individuale da fornire al manovratore del mezzo, questi saranno visualizzati in una specifica mascherina appena prima dell'avvio del “Checking”



① INFO

Locked

Name: REGOLE PER POMPA PER CALCESTRUZZO

Description:

Nell'uso di questa macchina devono essere forniti gli opportuni Dispositivi di Protezione Individuale:

- casco (all'esterno della cabina)
- occhiali protettivi (all'esterno della cabina)
- guanti (all'esterno della cabina)
- calzature di sicurezza
- indumenti protettivi
- indumenti ad alta visibilità (all'esterno dalla cabina)

Show the description when checking starts

Fig. 13.39 - Mascherina “Info” delle Regole per il mezzo Autopompa per cls.

Vicinanza all'Autobetoniera: questa regola impone che, se nel progetto è presente un oggetto "Autopompa per cls" questo debba essere a distanza minima di 3metri da un oggetto Autobetoniera

**Support Tag: SOL/222/4.0**

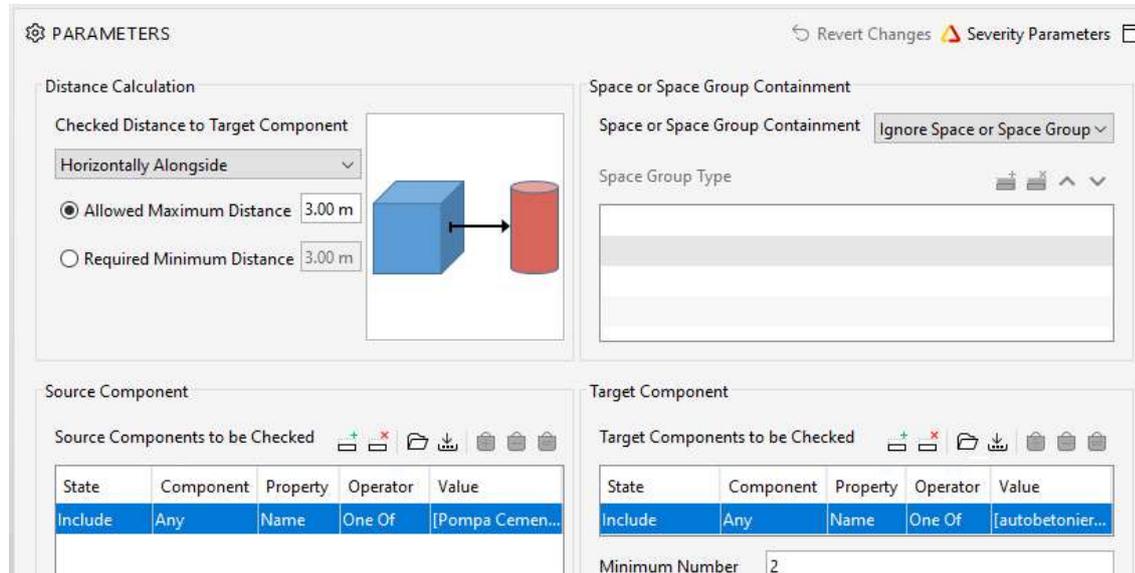


Fig. 13.41 – Parametri della regola riguardante la distanza minima tra Autopompa e Autobetoniera.

Come vediamo avviando il controllo, essendo i due oggetti a distanza superiore a 3m, il Software segnalerà l'errore:

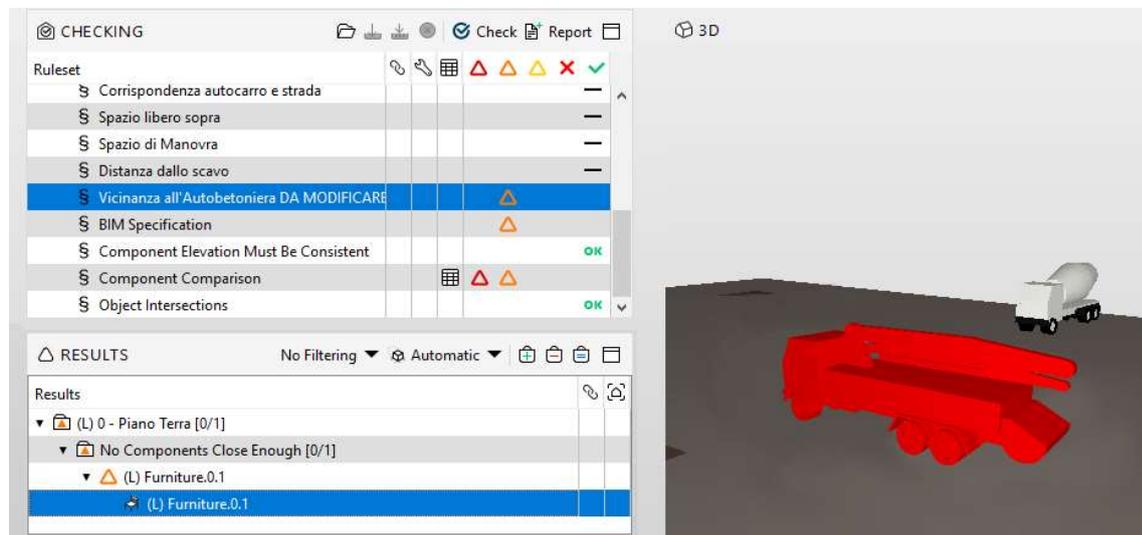


Fig. 13.42 – Problematiche riscontrate durante il controllo del mezzo Autopompa.

Sono state utilizzate regole già nominate in precedenza, in queste regole l'unica modifica è stata quella di cambiare il parametro di riferimento del componente da controllare. Per completezza le elenchiamo semplicemente.

Nel Capitolo 13, da Pag. 173 a Pag. 175 si potranno approfondire le seguenti regole:

- Spazio di manovra. Support Tag: SOL/222/4.0
- Corrispondenza autogru e strada. Support Tag: SOL/23/5.1
- Spazio libero sopra. Support Tag: SOL/222/4.0
- Object Intersections. Support Tag: SOL/1/5.0
- Component Comparison. Support Tag: SOL/206/2.2
- Component Elevation Must Be Consistent. Support Tag: SOL/171/1.4
- BIM Specification. Support Tag: SOL/232/1.1

Nel Capitolo 13, Pag. 183 è spiegata per esteso la regola:

- Distanza dallo scavo. Support Tag: SOL/222/4.0

### **13.1.8. ATTREZZI MANUALI**

**Attrezzi manuali:** gli attrezzi manuali, presenti in tutte le fasi lavorative, sono sostanzialmente costituiti da una parte destinata all'impugnatura ed un'altra, variamente conformata, alla specifica funzione svolta.

Troviamo gli attrezzi manuali in tutte le Fasi considerate.



Fig. 13.43 - Nel modello indicheremo gli attrezzi manuali con questo oggetto parametrizzato.

#### **Verifica delle irregolarità con Solibri Model Checker:**

In relazione ai rischi e alle prevenzioni evidenziati nel Cap. 8, Pag. 102, procediamo con la verifica delle irregolarità con il Software SMC.

Carichiamo all'interno di Solibri la famiglia che indicherà la presenza di Attrezzi manuali.

#### **Regole Utilizzate:**

Per questo oggetto non verrà svolto un controllo legato a delle specifiche regole; infatti non sono stati caricati all'interno di Solibri i singoli utensili da utilizzare, ma una famiglia che ne indichi solo la presenza. Per questo inseriamo solo nelle "Info" legate all'oggetto i necessari accorgimenti da avere durante l'uso degli attrezzi.

Ricordiamoci di spuntare la casella "Show the description when checking starts" al momento della modifica delle "Info" in modo che queste vengano automaticamente visualizzate al momento del controllo.

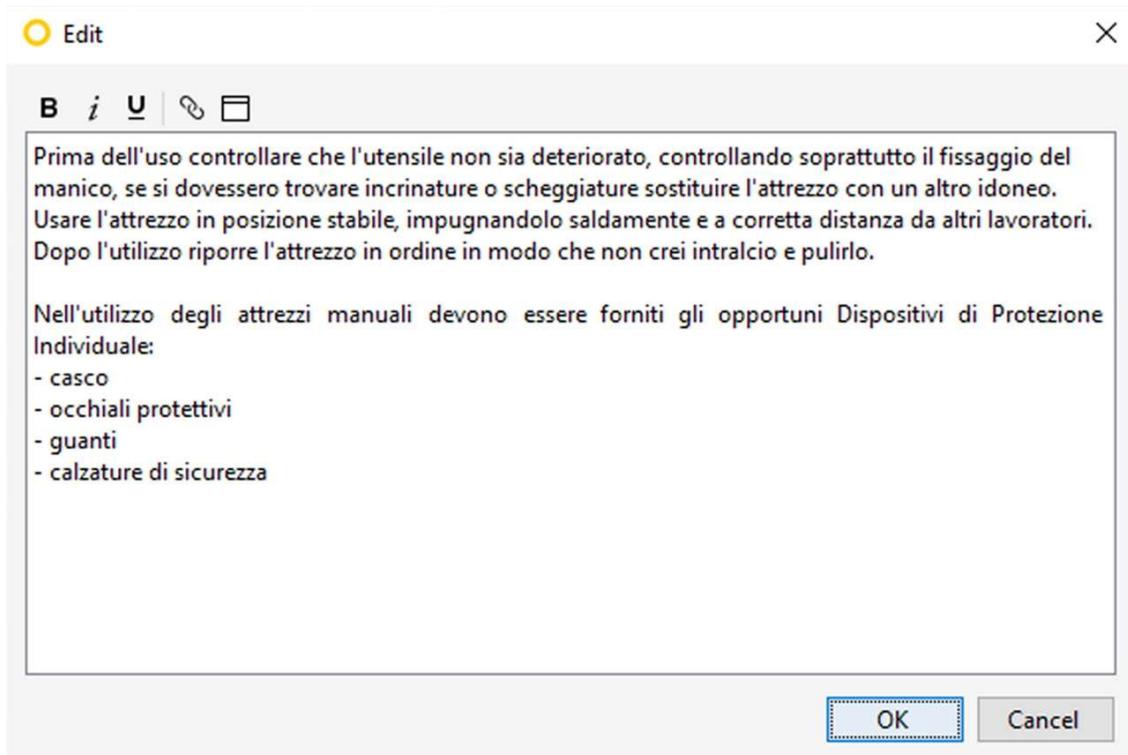


Fig. 13.44 - Mascherina “Info” dell’oggetto Attrezzi Manuali.

**Altre Regole:**

Sono state utilizzate regole già nominate in precedenza, in queste regole l’unica modifica è stata quella di cambiare il parametro di riferimento del componente da controllare. Per completezza le elenchiamo semplicemente.

Nel Capitolo 13, da Pag. 173 a Pag. 175 si potranno approfondire le seguenti regole:

- Object Intersections. Support Tag: SOL/1/5.0
- Component Comparison. Support Tag: SOL/206/2.2
- Component Elevation Must Be Consistent. Support Tag: SOL/171/1.4
- BIM Specification. Support Tag: SOL/232/1.1

### **13.1.9. ANDATOIE E PASSERELLE**

**Andatoie e Passerelle:** sono opere provvisorie predisposte per consentire il collegamento di posti di lavoro collocati a quote differenti o separati da vuoti, come nel caso di scavi in trincea o ponteggi.

Troviamo le passerelle e andatoie nelle Fasi:

Fase II – Scavo e reinterro, per:

- Raggiungere il dislivello creato dallo scavo

Fase III – Fondazioni

- Raggiungere il dislivello creato dallo scavo

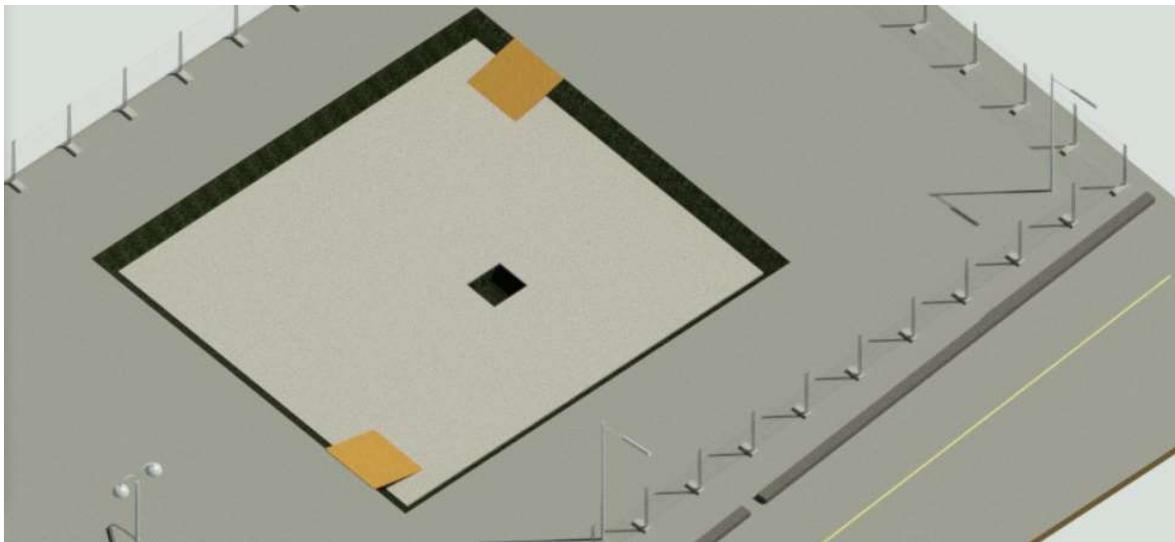


Fig. 13.45 - Nel modello indicheremo gli attrezzi passerelle con gli oggetti colorati in giallo. In relazione ai rischi e alle prevenzioni evidenziati nel Cap. 9, Pag. 114, procediamo con la verifica delle irregolarità con il Software SMC.

#### **Regole Utilizzate:**

Prima di procedere alla spiegazione delle regole utilizzate per questo tipo di oggetto ci teniamo a specificare che Andatoie e Passerelle saranno riconosciute dal Software come Rampe o Pavimenti, a seconda di come esse siano state modellate nel software di authoring, nel nostro caso Revit.

Inoltre, prima di procedere ricordiamo come sia possibile creare una classificazione; alcune regole infatti richiedono che gli oggetti da controllare siano inseriti in una classificazione, mentre per altre regole non è strettamente richiesta la presenza di classificazione ma crearla ci renderà il lavoro più comodo e veloce. La prima operazione

da fare sarà perciò creare le Classifications che ci servono (come spiegato nel Cap.12, Pag. 159).

