

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale

In Ingegneria Edile

Tesi di Laurea Magistrale

Analisi di fattibilità e sviluppo di una procedura automatica per il Code Checking di
modelli BIM strutturali



Relatori

Prof. Silvio Valente

Prof.ssa Anna Osello

Candidato

Valeria Seggiaro

ABSTRACT

Negli ultimi anni il settore delle costruzioni sta subendo notevoli cambiamenti. Questo è principalmente dovuto all'evoluzione della tecnologia digitale che porta con sé un cambiamento del processo edilizio.

L'introduzione della metodologia Building Information Modelling a discapito dei processi tradizionali porta con sé un nuovo concetto di edificio: si passa da una visione statica ad una dinamica che vede l'edificio come protagonista principale e rappresentato non tramite un semplice modello tridimensionale ma un modello contenente dati e informazioni che evolvono con esso.

Grazie al perfezionamento raggiunto dal formato di scambio neutro, Industry Foundation Classes, si punta sempre più ad una maggiore interoperabilità, offrendo la possibilità di automatizzare processi come la validazione dei progetti che tradizionalmente venivano effettuati a campione ottenendo scarsi risultati. Si passa al 4D aggiungendo la variabile tempo e al 5D con la valutazione dei costi.

L'introduzione di questo nuovo modo di operare porta con sé un aumento della produttività e dell'efficienza, una diminuzione dei tempi di progettazione, una diminuzione dei costi di gestione e manutenzione e numerosi altri vantaggi che, con il passare del tempo, coinvolgeranno tutti i processi edilizi.

In recent years, the construction sector is undergoing major changes. This is mainly due to the evolution of digital technology that leads to a change in the building process. The introduction of the Building Information Modeling methodology to the detriment of traditional processes brings a new concept of building: it passes from a static vision to a dynamic one that sees the building as the main protagonist and represented not as a simple three-dimensional model but as a model containing data and information that evolve with it.

Thanks to the improvement achieved by the neutral exchange format, Industry Foundation Classes, we are aiming for more interoperability, offering the ability to automate processes such as the validation of projects that were traditionally carried out by sampling the design tables obtaining poor results.

We pass to the 4D by adding the time variable and to the 5D by cost valuation. The introduction of this new way of working on projects brings up an increase in productivity and efficiency, a reduction in design times, a decrease in management and maintenance costs, and numerous other benefits which, over time, will involve all the building processes.

Ringraziamenti

Giunta al termine del mio percorso ringrazio tutte le persone che hanno permesso la redazione dell'elaborato in esame supportandomi ogni giorno.

In primo luogo il mio relatore Silvio Valente e la mia correlatrice Anna Osello, che mi hanno supportato attivamente in qualunque momento del percorso. Con loro Matteo Del Giudice che, con singolare disponibilità ed attenzione, ha seguito scrupolosamente la stesura dell'elaborato.

Ringrazio tutti i collaboratori di S.T.A DATA in primis Adriano Castagnone il quale, sostenendo attivamente la crescita dei giovani, mi ha permesso di lavorare a stretto contatto con la realtà lavorativa, collaborando quotidianamente all'interno dei loro progetti. Con lui Davide Cerroni che, con pazienza e determinazione, mi ha dato un indispensabile supporto nella parte di programmazione informatica.

Ringrazio i miei genitori e nonni, che sono per me il più grande esempio.

Tutti gli amici con cui ho condiviso questa esperienza, tra questi un grazie particolare va alla mia coinquilina Cinzia su cui ho potuto contare ogni giorno.

Un ringraziamento particolare lo devo al mio ragazzo, Alessio, che in tutti questi anni mi ha ricordato ogni giorno che, anche quando le cose non vanno come vorresti, c'è sempre un aspetto positivo per continuare ad inseguire i propri obiettivi.

Sommario

1	Introduzione.....	13
2	Stato dell'arte.....	15
2.1	Lo sviluppo del BIM	15
2.2	Passi verso l'implementazione del BIM.....	16
2.3	Limiti alla diffusione del BIM.....	20
3	Il Model Checking nel processo edilizio	21
3.1	Domini di validazione	22
3.1.1	BIM Validation	22
3.1.2	Clash Detection	23
3.1.3	Code Checking.....	25
3.2	Formato Industry Foundation Classes (IFC)	32
3.2.1	Struttura e dominio IFC	34
3.2.2	Vantaggi e problematiche nell'utilizzo di un formato IFC	36
4	Il caso studio	39
4.1	Metodologia.....	39
4.2	Modellazione ed esportazione	43
4.3	Studio del formato IFC.....	44
4.4	Dalla normativa alle regole automatizzabili.....	51
4.4.1	Regola 1 – Calcolo del rapporto quantitativo ferro/calcestruzzo all'interno di una sezione in C.A.....	52
4.4.2	Regola 2 – Verifica del quantitativo minimo di armatura longitudinale, par. 4.1.6 NTC 58	
4.4.3	Regola 3 – Verifica sul quantitativo e sui passi delle staffe, par. 4.1.6 NTC	61
4.5	Validazione del modello.....	65
4.6	Report.....	68
5	Risultati ottenuti.....	70
6	Progetti futuri.....	78
7	Conclusioni	79
	Appendice A – Flow-chart dei codici	84

A.1 Funzione di rimozione degli ancoraggi	84
A.2 Regola 1	86
A.3 Regola 2	91
A.4 Regola 3	96
Appendice B – Report risultati.....	103
B.1 Report regola 1	103
B.2 Report regola 2	219
B.3 Report regola 3	231
Riferimenti	235

ELENCO DELLE ABBREVIAZIONI

ACdat	Ambiente di condivisione dati
BCF	BIM Collaboration Format
BIM	Building Information Modelling
CAD	Computer Aided Design
CDE	Common Data Environment
DXF	Drawing Interchange Format
EDM	Jotne ED Model Checker
GUID	Globally Unique Identifier
HTML	HyperText Markup Language
IFC	Industry Foundation Classes
LOD	Level of Development/ Livello di sviluppo degli oggetti digitali
LOG	Level of Geometry/ Livello di sviluppo degli oggetti digitali: attributi geometrici
LOI	Level of Information/ Livello di sviluppo degli oggetti digitali: attributi informativi
MVD	Model View Definition
QA	Quality Assurance
QC	Quality Control
SMC	Solibri Model Checker