Creiamo due classificazioni:

- la prima è quella che comprende tutti gli elementi “passerella” che nel software di authoring sono state create con l’elemento “rampa” (evidenziate in rosa nell’immagine 13.49)

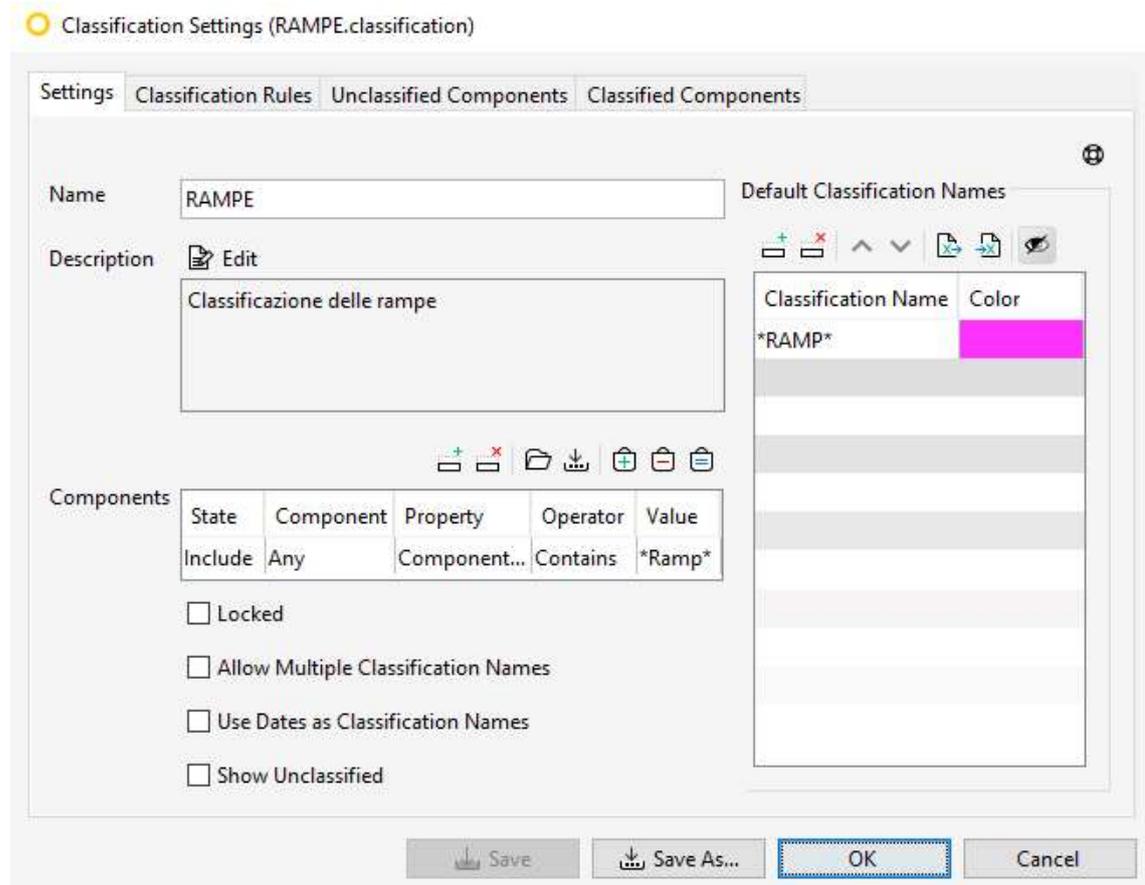


Fig. 13.46 - Classificazione contenenti gli oggetti Andatoie modellati come “rampa”.

- la seconda classificazione sarà quella contenente tutte le passerelle posizionate ad un'altezza superiore a 2 metri (evidenziata in verde nell’immagine 13.49). Come si nota è stata posizionata una passerella sopra due muri, l’elemento che ha solo fini teorici per mostrare il funzionamento della regola ma nella realtà pratica del cantiere non ha alcuna utilità.

Notiamo come, a differenza della prima classificazione, in questa siano state modificati i parametri di scelta degli elementi da includere. Prendiamo in considerazione, infatti, ogni (Any) elemento il cui nome (Name) contenga (Operator

- Contains) il nome “passerella” e che abbia un'altezza della superficie inferiore (Global Bottom Elevation) maggiore o uguale a 2 metri.

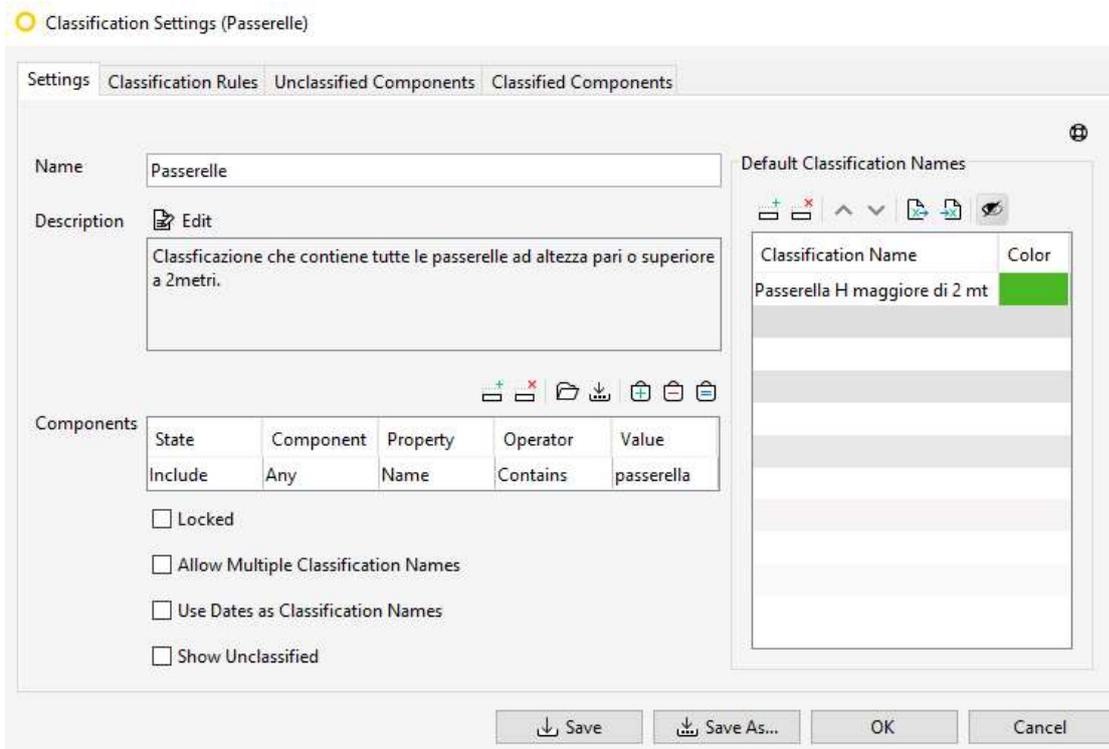


Fig. 13.47 - Classificazione contenenti gli oggetti Andatoie con altezza di almeno 2 metri.

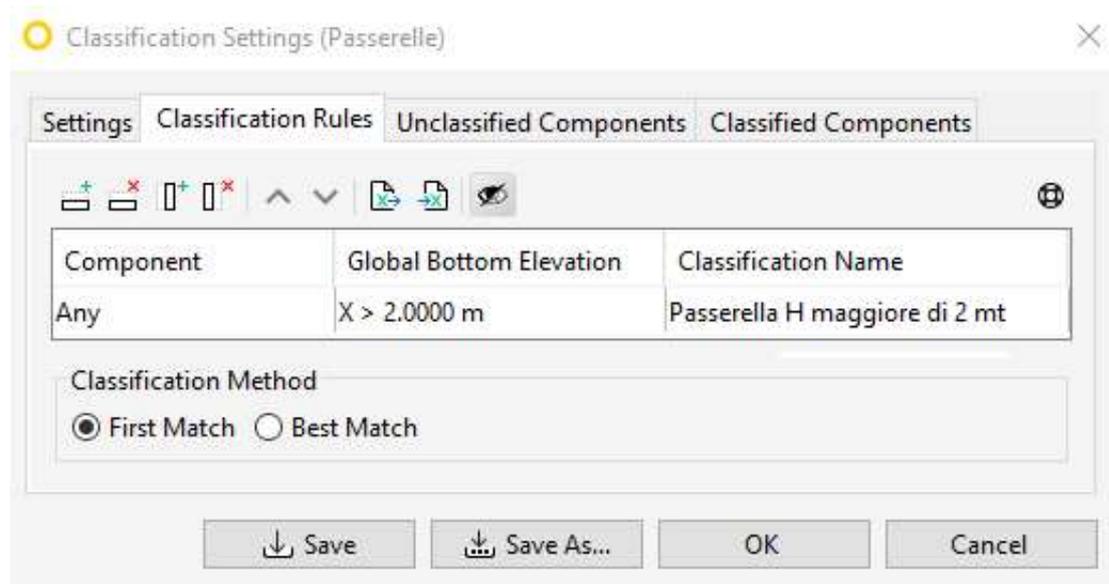


Fig. 13.48 - Parametri di scelta degli elementi da includere nella classificazione.

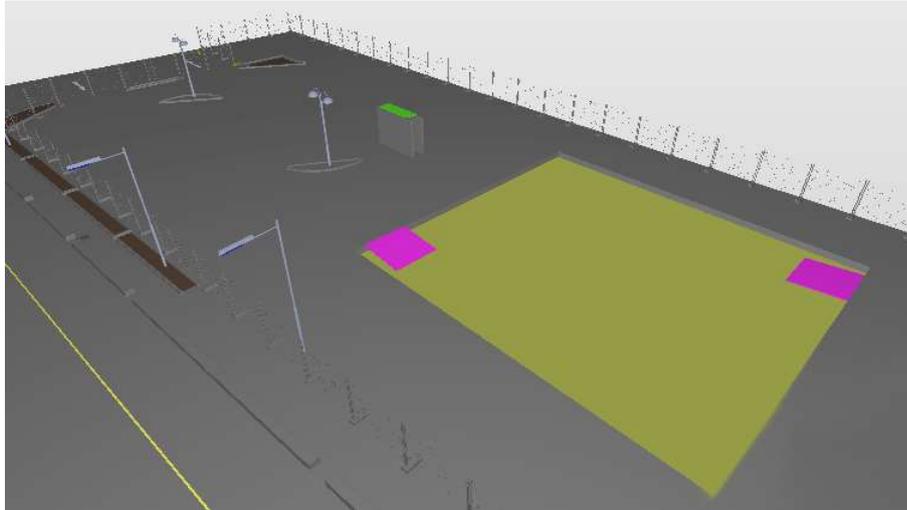


Fig. 13.49 - Elementi appartenenti alle due classificazioni.

Una volta creata la classificazione riportiamo le Regole utilizzate.

WORKSPACE	
Name	Support Tag
▼ REGOLE PER ANDATOIE E PASSERELLE	
§ Dimensioni Passerelle	SOL/207/1.3
§ Object Intersections	SOL/1/5.0
§ Component Comparison	SOL/206/2.2
§ Component Elevation Must Be Consistent	SOL/171/1.4
§ BIM Specification	SOL/232/1.1
§ Verifica parapetti passerella ad H > 2mt	SOL/236/1.1

Fig. 13.50 - WorkSpace di Solibri in cui sono evidenziati i set di regole utilizzati.

Inoltre, impostando, anche in questo caso, nelle “Info” gli opportuni Dispositivi di Protezione Individuale da fornire all’utente dell’attrezzo, questi saranno visualizzati in una specifica mascherina appena prima dell’avvio del “Checking”

INFO	
Locked	<input type="checkbox"/>
Name	REGOLE PER ANDATOIE E PASSERELLE
Description	<p> Edit</p> <p>Nell'uso di questo attrezzo devono essere forniti gli opportuni Dispositivi di Protezione Individuale:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- guanti</li> <li>- calzature di sicurezza</li> <li>- indumenti protettivi</li> </ul>
	<input checked="" type="checkbox"/> Show the description when checking starts

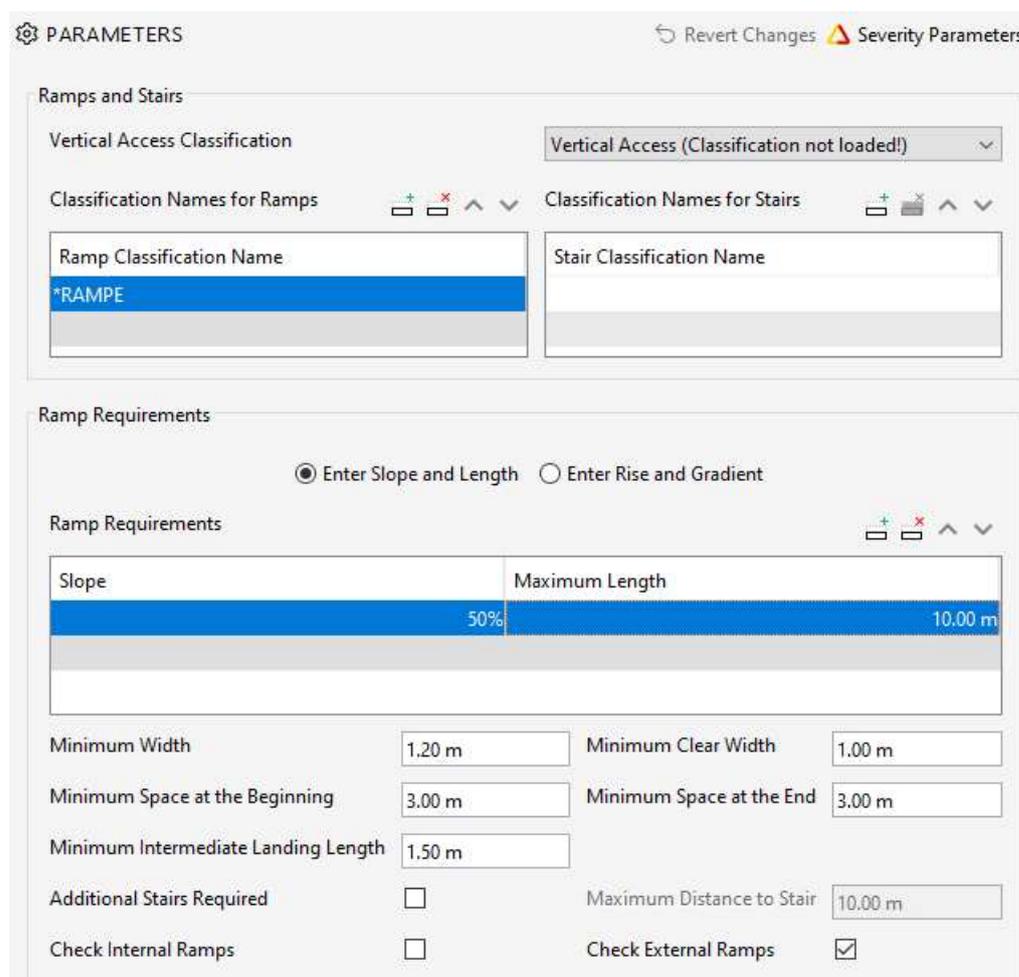
Fig. 13.51 - Mascherina “Info” delle Regole per l’attrezzo Andatoia.

**Dimensioni Passerelle:** Questa regola controlla l'accessibilità alle rampe da diversi punti. Inoltre, controlla la pendenza, la lunghezza, la larghezza e lo spazio libero all'inizio e alla fine della rampa oltre alle dimensioni dei pianerottoli intermedi.

**Support Tag: SOL/207/1.3**

Per impostare i parametri della regola aggiungiamo quindi la Classification “RAMPE” creata precedentemente e impostiamo i parametri d’interesse:

- pendenza massima (Slope) del 50%;
- lunghezza massima (Maximum Length) di 10m, superata la quale si necessita di pianerottolo di riposo di lunghezza minima 1,50 m (Minimum Intermediate Landing Length);
- larghezza minima (Minimum Width) della passerella sarà impostata a 1,20 metri, presupponendo sia utilizzata anche per il passaggio di materiali;
- impostiamo, inoltre, uno spazio libero di 3m all’inizio e alla fine della rampa (Minimum Space at the Beginning e Minimum Space at the End), per permettere una movimentazione dei materiali più agevole.



PARAMETERS Revert Changes Severity Parameters

Ramps and Stairs

Vertical Access Classification: Vertical Access (Classification not loaded!)

Classification Names for Ramps: + - ^ v

Classification Names for Stairs: + - ^ v

Ramp Classification Name	Stair Classification Name
*RAMPE	

Ramp Requirements

Enter Slope and Length  Enter Rise and Gradient

Ramp Requirements: + - ^ v

Slope	Maximum Length
50%	10.00 m

Minimum Width: 1.20 m

Minimum Clear Width: 1.00 m

Minimum Space at the Beginning: 3.00 m

Minimum Space at the End: 3.00 m

Minimum Intermediate Landing Length: 1.50 m

Additional Stairs Required:

Maximum Distance to Stair: 10.00 m

Check Internal Ramps:

Check External Ramps:

Fig. 13.52- Parametri della Regola riguardante la dimensione delle Passerelle.

Verifica parapetti passerelle ad  $H > 2\text{m}$ : questa regola controlla che non sia possibile cadere dai componenti orizzontali; controlla che i componenti orizzontali di altezza pari o superiore a 2metri siano circondati da componenti verticali, come muri o ringhiere.

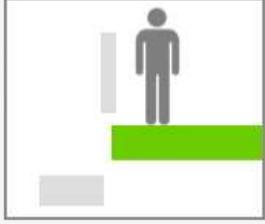
**Support Tag: SOL/236/1.1**

PARAMETERS Revert Changes ▲ Severity Parameters

---

Platform Components to Check

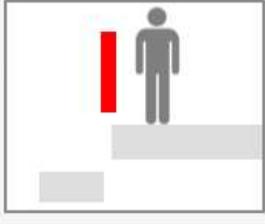
State	Component	Property	Operator	Value
Include	Slab	Passerelle	One Of	[Passerella H maggiore di 2 mt]




---

Barrier Components to Check

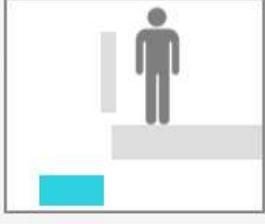
State	Component	Property	Operator	Value
Include	Wall			
Include	Railing			




---

Landing Components to Check

State	Component	Property	Operator	Value
Include	Slab			
Include	Site			
Include	Stair			
Include	Ramp			




---

Barrier Dimensions Allowed

Minimum Barrier Total Height	$H_{min}$	1.20 m
Maximum Horizontal or Vertical Gap between B	$P_{max}$	100 mm
Maximum Horizontal or Vertical Gap from Platf	$B_{max}$	100 mm

---

Landing Dimensions Allowed

Max Distance to Landing	$D_{max}$	100 mm
Maximum Fall	$F_{max}$	1.00 m
Minimum Landing Width	$W_{min}$	2.00 m

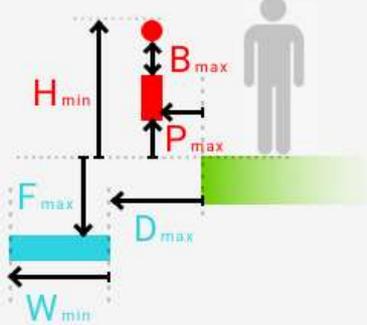


Fig. 13.53 - Parametri della Regola riguardante le protezioni contro la caduta dall'alto.

#### **Altre Regole:**

Sono state utilizzate regole già nominate in precedenza, in queste regole l'unica modifica è stata quella di cambiare il parametro di riferimento del componente da controllare. Per completezza le elenchiamo semplicemente.

Nel Capitolo 13, da Pag. 173 a Pag. 175 si potranno approfondire le seguenti regole:

- Object Intersections. Support Tag: SOL/1/5.0
- Component Comparison. Support Tag: SOL/206/2.2
- Component Elevation Must Be Consistent. Support Tag: SOL/171/1.4
- BIM Specification. Support Tag: SOL/232/1.1

### **13.1.10 PONTEGGIO METALLICO FISSO**

**Ponteggio metallico fisso:** è un'opera provvisoria realizzata per eseguire lavori di ingegneria civile, quali nuove costruzioni o ristrutturazioni e manutenzioni, ad altezze superiori ai 2 metri.

Troviamo questo tipo di attrezzo nella Fase IV – Murature e Solai prefabbricati Plastbau.

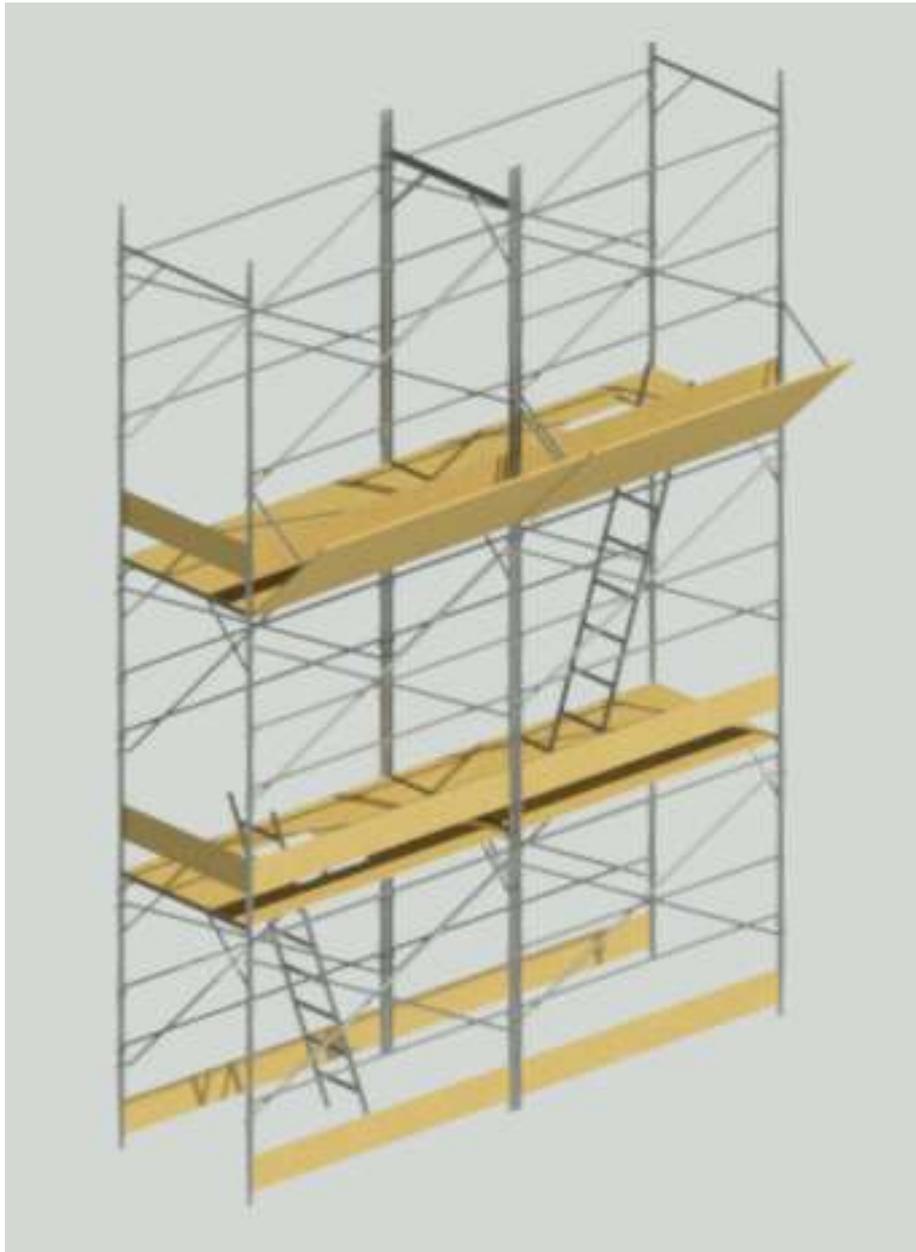


Fig. 13.54 - Nel modello, indicheremo l'attrezzo ponteggio con questo oggetto parametrizzato.

In relazione ai rischi e alle prevenzioni evidenziati nel Cap. 11, Pag. 148, procediamo con la verifica delle irregolarità con il Software SMC.

### **Regole Utilizzate:**

Come visto precedentemente per gli oggetti “Andatoie” anche per il Ponteggio è necessario creare una classificazione che contenga tutti i muri a cui dovremo associare il Ponteggio, cioè tutte le murature esterne. Creiamo quindi la Classificazione (come spiegato nel Cap.12, Pag. 159).

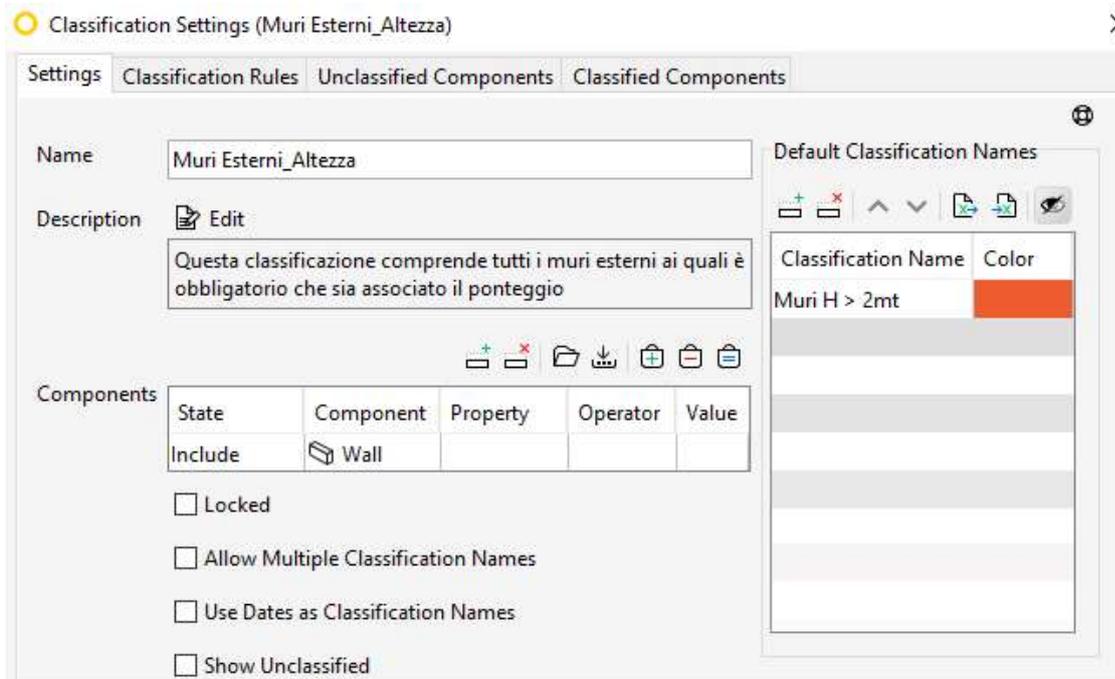


Fig. 13.55 - Classificazione contenenti gli oggetti “Muri Esterni” a cui associare un ponteggio.

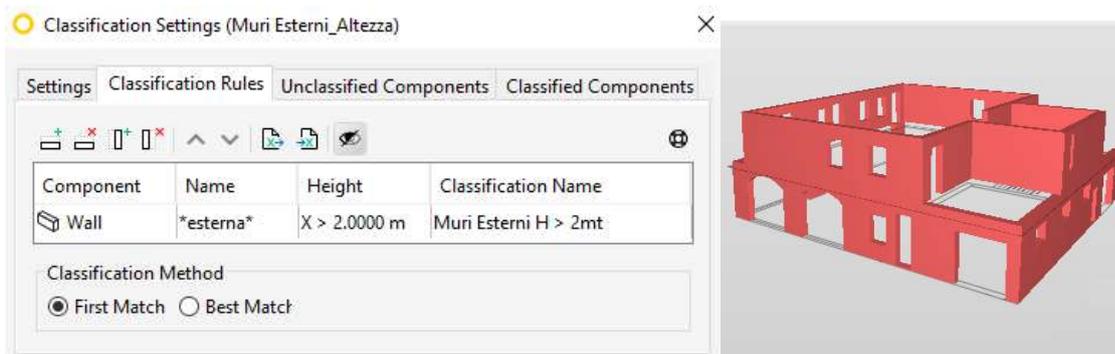


Fig. 13.55 - Parametri di scelta degli elementi da includere nella classificazione.

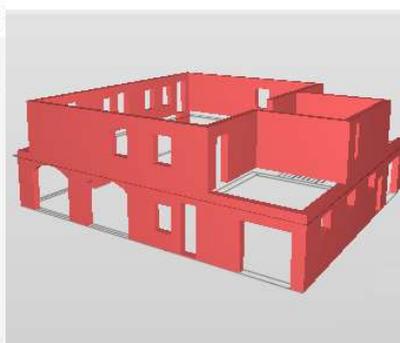


Fig. 13.56 - Elementi appartenenti alla classificazione “Muri Esterni” per il Piano Terra e il Piano Primo.

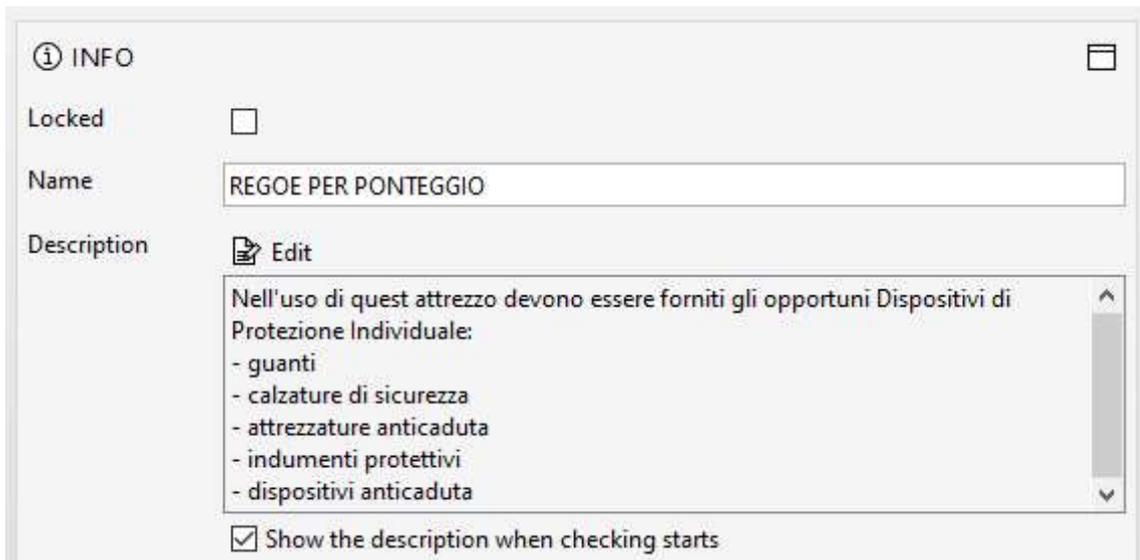
Una volta creata la classificazione riportiamo le Regole utilizzate.