Indice delle figure

Figura 1 - Confronto metodologia tradizionale e approccio BIM (1).....	16
Figura 2 - Modello di Bew-Richards (2).....	17
Figura 3 - Piattaforme attuali per il Code Checking	19
Figura 4 - Interoperabilità fra diversi modelli, (3)	21
Figura 5 - Esempi di risutati geometrici del Rule-set di BIM Validation, eseguiti con Solibri Model Checker. A sinistra vediamo la compenetrazione di due pavimenti che comporta un errore di computazione dei materiali; a destra un caso di incongruenza tra il dimensionamento di un infisso e la quota di un controsoffitto, (4)	23
Figura 6 - Schema semplificato del processo di Clash Detection.....	24
Figura 7 - Esempio di applicazione della Clash Detection utilizzando il software Solibri Model Checker (5).....	25
Figura 8 - Le quattro fasi del Code Checking, (6)	27
Figura 9 - Processo BMC, (7)	28
Figura 10 - Operatori della metodologia RASE, (7).....	28
Figura 11 - Mark up del testo normativo, come regolato dalla ISO 21542, (7).....	29
Figura 12 - Tipologie di regole, (7).....	30
Figura 13 - Scopo della metodologia TIO, (7).....	30
Figura 14 - Evoluzione dello standard IFC	32
Figura 15 - Logo IFC	33
Figura 16 - Esempio di campo IFC.....	33
Figura 17 - Interoperabilità del formato IFC	34
Figura 18 - Modello di dati IFC, sito buildingSmart	35
Figura 19 - Esempio di gerarchia dei livelli nel formato IFC (8)	36
Figura 20 - Flusso IFC, (3).....	36
Figura 21 - Creazione del modello multidisciplinare, Merge Model (9)	37
Figura 22 - Flusso di lavoro	41
Figura 23 - Schema processo di implementazione delle regole.....	42
Figura 24 - Modello in Revit 2017, Grattacielo Regione Piemonte	43
Figura 25 - Esportazione del formato IFC, Revit 2017.....	44
Figura 26 - Gerarchia oggetti formato IFC	45
Figura 27 - Schema Express-G, buildingSMART	48
Figura 28 - Schema Express-G, buildingSMART	49

Figura 29 - Caso 1: in rosso viene riportato il tratto di armatura considerato. Rappresentazione fuori scala.....	53
Figura 30 - Caso 2: In rosso viene riportato il tratto della barra considerato. Rappresentazione fuori scala.....	53
Figura 31 - Caso 3: In rosso viene riportato il tratto della barra considerata. Rappresentazione fuori scala.....	54
Figura 32 - Caso 4: In rosso viene riportato il tratto della barra considerato. Rappresentazione fuori scala.....	55
Figura 33 - Caso 5: in rosso viene riportato il tratto della barra considerato. Rappresentazione fuori scala.....	55
Figura 34 – Verifica sezione complessiva staffe. In rosso il piano di sezione. Rappresentazione fuori scala.....	63
Figura 35 - Verifica staffe, prima iterazione. Rappresentazione fuori scala.....	63
Figura 36 - Verifica staffe, iterazioni successive. Rappresentazione fuori scala.....	64
Figura 37 - Visualizzazione del modello con BIMInside	65
Figura 38 - Check dei risultati.....	66
Figura 39 - Visualizzazione dell'albero gerarchico e attributi degli elementi, BIMInside	66
Figura 40 - Dominio di validazione, albero delle regole – BIMInside	67
Figura 41 - Selezione del dominio di validazione, BIMInside	67
Figura 42 - Schermata report, BCFier.....	68
Figura 43 - BCFier 2.2.0.0 plug-in, Revit 2017.....	69
Figura 44 - Risultato grafico pilastro, Regola 1, BIMInside	70
Figura 45 - Risultato grafico trave, Regola 1, BIMInside	71
Figura 46 - Risultato mappa colori pilastri, Regola 2, BIMInside.....	72
Figura 47 - Risultato mappa colori travi, Regola 2, BIMInside	72
Figura 48- Risultato grafico pilastro, Regola 2, BIMInside	73
Figura 49 - Risultato grafico trave, Regola 2, BIMInside	74
Figura 50 - Report HTML pilastri, Regola 2, BIMInside	75
Figura 51- Risultato mappa colori pilastri, Regola 3, BIMInside.....	76
Figura 52 - Risultato mappa colori travi, Regola 3, BIMInside	76
Figura 53 - Report pilastro, Regola 3, BIMInside	77
Figura 54 - Report trave, Regola 3, BIMInside	77
Figura 55 - Errata modellazione, BIMInside	81
Figura 56 - Processo informativo delle costruzioni e livelli di dettaglio, UNI 11337	82

1 Introduzione

I sistemi Building Information Modelling possiedono caratteristiche tali da poter gestire informazioni riguardanti l'edificio come geometria, prestazioni energetiche, relazioni spaziali, quantità e proprietà dei componenti con possibilità di rapida estrazione dal modello. Per questo il passaggio ad una progettazione di questo tipo non implica solamente l'adozione di nuovi software, ma una modifica delle fasi architettoniche tradizionali e la necessità di una totale condivisione dei dati.

L'utilizzo della metodologia BIM riduce la cattiva gestione e la perdita di informazioni che generalmente avviene durante il passaggio della documentazione fra i vari attori coinvolti, infatti una delle caratteristiche fondamentali consiste nell'interoperabilità del modello.

Focalizzando l'attenzione sul processo di controllo è noto che, nell'ambito della progettazione tradizionale, questo porta con sé un notevole dispendio di energie correlato ad un'incertezza attribuibile ad un controllo casuale degli elaborati che non ne assicura la totale conformità ai requisiti richiesti.

Al contrario, nell'ambito della progettazione BIM, questo processo risulta essere rapido ed efficiente in quanto, grazie all'utilizzo di appositi software, è possibile in qualunque momento del processo un controllo puntuale del progetto in relazione ai requisiti richiesti dalla normativa vigente.

Il lavoro condotto ha come obiettivo l'applicazione del processo di Code Checking al caso studio in esame: il Grattacielo della Regione Piemonte sito nella città di Torino, con lo scopo di mettere in evidenza vantaggi, svantaggi e limiti legati all'approccio utilizzato.

Per il raggiungimento di tale proposito si procede all'integrazione, tramite l'ausilio del software Revit 2017, del modello BIM strutturale fornito avendo così a disposizione non solo un modello tridimensionale, ma un database di informazioni estraibili dallo stesso a seconda delle necessità.

Utilizzando il software di validazione BimInside, grazie ad una preventiva esportazione nel formato interoperabile IFC, il modello viene controllato producendo come risultato finale un report contenente tutte le problematiche riscontrate dal confronto dello stesso con il dominio di validazione scelto. Quest'ultimo consiste in regole analizzate ed implementate all'interno dell'elaborato derivanti dall'analisi dei requisiti richiesti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni.

Per comprendere i passaggi chiave del lavoro effettuato si riporta un breve accenno alla metodologia BIM, le caratteristiche principali, lo stato di sviluppo attuale ed i limiti associati. In seguito si concentra l'attenzione sullo sviluppo dei sistemi automatizzati di validazione attuali, sulle loro

funzionalità e sul vantaggio che consegue al loro utilizzo. Viene approfondito il processo di Model Checking nelle sue principali fasi consistenti nella validazione del modello, nella gestione delle interferenze e dei requisiti normativi.

Nasce un processo iterativo che, partendo dalle piattaforme di BIM Authoring per il processo di modellazione, necessita di essere trasmesso al software di validazione per essere reimportato nella piattaforma iniziale in caso di modifiche richieste del processo di controllo. Questo passaggio è reso possibile grazie all'utilizzo del formato neutro ed interoperabile Industry Foundation Classes del quale vengono riportate la struttura, le caratteristiche principali, vantaggi e svantaggi derivanti dal suo utilizzo.

L'obiettivo da raggiungere non sarà la sola validazione del modello ma l'analisi dei risultati ottenuti ad ogni iterazione, estraendo i punti chiave per il miglioramento del processo. L'attenzione pertanto si focalizzerà sui requisiti che il modello dovrà soddisfare per far sì che il file in formato IFC, risultato dell'esportazione, porti con sé il maggior numero di informazioni possibili e soprattutto corrette.

Il risultato finale è rappresentato da due tipologie di report i quali, uno in modo schematico l'altro graficamente, riportano il numero di elementi letti, caratteristiche, posizione e soprattutto la corrispondenza o meno ai requisiti richiesti.

2 Stato dell'arte

2.1 Lo sviluppo del BIM

Con il suo richiamo ufficiale all'interno del codice degli appalti il Building Information Modelling è definitivamente entrato nel dibattito sulle nuove metodologie e tecnologie, costringendo gli attori coinvolti all'interno del processo ad affrontare le novità che porta con sé.

Rispetto al tradizionale approccio CAD l'utilizzo della metodologia BIM conduce ad una notevole svolta all'interno del processo tradizionale. L'industria dell'edilizia si sta muovendo dall'attuale processo su carta ad una totale automazione consistente in un flusso di lavoro integrato ed interoperabile, che massimizza la raccolta di informazioni e conoscenze, la capacità di calcolo, la comunicazione in rete e l'aggregazione di dati. Non si tratta di una semplice modellazione tridimensionale, quanto della creazione di un sistema informativo parametrico attraverso il quale incrementare le informazioni connesse al progetto, tramite collegamento diretto delle stesse agli elementi costruttivi che compongono il modello. Le informazioni così veicolate sono principalmente di due tipi, dati geometrici ed alfanumerici, attraverso i quali un manufatto viene descritto digitalmente.

Tale approccio diventa iterativo e la definizione e gestione dei requisiti progettuali deve svilupparsi in modo parallelo al processo stesso, che avrà come risultato un modello all'interno del quale tutti i professionisti possono convogliare dati e informazioni in maniera coerente, rilevando immediatamente eventuali conflitti, migliorando la gestione degli impianti, la sostenibilità dell'edificio ed infine la gestione dello stesso, mitigando così il rischio di incoerenza ed insuccesso ed ottenendo un progetto sviluppabile per alternative.

Ruolo fondamentale in questa rivoluzione è rappresentato dalla committenza la quale deve essere in grado di definire il quadro delle proprie esigenze e dei propri requisiti, anche in forme contrattualmente vincolanti come nel caso del Capitolato Informativo. Quest'ultimo, documento chiave, definisce i requisiti informativi in funzione degli usi del modello BIM, nonché le modalità di gestione delle informazioni.

La figura 1 illustra la differenza fra il metodo tradizionale di scambio di informazioni ed il metodo verso cui si cerca di convergere attualmente.

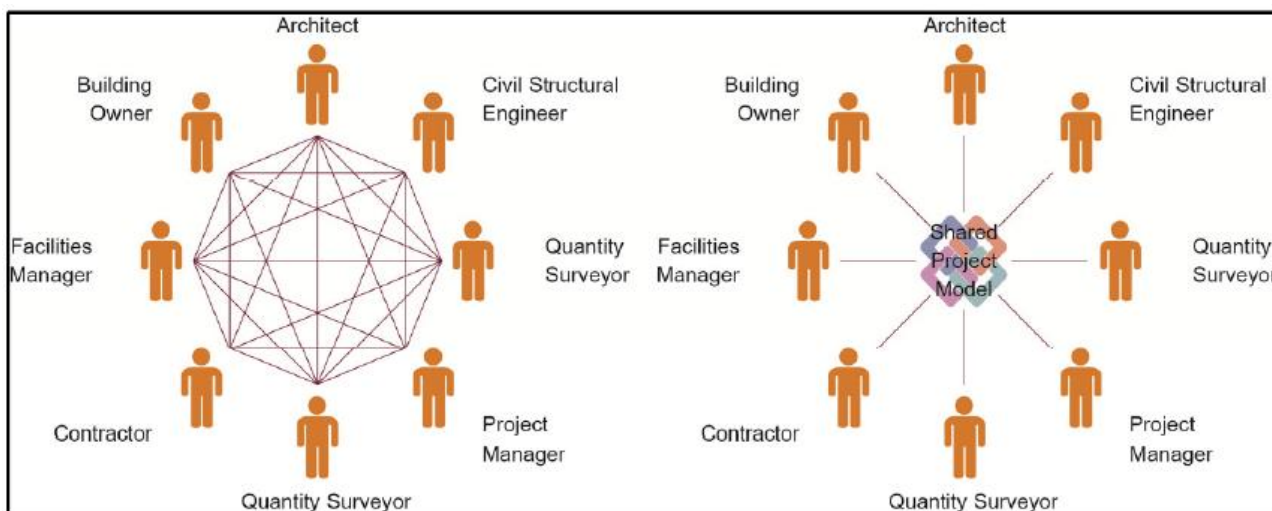


Figura 1 - Confronto metodologia tradizionale e approccio BIM (1)

Come già sottolineato il cuore di questa metodologia è rappresentato dalla raccolta di informazioni che entrano a far parte di un database che garantisce l'accesso, la modifica e l'integrazione da parte di qualunque figura coinvolta.

Rispetto ad altre attività come l'industria aeronautica e automobilistica, la gestione delle informazioni nel settore delle costruzioni non risulta essere efficiente. Esistono a questo proposito ricerche accademiche che dimostrano come il raggiungimento di una totale interoperabilità sia una delle principali sfide per l'implementazione del BIM.