Name	Support Tag
REGOLE PER PONTEGGIO	
Object Intersections	SOL/1/5.0
Component Comparison	SOL/206/2.2
Component Elevation Must Be Consistent	SOL/171/1.4
BIM Specification	SOL/232/1.1
Verifica presenza ponteggio lungo tutto il muro	SOL/236/1.1
Verifica vicinanza minima ponteggi	SOL/222/4.0
Verifica aderenza ponteggio al suolo	SOL/23/5.1
Verifica orizzontalità del ponteggio	SOL/222/4.0

Fig. 13.57 - WorkSpace di Solibri in cui sono evidenziati i set di regole utilizzati.

Inoltre, impostando, anche in questo caso, nelle “Info” gli opportuni Dispositivi di Protezione Individuale da fornire all’utente dell’attrezzo, questi saranno visualizzati in una specifica mascherina appena prima dell’avvio del “Checking”.



**INFO**

Locked

Name: REGOLE PER PONTEGGIO

Description: [Edit](#)

Nell'uso di quest attrezzo devono essere forniti gli opportuni Dispositivi di Protezione Individuale:

- guanti
- calzature di sicurezza
- attrezzature anticaduta
- indumenti protettivi
- dispositivi anticaduta

Show the description when checking starts

Fig. 13.58 - Mascherina “Info” delle Regole per l’attrezzo Ponteggio.

Verifica presenza ponteggio lungo tutto il muro: questa regola controlla che non sia possibile cadere dai componenti orizzontali; controlla che i componenti orizzontali di altezza pari o superiore a 2metri siano circondati da componenti verticali, come muri o ringhiere.

**Support Tag: SOL/236//1.1**

### 13. Controllo del cantiere

Impostiamo quindi come l'oggetto da controllare (Platform Components to Check) i muri appartenenti alla Classificazione uri Esterni H > 2mt" e come barriere qualsiasi oggetto con nome "ponteggio". È, inoltre, possibile impostare i valori minimi e massimi da accettare di altezza e di stanza sia delle barriere, sia dei pianerottoli anticaduta.

The screenshot shows the 'PARAMETERS' window with three sections for component checks and a dimension table.

**Platform Components to Check**

State	Component	Property	Operator	Value
Include	Wall	Muri esterni_Altezza	One Of	[Muri Esterni H > 2mt]

**Barrier Components to Check**

State	Component	Property	Operator	Value
Include	Any	Name	Contains	ponteggio

**Landing Components to Check**

State	Component	Property	Operator	Value
Include	Any	Name	Contains	ponteggio

**Barrier Dimensions Allowed**

Minimum Barrier Total Height	$H_{min}$	2.00 m
Maximum Horizontal or Vertical Gap between Barriers	$P_{max}$	0 mm
Maximum Horizontal or Vertical Gap from Platform	$B_{max}$	150 mm

**Landing Dimensions Allowed**

Max Distance to Landing	$D_{max}$	100 mm
Maximum Fall	$F_{max}$	0 mm
Minimum Landing Width	$W_{min}$	1.00 m

The diagram on the right illustrates the dimensions:  $H_{min}$  (minimum barrier height),  $B_{max}$  (maximum gap from platform),  $P_{max}$  (maximum gap between barriers),  $D_{max}$  (maximum distance to landing),  $F_{max}$  (maximum fall), and  $W_{min}$  (minimum landing width).

Fig. 13.59 - Parametri della Regola riguardante la presenza del ponteggio vicino alle murature.

Verifica vicinanza minima ponteggi: Questa regola controlla la distanza tra due componenti.

### Support Tag: SOL/222/4.0

Impostiamo quindi che i ponteggi (Target Components to Checked) abbiano una distanza massima consentita (Allowed Maximum Distance) di 20cm dalle murature (Wall – Source Components to Checked).

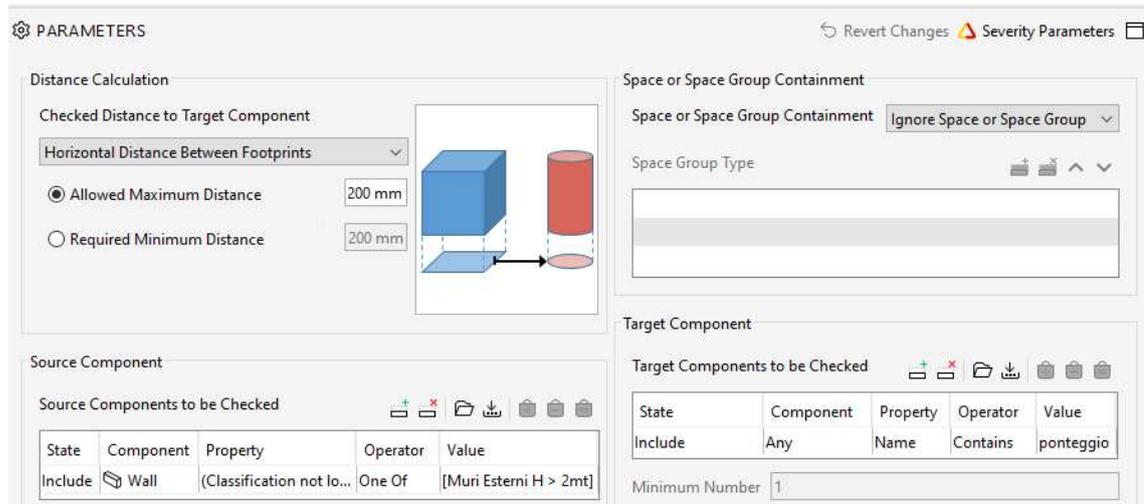


Fig. 13.60 - Parametri della Regola riguardante la distanza tra murature e ponteggio.

### Altre Regole:

Sono state utilizzate regole già nominate in precedenza, in queste regole l'unica modifica è stata quella di cambiare il parametro di riferimento del componente da controllare. Per completezza le elenchiamo semplicemente.

Nel Capitolo 13, da Pag. 173 a Pag. 175 si potranno approfondire le seguenti regole:

- Object Intersections. Support Tag: SOL/1/5.0
- Component Comparison. Support Tag: SOL/206/2.2
- Component Elevation Must Be Consistent. Support Tag: SOL/171/1.4
- BIM Specification. Support Tag: SOL/232/1.1

Nel Capitolo 13, Pag. 215 sono spiegate, invece, per esteso le regole:

- Verifica orizzontalità del ponteggio (tavolo). Support Tag: SOL/222/4.0
- Verifica aderenza del ponteggio (tavolo) al suolo. Support Tag: SOL/23/5.1

### **13.1.11 TRANCIA-PIEGA FERRI**

**Trancia-Piegaferri:** La trancia-piegaferri è un'attrezzatura utilizzata per sagomare i ferri di armatura, e le relative staffe, dei getti di conglomerato cementizio armato.

Troviamo questo tipo di attrezzo nella Fase III - Fondazioni.



Fig. 13.61 - Nel modello indicheremo l'attrezzo trancia.piega ferri con questo oggetto parametrizzato.

In relazione ai rischi e alle prevenzioni evidenziati nel Capitolo 10, Pag. 134 procediamo con la verifica delle irregolarità con il Software SMC.

### Verifica delle irregolarità con Solibri Model Checker:

Carichiamo all'interno di Solibri un file volutamente errato in modo da verificare che il Software ci segnali correttamente gli errori attraverso le regole da noi impostate.

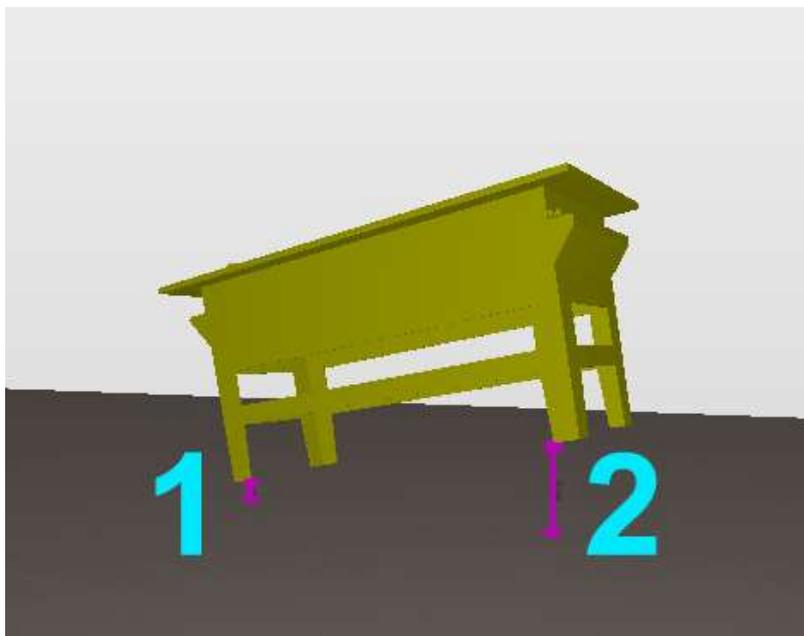


Fig. 13.62 - File volutamente sbagliato importato in Solibri.

Come si può notare dall'immagine sono evidenziati due errori:

- Il tavolo è staccato dal terreno (1).
- Il tavolo è stato posizionato in modo errato infatti è inclinato rispetto al piano d'appoggio (2).

Impostando, anche in questo caso, nelle "Info" gli opportuni Dispositivi di Protezione Individuale da fornire all'utilizzatore dell'attrezzo, questi saranno visualizzati in una specifica mascherina appena prima dell'avvio del "Checking"

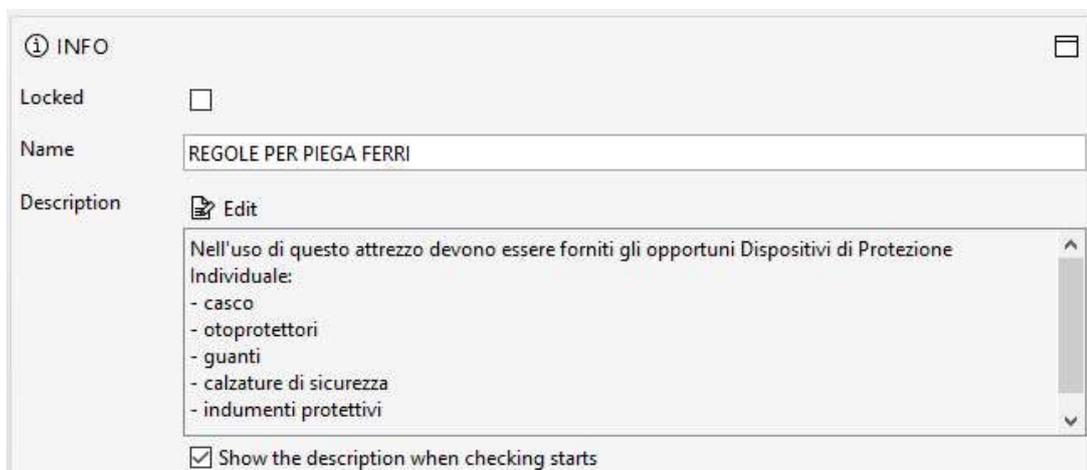


Fig. 13.63 - Mascherina "Info" delle Regole per l'attrezzo Piega Ferri

### **Regole Utilizzate:**

Alcune regole utilizzate per l'attrezzo Piegaferri saranno molto simili a quelle usate nei capitoli precedenti, non ci soffermeremo quindi a darne una descrizione; altre invece verranno descritte perché mai utilizzate in precedenza.

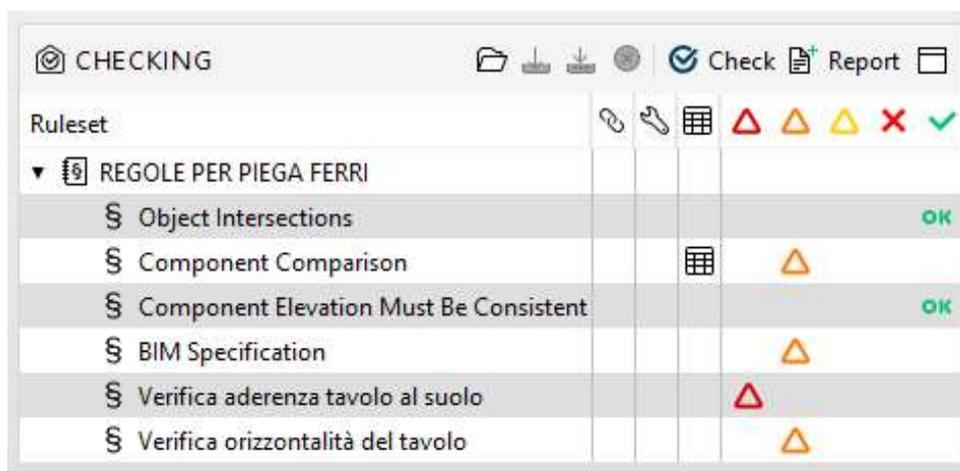


Name	Support Tag
REGOLE PER PIEGA FERRI	
Object Intersections	SOL/1/5.0
Component Comparison	SOL/206/2.2
Component Elevation Must Be Consistent	SOL/171/1.4
BIM Specification	SOL/232/1.1
Verifica aderenza tavolo al suolo	SOL/23/5.1
Verifica orizzontalità del tavolo	SOL/222/4.0
Spazio di Manovra	SOL/222/4.0
Distanza dallo scavo	SOL/222/4.0

Fig. 13.64 - WorkSpace di Solibri in cui sono evidenziati i set di regole utilizzati.

### **Checking**

Avviando la funzione “Checking” possiamo vedere che il Software ci segnala gli errori, secondo vari gradi di gravità, in base alle regole da noi impostate.



Ruleset	OK	Warning	Error	Info
REGOLE PER PIEGA FERRI				
Object Intersections	OK			
Component Comparison		Warning		
Component Elevation Must Be Consistent	OK			
BIM Specification		Warning		
Verifica aderenza tavolo al suolo			Error	
Verifica orizzontalità del tavolo		Warning		

Fig. 13.65 – Errori segnalati durante il controllo

Ci soffermiamo sugli ultimi due errori segnalati, analizzando le regole di riferimento.

Verifica aderenza del tavolo al suolo: Questa regola controlla che ogni, colonna, tocchi pavimenti, tetti, colonne o muri sopra di essa.

**Support Tag: SOL/23/5.1**

Basterà quindi impostare che i due oggetti che si devono toccare siano il tavolo Piegaferrì (Checked Components) e il pavimento (Touching Components).

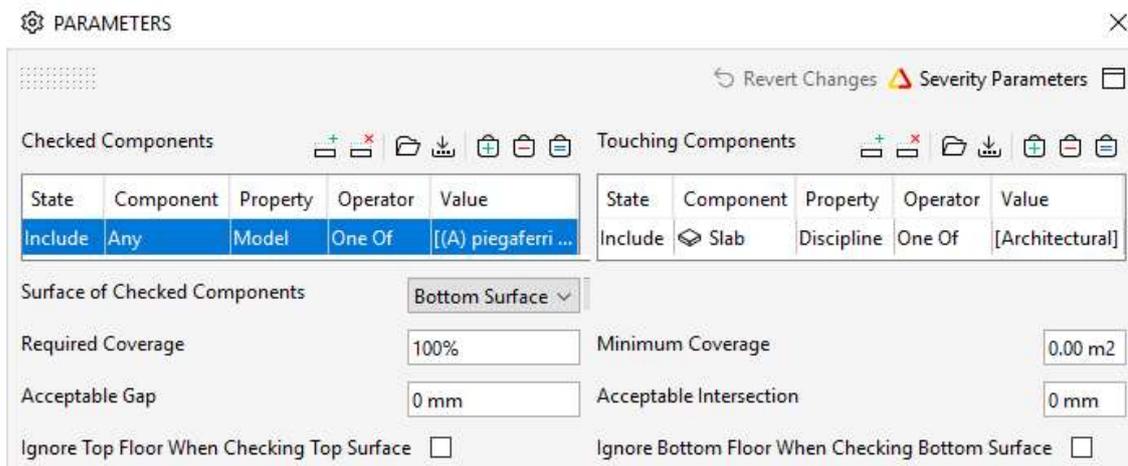


Fig. 13.66 – Parametri della Regola riguardante l'aderenza del tavolo al suolo.