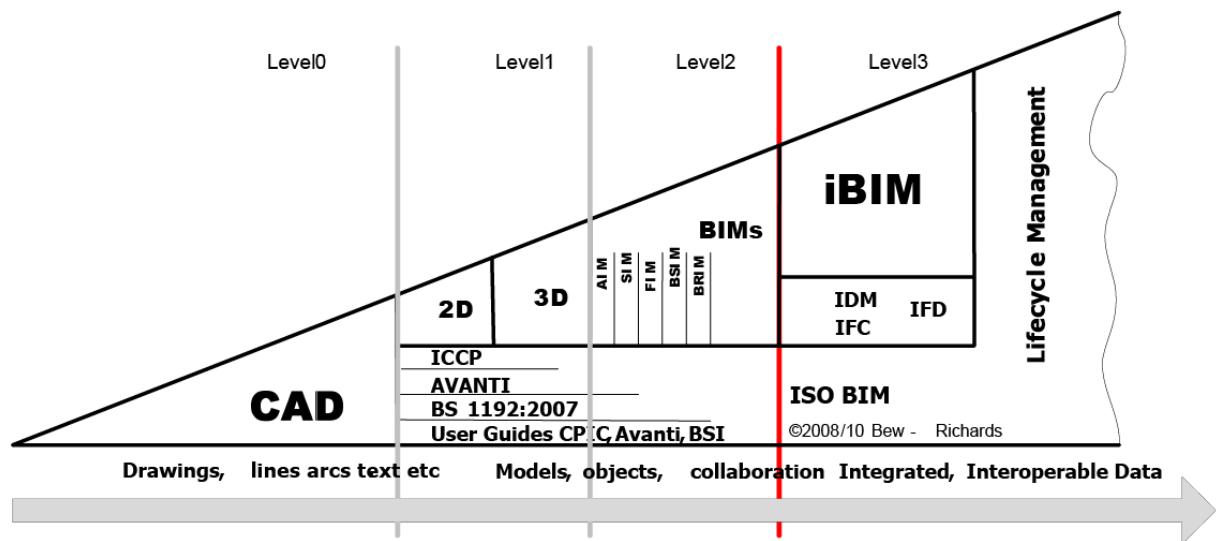
La definizione di "interoperabilità" racchiude due aspetti: quello di "interoperabilità del software" e quello di "interoperabilità di modellazione". La prima riguarda la capacità di coordinare e scambiare dati fra diversi sistemi; la seconda viene spesso definita come la capacità di gestire ed attuare relazioni di collaborazione fra tutti gli attori coinvolti, uniformando le procedure di modellazione. La difficoltà risiede infatti nella volontà di non voler scambiare semplici geometrie ma anche attributi del modello geometrico, relazioni ed informazioni senza i quali risulterebbe necessaria una successiva reintegrazione con conseguente spreco di tempo e denaro.

2.2 Passi verso l'implementazione del BIM

Il Building Information Modelling (BIM) segue cronologicamente il Computer Aided Design (CAD) come importante innovazione legata all'informatica nell'industria delle costruzioni.

È un insieme di processi e di tecnologie che generano una "metodologia per gestire la progettazione

Il modello di maturità di Bew-Richards (figura 2) mostra tre livelli di implementazione BIM, che non si basano solo sul livello di tecnologia utilizzata per progettare un edificio, ma anche sul livello di collaborazione all'interno del processo.



- Livello 0: nessuna collaborazione

- Livello 1: output misto

Si tratta di una miscela di CAD 3D o di alcuni software di modellazione per il lavoro concettuale e disegni 2D per la redazione della documentazione di approvazione legale. Non esiste ancora una collaborazione e ciascun professionista pubblica e mantiene i propri dati separatamente.

- Livello 2: lavoro collaborativo

Tutte le parti utilizzano i propri modelli CAD 3D, tra cui diversi strumenti BIM per la visualizzazione 3D. Le informazioni di progetto vengono condivise attraverso un formato di file comune che consente a ciascuna organizzazione di combinare i dati condivisi con quelli propri. La caratteristica più significativa di questo livello è che qualsiasi software coinvolto in ogni fase dovrebbe essere in grado di esportare un formato di file comune.

- Livello 3: lavoro integrato

In questo livello viene utilizzato un unico modello di progetto condiviso da tutte le discipline in modo tale da non dover utilizzare un formato di scambio neutro. Tutti hanno la possibilità di accedere e modificare un modello centrale all'interno del quale le modifiche vengono ricevute e visualizzate in tempo reale.

È perciò possibile intuire come il processo di controllo automatico viene implementato nel livello 2 per potersi poi evolvere nel livello 3 dove, per far fronte alla pesantezza del modello dovuta alla numerosità dei dati presenti, è possibile utilizzare una piattaforma per l'archiviazione. Il modello di partenza diventerà così un "modello centrale" al quale è possibile apportare modifiche aggiornandone le informazioni.

Tutto questo risulterebbe ideale se applicato allo stesso modo per l'implementazione dei codici di controllo, in quanto permetterebbe una tempestiva ed automatica revisione del modello che verrebbe istantaneamente ricaricato in allegato al report contenente le eventuali problematiche riscontrate.

A questo punto l'interoperabilità risulterebbe completa, senza possibilità di eventuali perdite di dati e senza divergenze durante il processo di modellazione.

Nel secondo livello troviamo alcune applicazioni di controllo ampiamente utilizzate come Solibri Model Checker (SMC), Express Data Manager e Fornax le quali, utilizzando come formato di scambio l'IFC (Industry Foundation Class), riescono a dialogare senza perdita di dati ed informazioni con il software di modellazione.

Solibri Model Checker è attualmente la piattaforma più riconosciuta ed utilizzata sul mercato. È stata pensata con lo scopo di ottenere un continuo controllo di qualità del modello BIM durante tutto il suo ciclo di vita. I file IFC provenienti da diversi software di modellazione vengono combinati al suo interno e l'utente può raccogliervi informazioni, organizzarle, visualizzarle, applicare le regole al progetto e pubblicare istantaneamente i risultati. Le informazioni che possono essere controllate

includono aree e calcoli spaziali, rispondenza ai regolamenti di igiene, controllo della stratigrafia dell'edificio da utilizzare per i calcoli energetici, i volumi, le quantità e le sovrapposizioni ammesse nel caso d'intersezioni tra due tipi di componenti. Gli utenti possono inoltre specificare requisiti riguardanti spessori minimi, la lunghezza e l'altezza delle pareti ed il rapporto aero-illuminante. Nell'ambito della normativa antincendio è possibile stabilire la distanza massima consentita di qualsiasi spazio all'uscita più vicina, verificando i percorsi di fuga validi.

Un'altra piattaforma per il controllo della conformità è Express Data Manager (EDM) ed è stata adottata in Australia nel Centro di Ricerca Cooperativa per l'Innovazione nel settore della costruzione. Infine Fornax, che possiede una libreria di oggetti C ++, basata su dati IFC. Acquisisce la semantica delle regole e dispone di funzioni per recuperare le proprietà dagli oggetti IFC, a seconda del tipo di regola. È adottata per valutare la conformità ai regolamenti edilizi, incluse le norme riguardanti il controllo delle costruzioni, l'accesso, i codici antincendio e la ventilazione.

	Solibri Model Checker	Express Data Manager	Fornax
Open Source	NO	NO	NO
Open BIM	SI	SI	SI
Linguaggio	Java	Express - X	C ++
Sviluppatore	Solibri Inc	Jotne EDM Technology	novaCITYNETS
Campo di applicazione	Code-checking e validazione di modelli IFC BIM	Ottimizza l'interoperabilità con altre discipline BIM di progettazione	Esegue controlli automatici di conformità ai regolamenti edilizi e urbanistici degli elaborati grafici digitali

Figura 3 - Piattaforme attuali per il Code Checking

2.3 Limiti alla diffusione del BIM

La tecnologia BIM sta prendendo piede velocemente negli studi di progettazione di tutta Europa, ma in Italia solo il 10% dei progettisti ne fa uso.