Verifica orizzontalità del tavolo: questa regola controlla la distanza tra due oggetti.

**Support Tag: SOL/222/4.0**

Questa regola era già stata usata in precedenza ma usando parametri differenti. In questo caso prendiamo in considerazione il tavolo Piegaferrì (Forniture - Source Components to Checked) e lo mettiamo in relazione con il pavimento (Slab - Target Components to be Checked); calcoliamo la distanza direttamente sotto (Directly Below) la superficie più bassa del tavolo (quindi il punto inferiore delle gambe del tavolo) e impostiamo che tale distanza, tra le gambe del tavolo e la superficie più alta del pavimento (Bottom To Top) debba essere pari a 0mm.

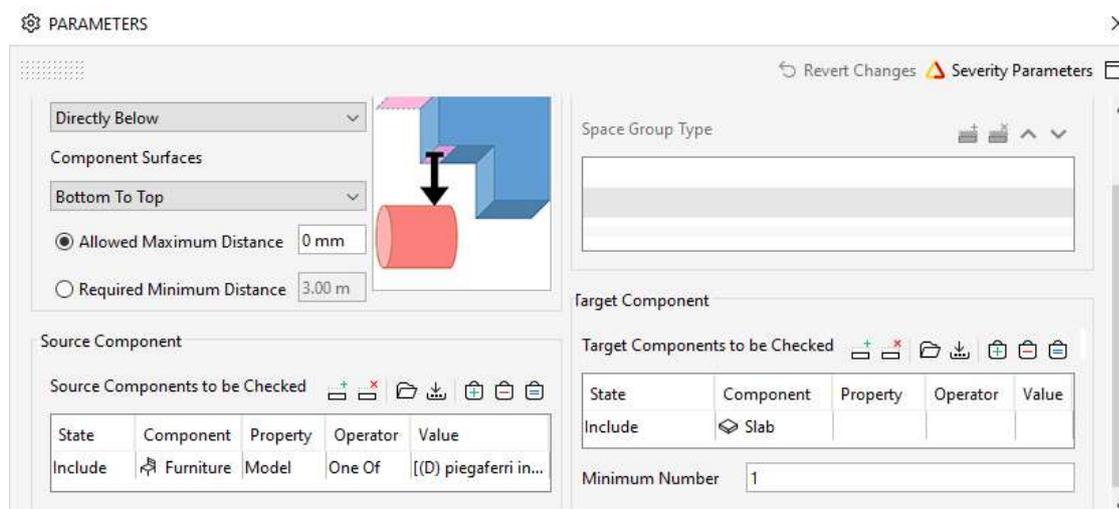


Fig. 13.67 – Parametri della Regola riguardante l'orizzontalità del piano di lavoro.

Sono state utilizzate anche altre regole scelte, senza modifiche, tra quelle già presenti nel Software Solibri o già approfondite nei capitoli precedenti. Per completezza le elenchiamo semplicemente.

Nel Capitolo 13, da Pag. 173 a Pag. 175 si potranno approfondire le seguenti regole:

- Spazio di manovra. Support Tag: SOL/222/4.0
- Object Intersections. Support Tag: SOL/1/5.0
- Component Comparison. Support Tag: SOL/206/2.2
- Component Elevation Must Be Consistent. Support Tag: SOL/171/1.4
- BIM Specification. Support Tag: SOL/232/1.1

Nel Capitolo 13, Pag. 183 è spiegata per esteso la regola:

- Distanza dallo scavo. Support Tag: SOL/222/4.0

### 13.1.12 SEGA CIRCOLARE

**Sega circolare:** quasi sempre presente nei cantieri, viene utilizzata per il taglio del legname da carpenteria e/o per quello usato nelle diverse lavorazioni.

Troviamo questo tipo di attrezzo nella Fase III – Fondazioni per il taglio e la costruzione delle casserature.

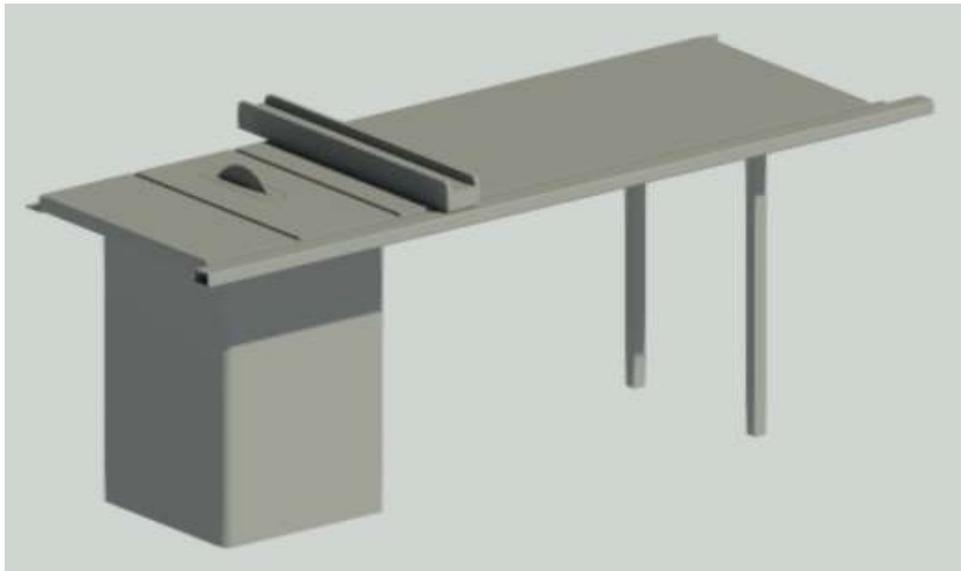


Fig. 13.68- Nel modello indicheremo l'attrezzo sega circolare con questo oggetto parametrizzato.

In relazione ai rischi e alle prevenzioni evidenziati nel Cap. 10, Pag. 132, procediamo con la verifica delle irregolarità con il Software SMC.

#### **Regole Utilizzate:**

Elenchiamo di seguito le regole utilizzate per l'attrezzo Sega Circolare:

WORKSPACE	
Name	Support Tag
▼  REGOLE PER SEGA CIRCOLARE	
§ Object Intersections	SOL/1/5.0
§ Component Comparison	SOL/206/2.2
§ Component Elevation Must Be Consistent	SOL/171/1.4
§ BIM Specification	SOL/232/1.1
§ Verifica orizzontalità del tavolo	SOL/222/4.0
§ Verifica aderenza tavolo al suolo	SOL/23/5.1
§ Spazio di Manovra	SOL/222/4.0
§ Distanza dallo scavo	SOL/222/4.0

Fig. 13.69 - WorkSpace di Solibri in cui sono evidenziati i set di regole utilizzati.

Impostando, anche in questo caso, nelle “Info” gli opportuni Dispositivi di Protezione Individuale da fornire all’utente dell’attrezzo, questi saranno visualizzati in una specifica mascherina appena prima dell’avvio del “Checking”

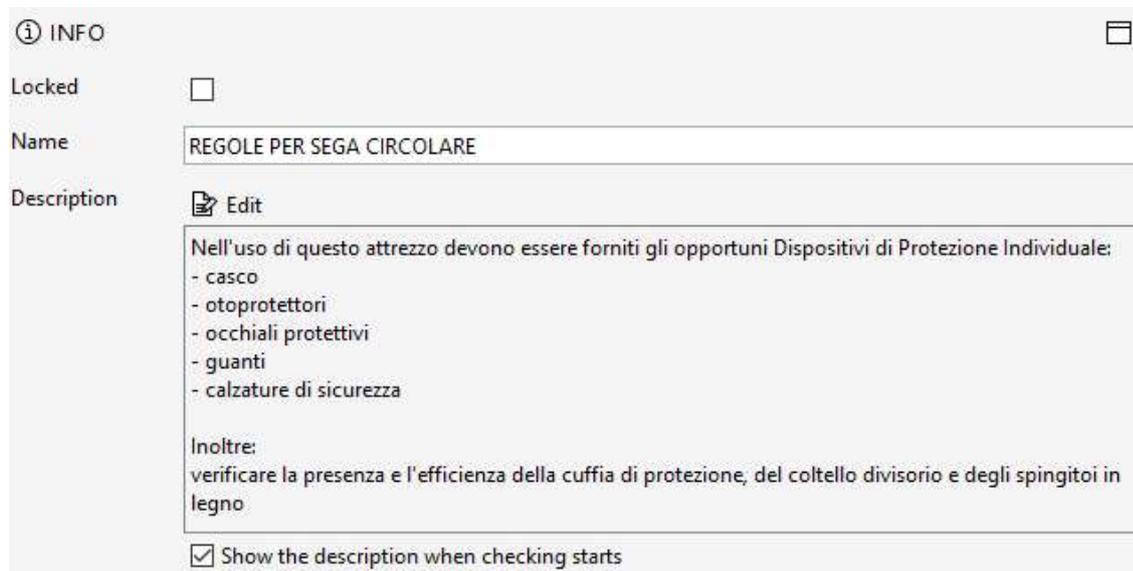


Fig. 13.70 - Mascherina “Info” delle Regole per l’attrezzo Sega circolare.

Sono state utilizzate anche altre regole scelte, senza modifiche, tra quelle già presenti nel Software Solibri o già approfondite nei capitoli precedenti. Per completezza le elenchiamo semplicemente.

Nel Capitolo 13, da Pag. 172 a Pag. 175, si potranno approfondire le seguenti regole:

- Object Intersections. Support Tag: SOL/1/5.0
- Component Comparison. Support Tag: SOL/206/2.2
- Component Elevation Must Be Consistent. Support Tag: SOL/171/1.4
- BIM Specification. Support Tag: SOL/232/1.1
- Spazio di manovra. Support Tag: SOL/222/4.0

Nel Capitolo 13, Pag. 183 è spiegata per esteso la regola:

- Distanza dallo scavo. Support Tag: SOL/222/4.0

Nel Capitolo 13, Pag. 215 sono spiegate, invece, per esteso le regole:

- Verifica orizzontalità della scala. SOL/222/4.0
- Verifica aderenza della scala al suolo. SOL/23/5.1

### 13.1.13 SCALA SEMPLICE

**Scala Semplice:** La scala a mano semplice è adoperata per superare dislivelli o effettuare operazioni di carattere temporaneo a quote non altrimenti raggiungibili.

Troviamo questo tipo di attrezzo in particolare nella Fase II – Scavo e reinterro, per raggiungere il dislivello del pozzo di fondazione per il posizionamento dell'ascensore ma prendiamo in considerazione questo attrezzo perché frequentemente utilizzato nella più comuni lavorazioni in cantiere.



Fig. 13.71 - Nel modello indicheremo l'attrezzo scala semplice con questo oggetto parametrizzato.

In relazione ai rischi e alle prevenzioni evidenziati nel Cap. 9, Pag. 116, procediamo con la verifica delle irregolarità con il Software SMC.

#### **Regole Utilizzate:**

Elenchiamo di seguito le regole utilizzate per l'oggetto Scala Semplice:

WORKSPACE	
Name	Support Tag
▼ [S] REGOLE PER SCALA SEMPLICE	
§ Object Intersections	SOL/1/5.0
§ Component Comparison	SOL/206/2.2
§ Component Elevation Must Be Consistent	SOL/171/1.4
§ BIM Specification	SOL/232/1.1
§ Verifica orizzontalità della scala	SOL/222/4.0
§ Verifica aderenza della scala al suolo	SOL/23/5.1

Fig. 13.72 - Workspace di Solibri in cui sono evidenziati i set di regole utilizzati.

Impostando, anche in questo caso, nelle “Info” gli opportuni Dispositivi di Protezione Individuale da fornire all’utente dell’attrezzo, questi saranno visualizzati in una specifica mascherina appena prima dell’avvio del “Checking”

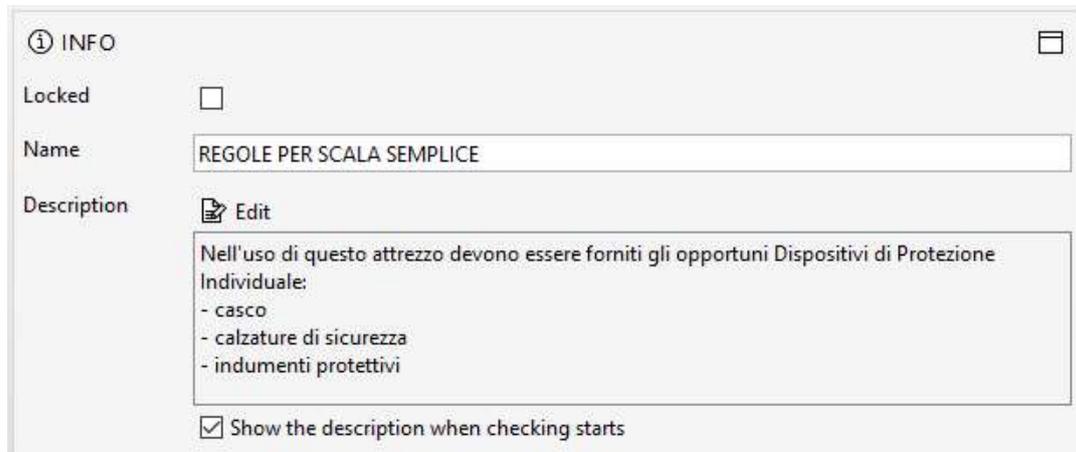


Fig. 13.73 - Mascherina “Info” delle Regole per l’attrezzo Scala semplice.

Sono state utilizzate anche altre regole scelte, senza modifiche, tra quelle già presenti nel Software Solibri o già approfondite nei capitoli precedenti. Per completezza le elenchiamo semplicemente.

Nel Capitolo 13, da Pag. 173 a Pag. 175, si potranno approfondire le seguenti regole:

- Object Intersections. Support Tag: SOL/1/5.0
- Component Comparison. Support Tag: SOL/206/2.2
- Component Elevation Must Be Consistent. Support Tag: SOL/171/1.4
- BIM Specification. Support Tag: SOL/232/1.1

Nel Capitolo 13, Pag. 215 sono spiegate, invece, per esteso le regole:

- Verifica orizzontalità della scala. SOL/222/4.0
- Verifica aderenza della scala al suolo. SOL/23/5.1

### 13.1.14 GRU A TORRE

**Gru a torre:** è il principale mezzo di sollevamento e movimentazione dei carichi in cantiere. Le gru possono essere dotate di basamenti fissi o su rotaie, per consentire un più agevole utilizzo durante lo sviluppo del cantiere senza dover essere costretti a smontarla e montarla ripetutamente.

Troviamo questo tipo di macchina nella Fase IV – Murature e Solai prefabbricati Plastbau per la movimentazione e il posizionamento dei pannelli.



Fig. 13.74 - Nel modello, indicheremo il mezzo gru a torre con questo oggetto parametrizzato.

In relazione ai rischi e alle prevenzioni evidenziati nel Cap. 11, Pag. 151, procediamo con la verifica delle irregolarità con il Software SMC.

### **Regole Utilizzate:**

Le regole utilizzate per l'oggetto Gru a torre saranno molto simili a quelle usate nei capitoli precedenti per questo le elenchiamo e non ci soffermiamo nella loro spiegazione.



Name	Support Tag
▼ [i] REGOLE PER GRU A TORRE	
§ Corrispondenza gru e strada	SOL/23/5.1
§ Spazio di Manovra	SOL/222/4.0
§ Verifica orizzontalità della gru	SOL/222/4.0
§ Verifica aderenza della gru al suolo	SOL/23/5.1
§ Spazio libero sotto il gancio	SOL/222/4.0
§ Distanza dallo scavo	SOL/222/4.0
§ BIM Specification	SOL/232/1.1
§ Component Elevation Must Be Consistent	SOL/171/1.4
§ Component Comparison	SOL/206/2.2
§ Object Intersections	SOL/1/5.0

Fig. 13.75 - WorkSpace di Solibri in cui sono evidenziati i set di regole utilizzati.

Impostando, anche in questo caso, nelle “Info” gli opportuni Dispositivi di Protezione Individuale da fornire al manovratore del mezzo, questi saranno visualizzati in una specifica mascherina appena prima dell’avvio del “Checking”

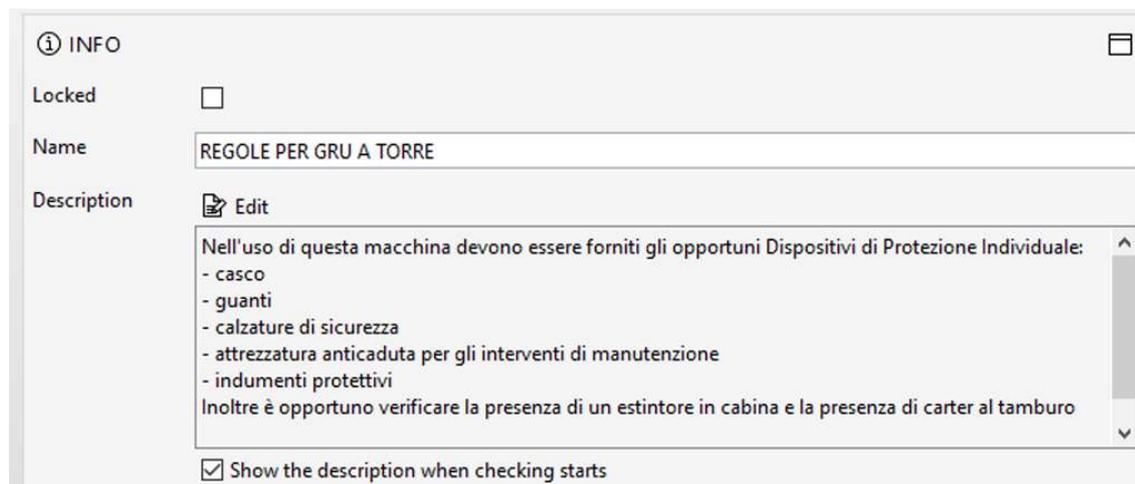


Fig. 13.76 - Mascherina “Info” delle Regole per il mezzo Gru a Torre.

**Checking:**

Per concludere la parte relativa al controllo dei mezzi e attrezzi da cantiere, facciamo un ulteriore esempio degli errori rilevati durante il controllo.

Secondo i parametri impostati nella regola “Distanza dallo scavo” (Support Tag: SOL/222/4.0) e riportati nell’immagine 13.77.

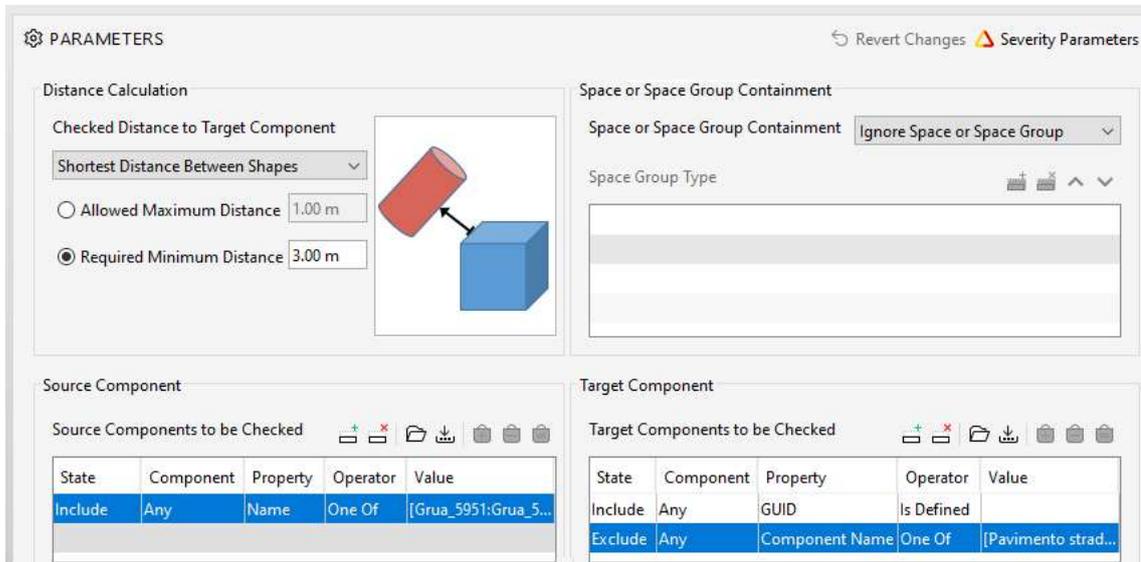


Fig. 13.77 – Parametri importati nella regola “Distanza dallo Scavo” relativi alla Gru a torre.

il Software rileva l’errore che la Gru si trova a distanza insufficiente dall’area di scavo, con conseguente rischio di cedimento del terreno vicino allo scavo stesso.

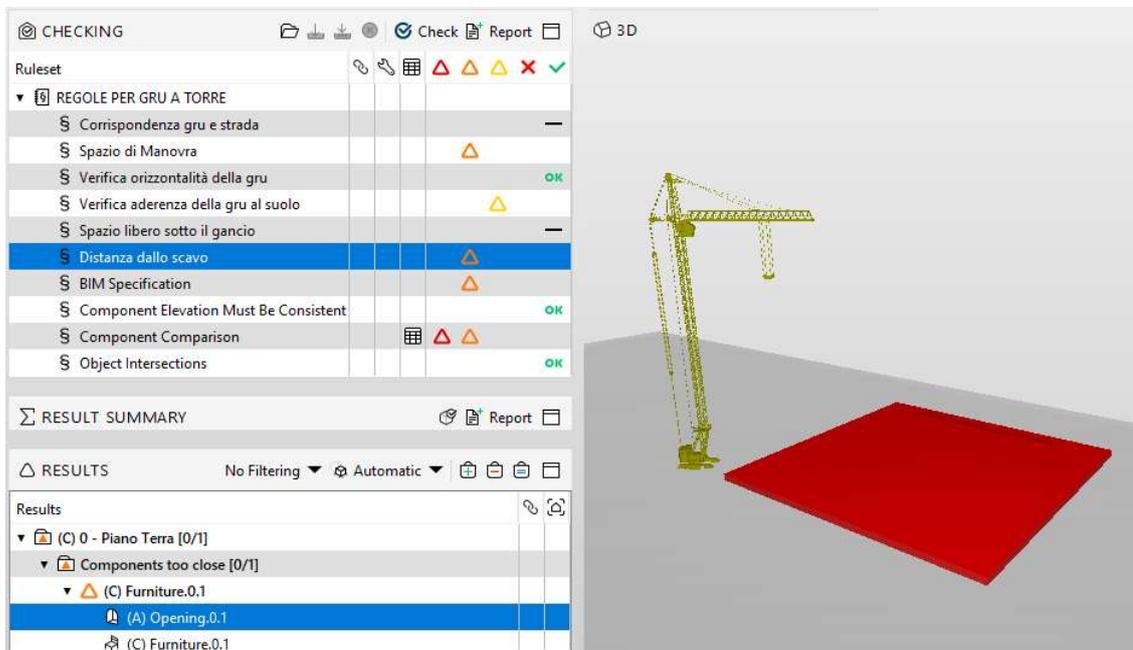


Fig 13.78 – Schermata di controllo della Gru con relativa visualizzazione dell’errore.

Creiamo la Slide per segnalare il problema a chi dovrà correggerlo e procediamo nel nostro lavoro.

The screenshot shows a software interface for managing issues. The window is titled "ISSUE DETAILS" and has a close button in the top right corner. The main content area is divided into several sections:

- Title:** A text input field containing "(C) Furniture.0.1".
- Description:** A text area containing the text "La gru è troppo vicino allo scavo. Posizionarla dove non possa creare rischio di cedimento del terreno!".
- Coordination:** A section with a red "X" icon and the text "Rejected", followed by a dropdown menu set to "Rejected". Below this are two dropdown menus: "Status" set to "Open" and "BCF Status" set to "Error". At the bottom of this section are "Stage" (empty dropdown) and "Due Date" (set to "2019-02-26").
- Responsibilities and Labels:** A section with a green "ARC" label and a "+" button, and another "+" button below it.
- Communication and Components:** Two tabs at the top of the bottom section. The "Communication" tab is active, showing a 3D rendering of a red crane on a construction site. The "Components" tab is inactive. To the right of the rendering are three icons: a home icon, a refresh icon, and a close icon.

Fig 13.79 – Slide relativa all'errore analizzato.

Sono state utilizzate regole già nominate in precedenza, in queste regole l'unica modifica è stata quella di cambiare il parametro di riferimento del componente da controllare. Per completezza le elenchiamo semplicemente.

Nel Capitolo 13, da Pag. 172 a Pag. 175 si potranno approfondire le seguenti regole:

- Spazio di manovra. Support Tag: SOL/222/4.0
- Corrispondenza gru e strada. Support Tag: SOL/23/5.1
- Spazio libero sotto il gancio (Spazio libero sopra). Support Tag: SOL/222/4.0
- Object Intersections. Support Tag: SOL/1/5.0
- Component Comparison. Support Tag: SOL/206/2.2
- Component Elevation Must Be Consistent. Support Tag: SOL/171/1.4
- BIM Specification. Support Tag: SOL/232/1.1

Nel Capitolo 13, Pag. 183 è spiegata per esteso la regola:

- Distanza dallo scavo. Support Tag: SOL/222/4.0

Nel Capitolo 13, Pag. 215 sono spiegate, invece, per esteso le regole:

- Verifica orizzontalità della gru. Support Tag: SOL/222/4.0
- Verifica aderenza della gru al suolo. Support Tag: SOL/23/5.1



## 14.1. CRITICITÀ RISCONTRATE

Nonostante l'idea di affrontare il progetto di cantiere in BIM sia molto interessante, sono state riscontrate alcune problematiche.

### 14.1.1 Il cantiere è in movimento

Prima fra tutte quella di rappresentare un'attività "in movimento" attraverso un progetto "statico"; nei cantieri infatti il rischio è continuamente variabile nello spazio e nel tempo perché i mezzi sono continuamente movimentati; contrariamente a ciò che avviene per l'edificio in cui una volta posizionato un elemento (che sia esso ad esempio un pilastro, un muro o una finestra) questo rimarrà fisso e senza possibilità di movimento. Diversamente, in cantiere, ogni mezzo potrà assumere diverse posizioni durante una giornata di lavoro. Partendo quindi dal presupposto di realizzare il modello del cantiere con il software Revit e controllarne le incongruenze con Solibri Model Checker è semplice capire come la cosa sia possibile ipotizzando solamente una possibile posizione per un determinato mezzo; diversamente dovremmo inserire nel progetto tanti mezzi quante saranno le possibili posizioni che lo stesso potrà assumere, incappando in un progetto caotico e ripetitivo in cui gli elementi si sovrappongono.

Ne sono un esempio le immagini seguenti in cui si è provato a posizionare tanti autocarri e tante gru a torre quante sono le possibili posizioni dei due elementi, il risultato, come si può vedere, è un disegno caotico e con svariate sovrapposizioni che Solibri segnalerebbe come "errore"



Fig. 14.1 – Ipotesi di inserimento di tanti autocarri quante sono le possibili posizioni del mezzo.



Fig. 14.2 – Ipotesi di inserimento di tante gru a torre quante sono le possibili posizioni del mezzo.

Per alcuni elementi, che hanno uno spazio di movimento “circoscritto” come potrebbe essere la gru a torre, si potrebbe pensare di creare, direttamente nel software di authoring (nel nostro caso Revit), un volume corrispondente a quello occupato dalle possibili posizioni dell’oggetto in movimento come mostrato nella figura 14.4; in questo modo però ci si imbatterebbe in un procedimento particolarmente complicato e che comporterebbe un grande dispendio di tempo, cosa che l’approccio BIM si pone come una delle principali problematiche da evitare.

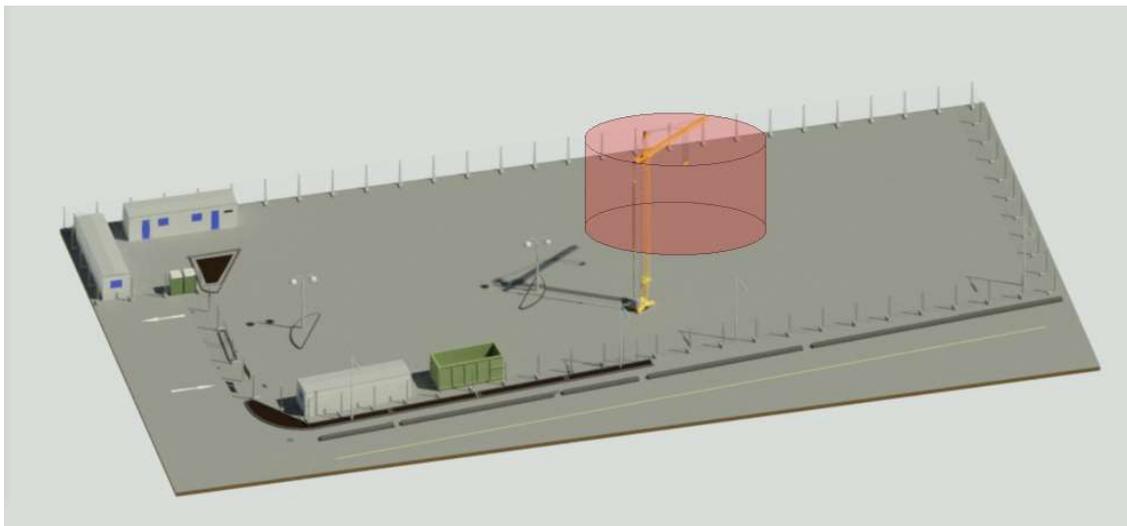


Fig. 14.3 - Effettivo volume occupato dall’oggetto “gru a torre” in posizione fissa.