Possiamo citare alcune delle motivazioni principali:

- i costi: poiché progettare in BIM prevede l'utilizzo di risorse hardware potenti, software molto costosi e dipendenti qualificati. Sebbene tutto questo costituisca un buon investimento iniziale e un valore aggiunto al progetto, questo non viene ancora riconosciuto e retribuito in maniera adeguata.
- la complessità: al contrario del Nord Europa, dove la progettazione è sempre più mirata alla standardizzazione delle costruzioni, in Italia questa mentalità presenta una difficile affermazione e di conseguenza il BIM risulta di difficile utilizzo.
- il formato IFC: attualmente l'interazione tra software di diverse case produttrici è in continuo sviluppo e questo sovente genera problemi di incompatibilità.

Tutto ciò merita un'attenta riflessione in quanto, nonostante i limiti che accompagnano l'introduzione della tecnologia BIM all'interno del processo edilizio, questa metodologia rappresenta il futuro verso il quale andremo a convergere. Pertanto, nonostante le ostilità legate al suo utilizzo, è necessario restare al passo con l'evoluzione abbandonando con il trascorrere del tempo le metodologie tradizionali.

3 Il Model Checking nel processo edilizio

Focalizzando l'attenzione su come si svolge il percorso di progettazione tradizionale, possiamo affermare che soltanto il 5-10% del contenuto informativo del progetto viene sistematicamente controllato. Queste percentuali risultano essere irrisorie se paragonate al 40-60% raggiungibile con una procedura automatizzata. Il vantaggio della nuova metodologia non risiede soltanto nella maggiore efficienza ma anche in un minore impiego di tempo e risorse.

La differenza sostanziale è racchiusa nel fatto che, mentre tradizionalmente si procede con campionamenti casuali, con il processo di Model Checking il controllo viene fatto in modo puntuale in momenti chiave del processo, detti checkpoint, all'interno dei quali vengono individuate e successivamente corrette eventuali criticità, garantendo così un risultato affidabile ed efficace.

Tutto questo fa sì che ci sia sempre più un maggiore interesse, sviluppo e diffusione, che portano a ragionare e comprendere i limiti legati alla tecnologia nello scambio di informazioni. Per far sì che i diversi attori coinvolti possano dialogare fra loro è necessario disporre di formati neutri che facciano da ponte fra i software di modellazione e quelli per il Quality Assurance e Quality Control (QA/QC). Tra questi il più diffuso ed efficiente è sicuramente il formato IFC. È un formato dati aperto nato per facilitare l'interoperabilità tra i vari operatori con lo scopo di consentire l'interscambio di un modello informativo senza perdita, distorsione di dati o informazioni. È stato progettato per elaborare tutte le informazioni dell'edificio, attraverso il suo intero ciclo di vita, dall'analisi di fattibilità fino alla sua realizzazione e manutenzione, passando per le varie fasi di progettazione e pianificazione.

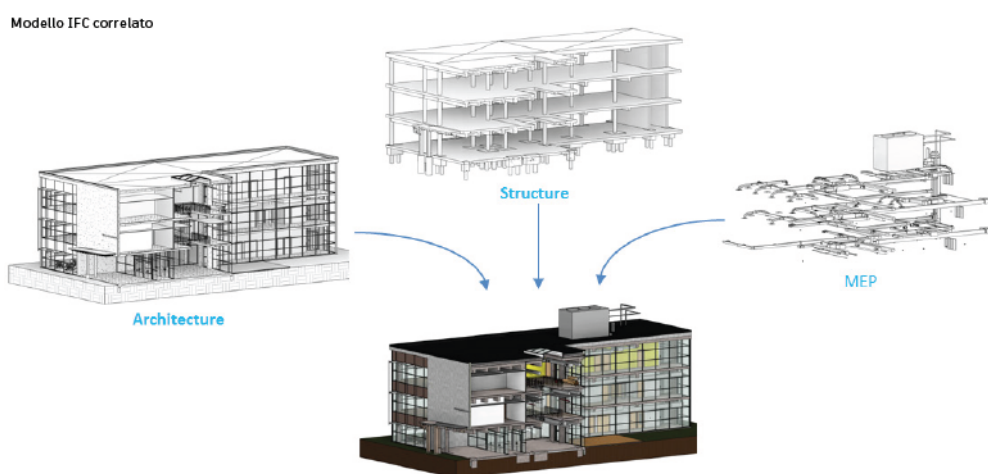


Figura 4 - Interoperabilità fra diversi modelli, (3)

Durante la fase di Model Checking, grazie al formato di interscambio neutro, vengono analizzati e validati i parametri geometrici e non, implementati nei modelli informativi, sottoponendo il Building Information Model a diversi domini di validazione. Quest'ultimi contengono al loro interno il set di regole di controllo, detto rule-set, che viene applicato al modello in tre fasi di verifica consequenziali: la BIM Validation, che ne controlla attributi e procedure di modellazione, la Clash Detection, ovvero il controllo interferenze, e il Code Checking, la verifica di conformità del progetto alle normative di riferimento.

3.1 Domini di validazione

3.1.1 BIM Validation

La fase di BIM Validation è indispensabile per la correttezza dei controlli successivi infatti, l'applicazione delle regole per la verifica dei requisiti normativi, prevede che il modello sia arricchito di una serie di dati ed informazioni da poter utilizzare come input. Tutto ciò che appartiene al modello deve essere dichiarato coerente e deve rispondere a specifici requisiti di qualità. In questa fase le criticità che si possono rilevare sono inerenti al contenuto alfanumerico ed in genere si manifestano due tipologie di errori: di progettazione e di modellazione. Quest'ultimi risultano essere quelli più diffusi e per essere evitati richiedono l'applicazione di specifiche regole di modellazione da parte dei soggetti coinvolti. Inoltre, per far sì che il software di modellazione e lo strumento utilizzato per il Model Checking possano comunicare fra di loro, è indispensabile che essi contengano la stessa semantica poiché, soltanto in questo modo, gli oggetti e le informazioni presenti all'interno del primo possono essere riconosciute, mappate ed analizzate all'interno del secondo.

Tutto ciò comporta un controllo iniziale del contenuto informativo durante il quale vengono applicate al modello una serie di regole con lo scopo di validarne la correttezza. Questo passaggio preventivo risulta essere fondamentale perché fornisce alle fasi successive un modello corretto su cui poter lavorare e la sicurezza di ottenere risultati affidabili.