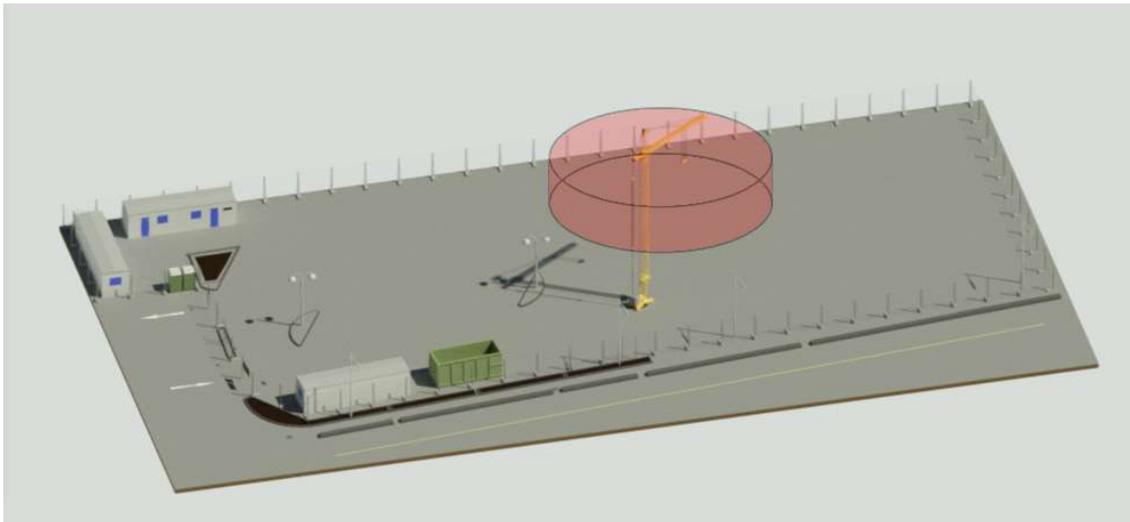


Fig. 14.4 - Volume che l'oggetto "gru a torre" occuperebbe prendendo in considerazione tutte le possibili angolazioni del braccio.

#### 14.1.2 Famiglie come blocchi

Un'altra problematica non indifferente è il fatto che all'interno di Solibri le famiglie importate da Revit siano riconosciute come "blocchi", senza distinzione di parti o elementi, come mostrato in figura 14.5.

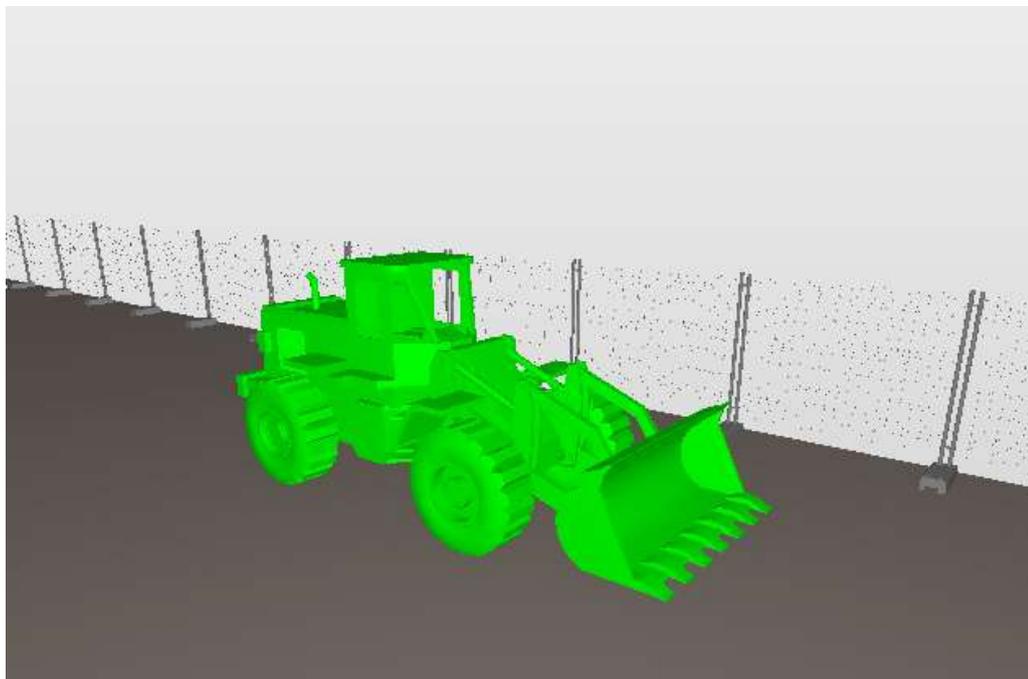


Fig. 14.5 - Visualizzazione dell'elemento come blocco unico all'interno di Solibri Model Checker.

Ne consegue che, ciò che potremo verificare e controllare, sarà l'elemento come blocco e non le singole sue parti; ad esempio non potremo controllare se ci sia o meno del materiale sporgente dalla benna di una pala meccanica perché l'elemento che avremo a

disposizione sarà una geometria unica e non ci sarà distinzione tra la benna, le ruote, o il braccio meccanico, ad esempio; di conseguenza non potremo applicare le regole di controllo di Solibri ai singoli elementi.

La stessa problematica ci si presenta per molti elementi, primo tra tutti l'elemento "ponteggio". I ponteggi metallici fissi sono intelaiature composte da innumerevoli parti: telaio, basette, impalcati, parapetti, giunti e molti altri.

L'elemento verificabile attraverso Solibri sarà quindi, il blocco "ponteggio" nella sua interezza ma non ci sarà possibile controllare, ad esempio, se un parapetto è posizionato ad un'altezza idonea, non ci sarà, anzi, nemmeno permesso verificare se il parapetto sia presente o no, a meno che esso non sia aggiunto successivamente al progetto importandolo come elemento disgiunto dalla famiglia "ponteggio"; altri componenti sono gli impalcati di calpestio, non solo non sarà possibile verificare se siano presenti o meno ma non sarà nemmeno possibile verificare, nel caso presenti, se abbiano le dimensioni adeguate. In Fig. 14.6 si possono vedere due ponteggi a confronto. Il primo è corretto, nel secondo manca una scala, una mantovana parasassi e gran parte delle tavole fermapiede, inoltre, gli impalcati sono di dimensioni inadeguate.

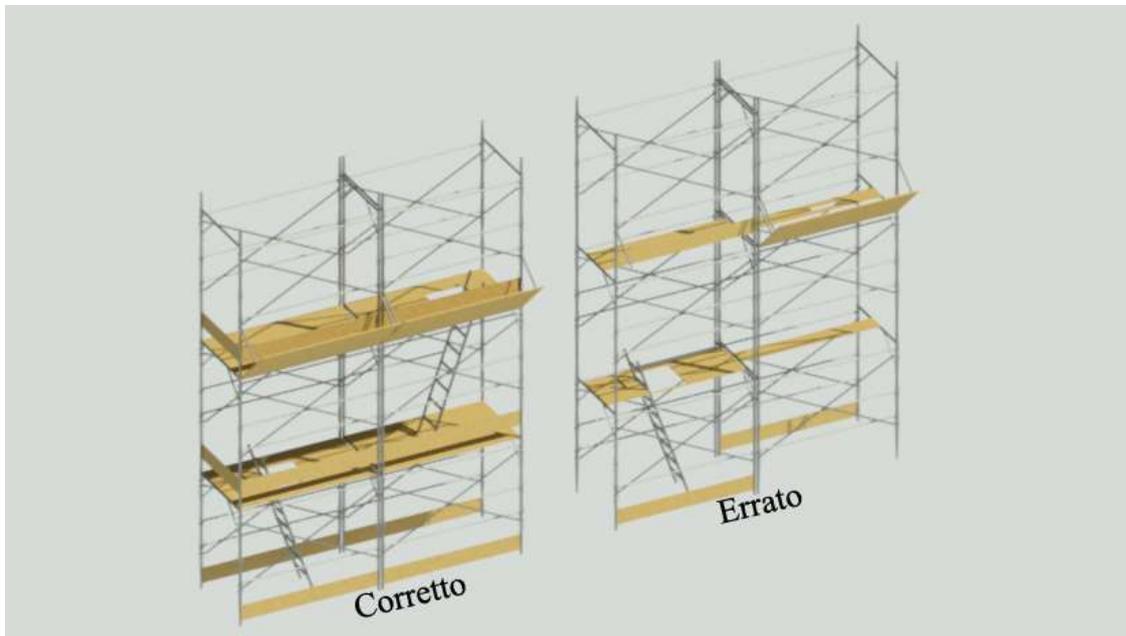


Fig. 14.6 - Due ponteggi a confronto.

Tutti questi errori non sono verificabili con Solibri a meno che ogni elemento del ponteggio non sia importato singolarmente all'interno del software e gli siano applicate le regole corrispondenti per il controllo. Questo sarà possibile modellando nel software

di authoring tutti gli elementi del ponteggio, salvando il file in formato IFC come “progetto” e non come “famiglia” e importandolo in Solibri, in questo caso però avremo importato un progetto composto da diversi elementi e non una famiglia “Arredi”.

È assolutamente superfluo soffermarsi a spiegare la grande quantità di tempo ed energie che servirebbero a modellare ogni macchinario o attrezzo del cantiere componendolo di singoli elementi definiti e disgiunti piuttosto che servirci di modelli già esistenti in rete e scaricabili in pochi secondi.

### 14.1.3 Modellazione del terreno

L’ultima problematica riscontrata riguarda la modellazione del terreno.

Se volessimo controllare la posizione di un mezzo o attrezzo che debba stare in posizione stabile, come ad esempio un tavolo piegaferri o una betoniera a bicchiere, dobbiamo partire dal presupposto che il terreno su cui sarà impiantato il cantiere sia modellato in maniera corretta e precisa nel software così com’è effettivamente nella realtà.

Ovviamente se come base d’appoggio, nel modello parametrico, usiamo un pavimento architettonico, qualsiasi sarà la posizione del mezzo in questione, automaticamente sarà collocata su una superficie piana.

Per non falsificare il modello sarà quindi necessario trovare una modalità per modellare il terreno in modo preciso, non solo per quanto riguarda i livelli altimetrici e le curve di livello (soluzione già possibile in Revit attraverso il comando “Superficie Topografica”) ma attraverso una metodologia che ci consenta di rendere graficamente anche possibili buche e avvallamenti.

La soluzione più adatta potrebbe essere la resa della topografia attraverso laser scanner o drone; la prima più complicata dal punto di vista della posizione. Il laser, infatti, non essendo collocato in posizione zenitale rispetto al terreno potrebbe creare delle complicanze a causa dell’angolazione dello stesso. La tecnologia con drone sarebbe più adatta al nostro scopo anche se necessita di personale specializzato per l’uso degli strumenti in questione. Si tratta di catturare attraverso un drone migliaia di fotogrammi della zona di cui ci interessa fare il rilievo topografico, il drone ci fornirà delle immagini (spesso in risoluzione .tif) georeferenziate, successivamente attraverso appositi software (ad esempio MicMac) sarà possibile trasformare queste immagini in nuvole di punti o mesh poligonali. Esse verranno importate in software GIS (Geographic Information System) per poi essere elaborate ed esportate in formati utili al nostro utilizzo, ad esempio

## 14. Problematiche riscontrate

formati CAD attraverso il software AutoCAD Map 3D®; è scontato che più desideriamo un rilievo dettagliato più tempo i software richiederanno per l'elaborazione dei fotogrammi; nonostante questo è possibile ottenere rilievi molto precisi. Utilizzando questi modelli nel nostro progetto parametrizzato saremo sicuri di ottenere un terreno molto simile alla realtà, di conseguenza sarà possibile posizionare i mezzi di cantiere in modo preciso e senza le falsificazioni date dall'utilizzo di un pavimento architettonico.

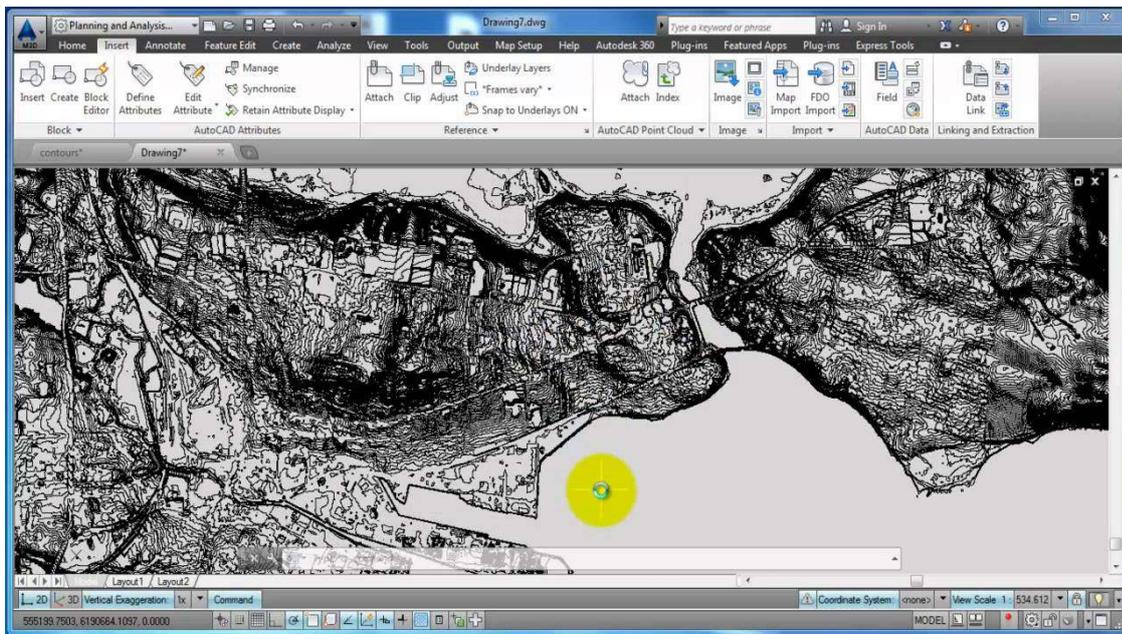


Fig. 14.7 – Schermata di elaborazione di un terreno in AutoCAD Map 3D®

## CONCLUSIONI

Industrializzare l'edilizia vuol dire programmare il processo progettuale e costruttivo secondo una logica che tenga conto della realtà in cui si opera: in questo senso si deve intendere la trasformazione che interessa il ciclo produttivo dell'edificio oggi.

L'evoluzione che ha caratterizzato lo sviluppo della civiltà industriale nei vari settori produttivi ha interessato il settore edilizio attraverso un aspetto particolare, quello cioè dell'organizzazione del processo costruttivo in tutte le sue fasi. Infatti, più che dalla scoperta di nuove tecnologie e nuovi materiali e più che dall'evoluzione della progettazione architettonica, il costruire oggi è caratterizzato da un processo di fasi ed operazioni molto complesse, la cui gestione richiede una particolare organizzazione dal punto di vista programmatico e del controllo delle opere.

In tal senso i metodi di lavoro digitali sono diventati lo standard nel settore edile ed è qui che viene in aiuto il BIM; esso, infatti, prevede la rappresentazione digitale di tutte le caratteristiche fisiche e funzionali di un edificio e, grazie alla raccolta condivisa dei dati di progetto da parte di tutti i professionisti coinvolti che interagiscono in modo sistematico, rappresenta uno strumento affidabile per le decisioni durante l'intero ciclo di vita della costruzione, dal concepimento dell'idea fino alla demolizione, prendendo in considerazione come abbiamo visto, anche la fase cantieristica.