Questo test iniziale può essere applicato in un primo momento a ciascuno dei modelli appartenenti alle singole discipline e successivamente al cosiddetto Merge Model, ovvero il modello multidisciplinare che racchiude in sé tutti i modelli appartenenti alle discipline coinvolte. Quest'ultimo controllo potrebbe sembrare superfluo, ma in realtà si può comprendere quant'è importante se si pensa a quanto è difficile collocare correttamente più modelli provenienti da software diversi all'interno di un unico sistema di riferimento.

Risulta altrettanto difficile stabilire la completezza di un modello, soprattutto perché strettamente correlata al momento in cui viene effettuato il controllo. Per andare incontro a questo problema si fa riferimento ai cosiddetti LOD (Level of Development), secondo la cui logica a ciascuno di essi corrispondono precisi attributi da definire e compilare per ciascun oggetto. A seconda della fase progettuale in cui ci si trova il modello verrà più o meno arricchito di contenuti informativi e, allo stesso modo, i controlli saranno più o meno puntuali, proporzionalmente al livello di sviluppo raggiunto.

Lo scopo finale di questa fase è quello di verificare la corrispondenza tra quanto dichiarato e quanto modellato, accertandosi dell'effettiva presenza e compilazione di tutti i parametri necessari, in modo tale da assicurare un corretto flusso di informazioni fra gli attori coinvolti nel processo.

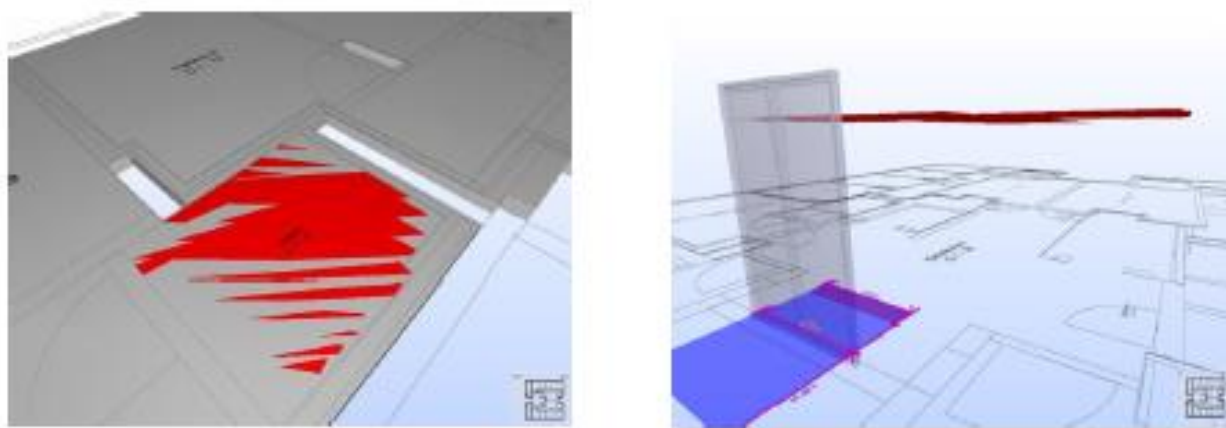


Figura 5 - Esempi di risultati geometrici del Rule-set di BIM Validation, eseguiti con Solibri Model Checker. A sinistra vediamo la compenetrazione di due pavimenti che comporta un errore di computazione dei materiali; a destra un caso di incongruenza tra il dimensionamento di un infisso e la quota di un controsoffitto, (4)

3.1.2 Clash Detection

La fase di controllo delle interferenze è quella che, ad oggi, ha riscontrato più successo. Questo è dovuto ai considerevoli vantaggi che si possono ottenere dall'utilizzo di software in grado di condurre questa analisi. Con la progettazione tradizionale gli attori coinvolti si ritrovavano a progettare in maniera indipendente senza occasioni di confronto o di collaborazione e questo, spesso, portava ad incongruenze progettuali che venivano rese evidenti soltanto nelle fasi di cantiere. Inoltre la più grande differenza è rappresentata dal fatto che, mentre abitualmente il controllo e la verifica dei progetti veniva effettuata quando tutti gli elaborati risultavano conclusi, adottando questa metodologia la procedura di validazione può essere effettuata in qualunque momento del processo.

Questo porta con sé il vantaggio di poter individuare e correggere tempestivamente le problematiche rilevate.

Con l'adozione della metodologia BIM il controllo delle interferenze può essere effettuato sia sui modelli contenenti le singole discipline sia sui modelli multidisciplinari, derivanti dalla coordinazione e dall'unione dei modelli provenienti da tutte le discipline.

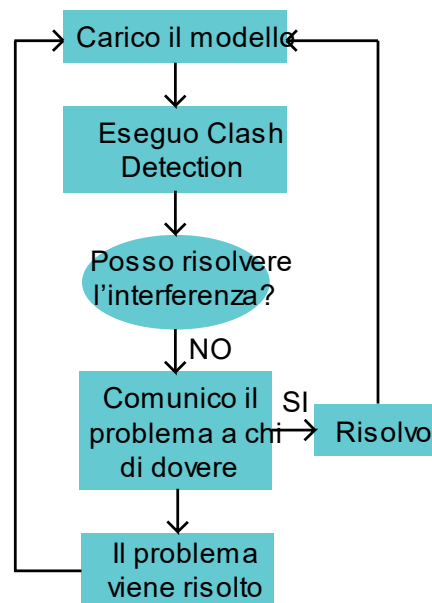


Figura 6 - Schema semplificato del processo di Clash Detection

Si possono riscontrare tre categorie di interferenze:

- Hard Clash: quando due oggetti si attraversano reciprocamente ed uno dei due elementi deve essere spostato per risolvere il conflitto;
- Clearance Clash: quando due oggetti potrebbero interferire durante le fasi di montaggio o manutenzione. Si tratta di conflitti difficili da individuare e richiedono generalmente la modellazione di spazi di tolleranza;
- Workflow Clash: è un conflitto di tipo temporale e si verifica quando due oggetti dell'edificio si vanno a sovrapporre in fase di montaggio. Questi conflitti vengono in genere risolti in fase di realizzazione.

Trasversalmente a queste categorie troviamo il concetto di “Collision Level” che stabilisce come e quando i diversi conflitti devono essere gestiti. Il livello 1 è quello che identifica la massima criticità e prevede che il problema venga risolto immediatamente all’interno del modello. Il livello 2 ha un’alta criticità ma dà la possibilità di risolvere il conflitto in fase di coordinamento. Il livello 3 racchiude interferenze di minore criticità, per questo si ammette che esse vengano risolte in prossimità della chiusura di una fase.

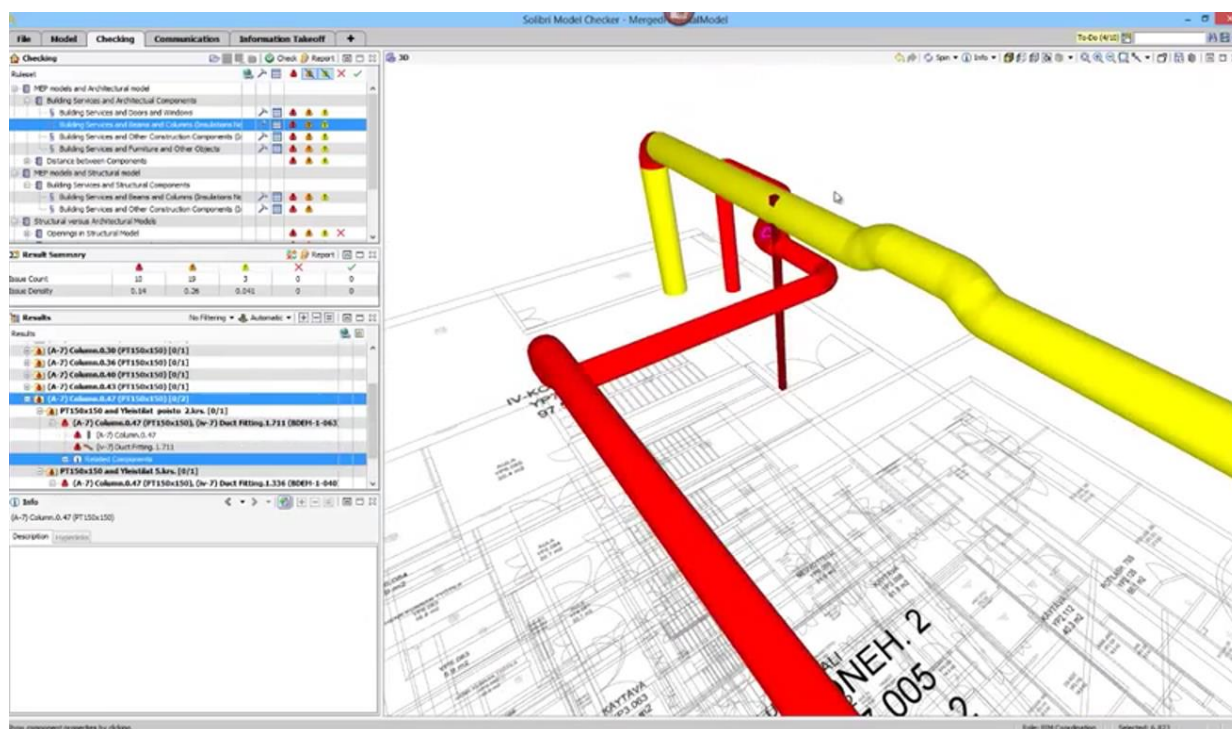


Figura 7 - Esempio di applicazione della Clash Detection utilizzando il software Solibri Model Checker (5)

È possibile inoltre scegliere quali verifiche applicare ed aggiungere nuovi pacchetti di regole all’interno del software, rendendo il controllo personalizzato.

3.1.3 Code Checking

Il Code Checking è un processo durante il quale il progetto viene validato tramite l’applicazione di una serie di regole presenti all’interno del software utilizzato. Quest’ultime possono essere non solo dedotte dalle normative vigenti, ma anche interpretazioni delle buone pratiche progettuali o dei requisiti richiesti dalla committenza. I risultati di questo controllo consistono in “approvato” (“pass”),

“bocciato” (“fail”), “attenzione” (“warning”) e “sconosciuto” (“unknown”), nel caso in cui i dati necessari fossero incompleti o addirittura mancanti.

Affinché le regole possano essere applicate, è necessario che all’interno del modello da sottoporre al controllo tutti gli elementi siano arricchiti con le informazioni richieste come parametri di ingresso dal software.

Mentre nel caso di dati geometrici e dimensionali accade sempre che essi siano presenti ed esportati, nel caso di altre tipologie di informazioni non è così scontato. Per questo motivo molti software danno la possibilità di arricchire in seguito il modello con i parametri mancanti.

Gli ambiti di applicazione del Code Checking sono molteplici: viene utilizzato per il controllo del rispetto dei requisiti di accessibilità, altezze e superfici minime dei locali, rapporti aero-illuminanti, fino ad arrivare a controlli più sofisticati, come ad esempio l’analisi di sostenibilità, dei requisiti acustici, energetici e strutturali.

Il grande vantaggio è quello di poter intervenire in qualunque momento del processo, cosa che non avveniva con la metodologia tradizionale in quanto risultava necessario attendere la conclusione di tutti gli elaborati per poter procedere con la loro validazione.

Da questo è possibile dedurre l’importante cambiamento che assume il concetto di progetto: si passa da un semplice insieme di documenti alla realizzazione di un unico modello BIM, che evolve parallelamente al ciclo di vita del manufatto. Inoltre il fatto che il processo di verifica sia automatizzato fa sì che tutto venga svolto nel modo più oggettivo possibile, senza risentire dell’influenza della soggettività dell’utente.

Il processo di Model Checking si sviluppa in quattro fasi: Rule Interpretation, Building Model Preparation, Rule Execution, Rule Reporting.

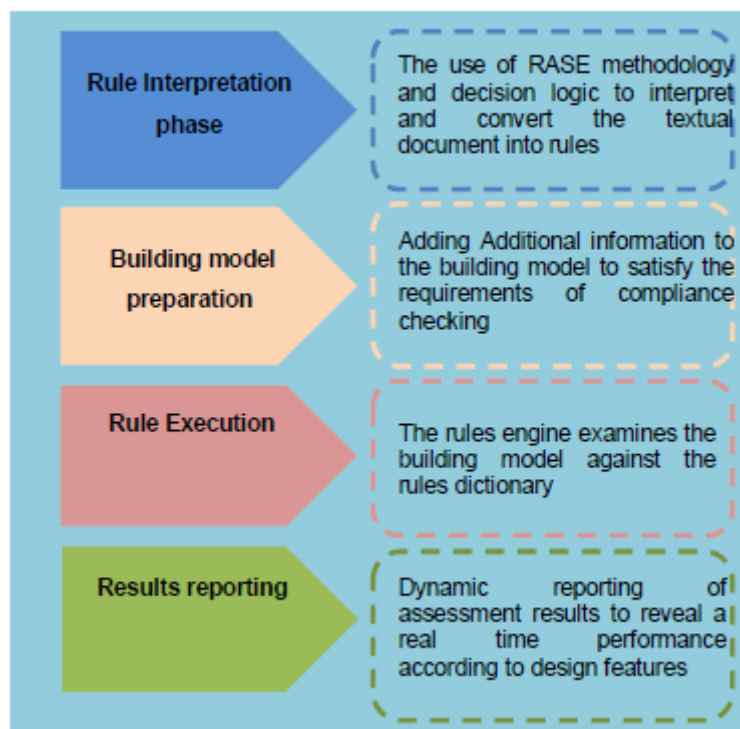


Figura 8 - Le quattro fasi del Code Checking, (6)

3.1.3.1 Rule Interpretation

In questa fase si procede ad un'attenta analisi del testo normativo cercando di individuare i parametri fondamentali grazie ai quali risulta possibile la codifica di regole implementabili. Spesso accade che il testo presente nei regolamenti non sia facilmente traducibile in un linguaggio parametrizzabile e, per questo motivo, ci si deve avvalere di alcuni metodi che ne permettono la traduzione. Tra i più noti troviamo: RASE, Tx3, TIO, che vengono combinati tra loro al fine di ottenere il miglior risultato possibile.