Ma cosa si può ottenere utilizzando il metodo di lavoro BIM che non si potesse raggiungere con i processi tradizionali e collaudati? La costruzione di un nuovo edificio è generalmente preceduta da un'ampia fase di progettazione. Architetti, ingegneri, strutturisti e molti tecnici specialistici si scambiano ogni sorta di documenti dopo la fase di progettazione, fino a ottenere infine una versione che costituisce la linea guida per l'attuazione dei requisiti del costruttore in cantiere. Di solito i progettisti delle diverse discipline lavorano in parallelo sui rispettivi progetti e chiariscono i dettagli in lunghe riunioni periodiche che richiedono tempo e possono generare errori. Il metodo di lavoro BIM facilita la collaborazione, dato che tutti gli specialisti del settore possono avere accesso contemporaneo agli stessi dati e le modifiche avvengono in modo trasparente e in tempo reale.

Alcuni progettisti ritengono che aggiungere la terza dimensione ai disegni tecnici renderebbe più complesso il processo di progettazione dell'opera, che i tempi di

produzione si dilaterrebbero e che aumenterebbe anche la necessità di chiarimenti con il committente e i tecnici delle diverse discipline; è vero il contrario. Il metodo di lavoro BIM non comporta un maggiore livello di complessità rispetto ai metodi convenzionali di progettazione se non per il fatto di imparare ad utilizzare i software adatti e iniziare a progettare con un nuovo stile di pensiero che tenga in considerazione, fin dal principio, ogni possibile variabile progettuale; nel breve tempo quindi la progettazione potrebbe richiedere più tempo ma, guardando al futuro, essa diventerebbe più trasparente, incrementando così la qualità e l'affidabilità nella pianificazione dei costi e dei tempi.

Se però, da un lato, la tecnologia ha diversi vantaggi e ci può affiancare nel processo d'ideazione, dall'altro è chiaro che non ci si possa affidare ad una progettazione prettamente "informatica" senza l'ausilio di una lucida coscienza critica, ecologica o sociale; questo ci condurrebbe ovviamente ad evadere dalla realtà contingente incappando in una forma di "anti-progettazione". Esistono, quindi, due stili di pensiero: un'azione progettuale senza innovazione, tipica di chi rimanendo fisso sui metodi tradizionali rifiuta "il nuovo" ed un'azione innovativa senza progettazione, tipica di chi s'improvvisa affidandosi solo alla tecnologia e preferendo la strada del "produrre" tutto e subito senza una precedente fase d'ideazione e riflessione umana. Come si può capire, nessuno dei due percorsi porterà ad un risultato soddisfacente.

"Che cos'è l'Architettura? La definirò io, con Vitruvio, l'arte del costruire? Certamente no. Vi è, in questa definizione un errore grossolano. Vitruvio prende l'effetto per la causa. La concezione dell'opera ne precede l'esecuzione. I nostri antichi padri costruirono le loro capanne dopo averne creata l'immagine. È questa produzione dello spirito, questa creazione, che costituisce l'architettura"

(Étienne-Louis Boullée, 1780)

Con l'avvento della meccanizzazione del cantiere edile da un lato, e con la produzione in officina di componenti per l'edilizia dall'altro, si è avuta la trasformazione dei modi del costruire più che dell'oggetto della costruzione ma, purtroppo, è riscontrabile una situazione di arretratezza professionale degli operatori, ancora legati a canoni tradizionali, e di difficoltà delle strutture operative, imprese e industrie produttrici, ad affrontare globalmente la complessità del processo edilizio, limitandosi a svilupparne soltanto

alcuni settori. La progettazione, dal canto suo, resta come staccata ed assente dal fenomeno produttivo, apparentemente avulsa dalla realtà della produzione edilizia, anche se il messaggio progettuale viene comunque ad essere recepito, a volte in modo distorto, dagli operatori e dai realizzatori.

Risulta indispensabile in questo quadro riproporre una stretta correlazione fra la progettazione, le scelte tecnologiche e le scelte costruttive e realizzative. Proprio perché complesso, il processo edilizio necessita di un coordinamento unitario che apra la strada a nuovi ruoli professionali ed istituzionali, cui demandare propriamente la gestione globale del processo, quella definita "construction management", in modo che ad un unico organo costituito spetti la responsabilità di controllare le innumerevoli operazioni che caratterizzano oggi la costruzione: dalle procedure di aggiudicazione delle opere, alla progettazione esecutiva, alla costruzione ed anche alla gestione e manutenzione del bene edilizio nel tempo. Da tutte queste considerazioni scaturisce la necessità di focalizzare gli argomenti attorno a dei punti precisi di riflessione e di attestare in qualche modo, il flusso dei dibattiti per ancorarlo a realtà concrete ed operanti.



**GLOSSARIO DEI RISCHI:**

**Annegamento:**

Annegamento durante lavori in bacini o corsi d'acqua, o per venute d'acqua durante scavi all'aperto o in sotterraneo.

**Caduta dall'alto:**

Lesioni a causa di cadute dall'alto per perdita di stabilità dell'equilibrio dei lavoratori, in assenza di adeguate misure di prevenzione, da un piano di lavoro ad un altro posto a quota inferiore.

**Caduta di materiale dall'alto o a livello:**

Lesioni causate dall'investimento di masse cadute dall'alto, durante le operazioni di trasporto di materiali o per caduta degli stessi da opere provvisorie, o a livello, a seguito di demolizioni mediante esplosivo o a spinta da parte di materiali frantumati proiettati a distanza.

**Chimico:**

Rischi per la salute dei lavoratori per impiego di agenti chimici in ogni tipo di procedimento, compresi la produzione, la manipolazione, l'immagazzinamento, il trasporto o l'eliminazione e il trattamento dei rifiuti, o che risultino da tale attività lavorativa. Per tutti i dettagli inerenti all'analisi del rischio (schede di salvezza, ecc) si rimanda al documento di valutazione specifico.

**Elettrocuzione:**

Elettrocuzione per contatto diretto o indiretto con parti dell'impianto elettrico in tensione o folgorazione dovuta a caduta di fulmini in prossimità del lavoratore.

**Getti e schizzi:**

Lesioni riguardanti qualsiasi parte del corpo durante i lavori, a freddo o a caldo, eseguiti a mano o con utensili, con materiali, sostanze, prodotti, attrezzature che possono dare luogo a getti e/o schizzi pericolosi per la salute o alla proiezione di schegge.

**Incendi, esplosioni:**

Lesioni provocate da incendi e/o esplosioni a seguito di lavorazioni in presenza o in prossimità di materiali, sostanze o prodotti infiammabili.

**Investimento, Ribaltamento:**

Lesioni causate dall'investimento ad opera di macchine operatrici o conseguenti al ribaltamento delle stesse.

**M. M. C. (sollevamento e trasporto):**

Lesioni relative all'apparato scheletrico e/o muscolare durante la movimentazione manuale dei carichi con operazioni di trasporto o sostegno comprese le azioni di sollevare e deporre i carichi. Per tutti i dettagli inerenti all'analisi del rischio (schede di valutazione, ecc) si rimanda al documento di valutazione specifico

**Polveri:**

Danni all'apparato respiratorio derivanti dall'inalazione di polveri rilasciate da fonti presenti nell'area di insediamento del cantiere.

**Punture, tagli, abrasioni:**

Lesioni per punture, tagli, abrasioni di parte del corpo per contatto accidentale dell'operatore con elementi taglienti o pungenti o comunque capaci di procurare lesioni

**R. O. A. (operazioni di saldatura):**

Lesioni localizzate agli occhi durante le lavorazioni di saldatura, taglio termico e altre attività che comportano emissione di radiazioni ottiche artificiali. Per tutti i dettagli inerenti l'analisi del rischio (schede di valutazione, ecc) si rimanda al documento di valutazione specifico.

**Rumore:**

Danni all'apparato uditivo, causati da prolungata esposizione al rumore prodotto da fonti presenti nell'area di insediamento del cantiere.

**Seppellimento, sprofondamento:**

Seppellimento e sprofondamento a seguito di slittamenti, frane, crolli o cedimenti nelle operazioni di scavi all'aperto o in sotterraneo, di demolizione, di manutenzione o pulizia all'interno di silos, serbatoi o depositi, di disarmo delle opere in c.a., di stoccaggio dei materiali, e altre.

**Vibrazioni:**

Danni all'apparato scheletrico e muscolare causate dalle vibrazioni trasmesse al lavoratore da macchine o attrezzature.



## **BIBLIOGRAFIA e SITOGRAFIA:**

### *cap. 02 – Cos'è il BIM*

- Ines Mansfeld, Building Information Modeling – 10 ragioni per cui ti serve il BIM, Germania, AllPlan GMBH
- Chuck\_Eastman, Paul\_Teicholz, Rafael Sacks, Kathleen Liston -BIM Handbook, A guide to building information modeling for owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors-John Wile & Sons (2011)
- <http://www.ibimi.it>
- <https://www.bimthinkspace.com/about.html> di Bilar Succar

### *cap. 03 – La Normativa BIM*

- <https://www.lavoripubblici.it/news/2018/01/LAVORI-PUBBLICI/19712/Codice-dei-contratti-adottato-il-Decreto-BIM>
- <https://www.bimportale.com>
- <https://www.bimportale.com/solibri-model-checker/>
- <https://www.ingenio-web.it>
- <https://www.a-sapiens.it/tag/normativa-bim/>

### *cap. 04 – Programmi utilizzati*

- <http://www.aecbytes.com/review/2018/SolibriModelChecker.html>
- [www.harpaceas.it](http://www.harpaceas.it)
- <https://www.a-sapiens.it/autodesk/risorse/autodesk-revit/>
- <https://www.autodesk.it/products/revit/features>
- <https://www.solibri.com>

### *cap. 05 – Descrizione del Progetto*

- <https://www.poliespanso.it>

### *Conclusioni*

- T. Maldonado, L'idea di sistema, in La speranza progettuale, Einaudi, Torino (1970)

- P. Spadolini, Progettare nel processo edilizio, in Zaffagnini M. (a cura di) Progettare nel processo edilizio. La realtà come scenario per l'edilizia residenziale, Edizioni Luigi Parma, Bologna (1981)
- <https://www.edilportale.com>
- <http://www.ibimi.it>
- <https://www.bimportale.com>
- <https://www.docenti.unina.it/webdocenti-be/allegati/materiale-didattico/647380>

#### *Altri riferimenti*

- D.Lgs. 81/08 e S.M.I. “Testo Unico sicurezza sul lavoro” (TUS)
- D.Lgs. 163/2006 e S.M.I. “Codice dei contratti pubblici si lavori, servizi e forniture”
- DPR 207/2010 “Regolamento di attuazione del codice dei contratti pubblici”
- Marco Grandi, Manuale operativo per la sicurezza nei cantieri edili, Wolters Kluwer (2017)
- R. Sacks; R. Navon; I. Brodetskaia; and A. Shapira, Feasibility of Automated Monitoring of Lifting Equipment in Support of Project Control, Journal of construction engineering and management, (2005)
- M. Bolpagni, The implementation on BIM within the Public Procurement: a Model-Based Approach for the Construction Industry (2013)
- R. Sacks<sup>1</sup> and R. Partouche, Empire State Building Project: Archetype of “Mass Construction”, Journal of construction engineering and management, (2010)
- Bragadin M., La programmazione dei lavori con metodi reticolari, Maggioli Editori, Rimini (2008)
- Moro A., La sicurezza in cantiere, Dario Flaccovio Editore, Palermo (2012)
- Appunti di lezione sul sito “Alma Mater Digital Library”: [ww.campus.cib.unibo.it](http://ww.campus.cib.unibo.it)
- <https://www.puntosicuro.it/sicurezza-sul-lavoro-C-1/tipologie-di-rischio-C-5/rischio-scavi-C-53/circolazione-sicura-dei-mezzi-in-cantiere-AR-17569/>
- Manuale dello standard IFC per Revit, Autodesk, Inc. (2018)

## **Ringraziamenti**

Paradossalmente i ringraziamenti sono, per me, la parte più difficile riguardo la stesura della tesi, non perché non abbia nessuno da ringraziare, anzi! Ma perché probabilmente sono l'unica parte senza una traccia definita, senza uno schema: senza un "inizio", uno "svolgimento" e una "fine"; una parte così creativa, personale e poco contraddistinta da regole che trovo particolarmente complicata da elaborare; mi sento di dare il merito o la colpa di questo modello di pensiero proprio a questa facoltà che ha plasmato la mia personalità e il mio carattere in modo del tutto rigoroso e razionale per riuscire ad affrontare le innumerevoli difficoltà, tecnico/organizzative che emotive che mi si sono proposte.

Il percorso universitario è stato lungo e tortuoso, contraddistinto da imprevisti, salite, discese e brevi attimi di entusiasmo smorzati immediatamente da delusioni e sconforto ma anche da nuovi progetti, nuovi obiettivi e nuovi punti d'arrivo.

In primo luogo, mi sento quindi di ringraziare me stessa, non per superbia o presunzione, ma per aver avuto la tenacia di denti, di credere di potercela fare e per essere riuscita ad arrivare alla fine di questo percorso che mi è apparso talvolta interminabile.

Sicuramente nei momenti più cupi, non sarei riuscita ad avere tutta questa forza se non fosse stato per chi mi è stato vicino, la famiglia, i compagni di corso e gli amici.

Ringrazio quindi la mia famiglia e mio zio, per avermi supportato con ogni mezzo possibile, non solo economicamente ma anche con la comprensione e la dedizione di chi vorrebbe aiutare ma non sa come, di chi empaticamente ha sofferto e gioito con me, senza avere effettivamente coscienza del particolare sforzo che stavo compiendo, ma aveva solo una visione generale conosciuta attraverso "racconti" e "chiacchiere" a volte "familiari conferenze" per aiutarmi nella preparazione degli esami orali.

Ringrazio quei compagni di corso con cui ho condiviso la preparazione di molti esami, con cui ho passato notti insonni in compagnia di uno schermo e che hanno saputo rendere le difficoltà meno pesanti; un punto di riferimento, un aiuto, un consiglio o semplicemente una condivisione delle sventure sono state fondamentali. Quindi grazie soprattutto ad Antonella, Gaia, Anna, Luca e Leonardo.

Ringrazio gli amici e le coinquiline, Giuditta e Lucia, che mi han riportato alla "vita esterna", mi han rallegrato serate tristi, mi han regalato attimi di leggerezza e creduto nelle mie potenzialità nei momenti in cui ero la prima a voler cedere.

Ringrazio quei, purtroppo troppo pochi, professori che sono riusciti a trasmettermi l'amore per la materia, la dedizione per l'insegnamento e la curiosità di approfondire tematiche nuove con occhio critico e disponibilità, dandomi la speranza che l'Università sia anche un luogo di cultura e non solo di sforzi e frustrazioni.

E infine ringrazio la città di Bologna che è diventata in poco tempo una seconda casa, ricca di persone amichevoli e disponibili.

Una parentesi va anche ai professionisti che mi han seguito e guidato in questo progetto finale, un ringraziamento è quindi dovuto anche al titolare dello studio presso cui ho solto il tirocinio formativo: Andrea Guastalla, al mio Relatore: Marco Alvise Bragadin, al Correlatore: Massimo Stefani ed ai tecnici Harpaceas pronti a risolvere ogni mio dubbio. Grazie.

Lucia Cavallero  
lucia.cavallero@gmail.com