Per comprendere a pieno il processo si può fare riferimento allo schema in figura 9.

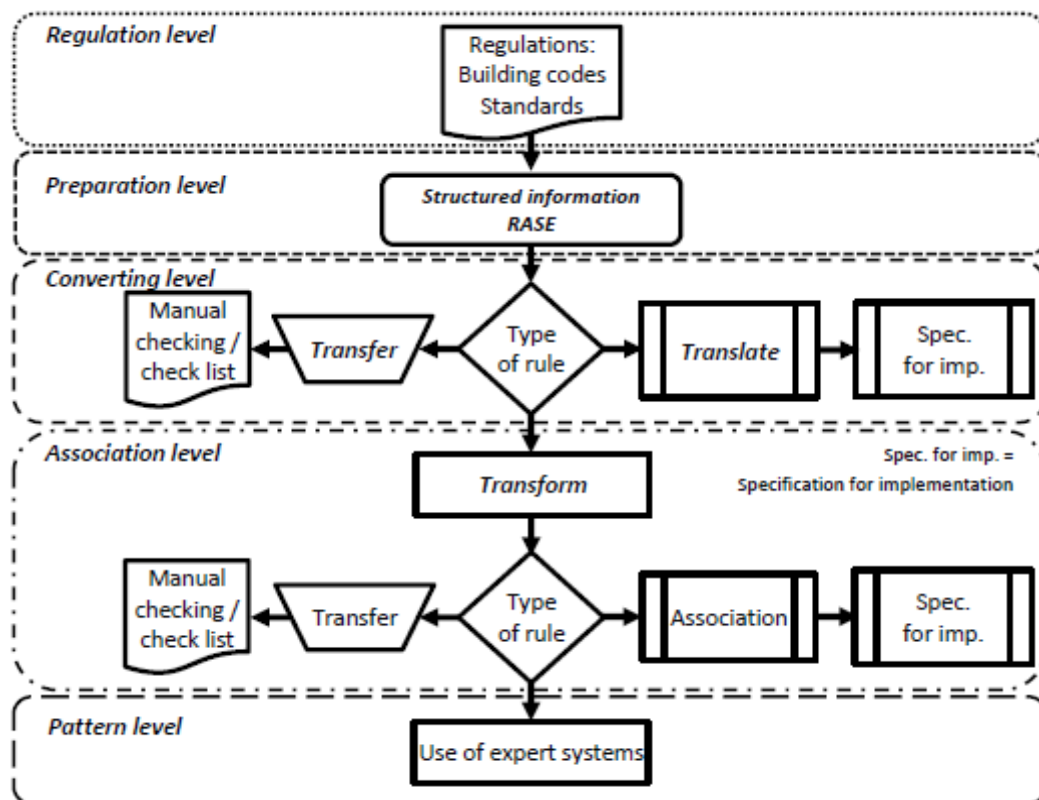


Figura 9 - Processo BMC, (7)

RASE Methodology – Requirement, Applies, Selection and Exceptions

È una metodologia mirata ad identificare i punti chiave all'interno del testo normativo. Quest'ultimi vengono selezionati, classificati ed organizzati schematicamente con lo scopo di semplificare l'elaborazione di regole implementabili attraverso linguaggi di programmazione. Questa suddivisione viene effettuata utilizzando i cosiddetti mark-up color, ovvero operatori sui quali è basata la selezione. Tra questi i più evidenti e facilmente individuabili sono i *requisiti*. In secondo luogo viene identificata l'*applicabilità* del controllo, generalmente definita da una o più frasi presenti all'interno del testo normativo. Casi speciali ma distinti riguardano la *selezione* fra alternative oppure la presenza di più *eccezioni* che, diversamente dall'applicabilità, lavorano per esclusione.





			
Requirement {blue}	Applies {green}	Select {red}	Exception {orange}

Figura 10 - Operatori della metodologia RASE, (7)

Di seguito un esempio:

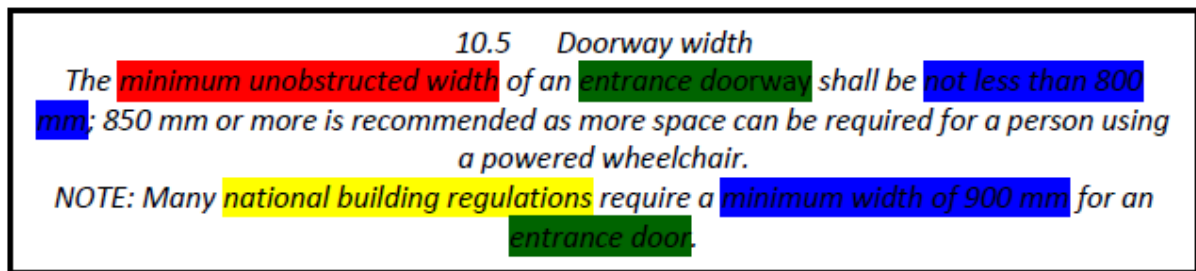


Figura 11 - Mark up del testo normativo, come regolato dalla ISO 21542, (7)

I quattro operatori RASE utilizzati per contrassegnare il testo possono essere visualizzati con i colori relativi agli operatori, fornendo così all'utente una panoramica istantanea di cosa e come sono strutturate le regole.

L'utilizzo della metodologia RASE può servire a diversi scopi: per la specifica di regole derivanti dalle normative, per la programmazione da utilizzare all'interno di software e per la raccolta di database di requisiti.

Tx3 – Transcribe, Transform, Transfer

È una metodologia finalizzata ad esprimere il grado di computabilità della norma in regola. Questa valutazione è necessaria dal momento in cui questo processo è considerato non sempre vantaggioso poiché, se particolarmente complesso, potrebbe accadere che il risultato ottenuto non valga il tempo speso dall'utente.

Consiste nel classificare le regole, basate su dichiarazioni normative o testo normativo in generale, in tre principali categorie:

- Transcribe: classificazione in cui rientrano le indicazioni che possono essere direttamente trascritte (o trasformate) in regole computabili. Spesso questo è il caso di norme prescrittive.
- Transform: istruzioni che possono essere riscritte mantenendo valido lo scopo di applicazione. Spesso, per l'utilizzo di queste categorie di regole, è necessario includere ulteriori vincoli.
- Transfer: comprende le istruzioni che non possono essere implementate a causa del modo impreciso in cui vengono espresse.

Tx3 – Taxonomy of type of rules

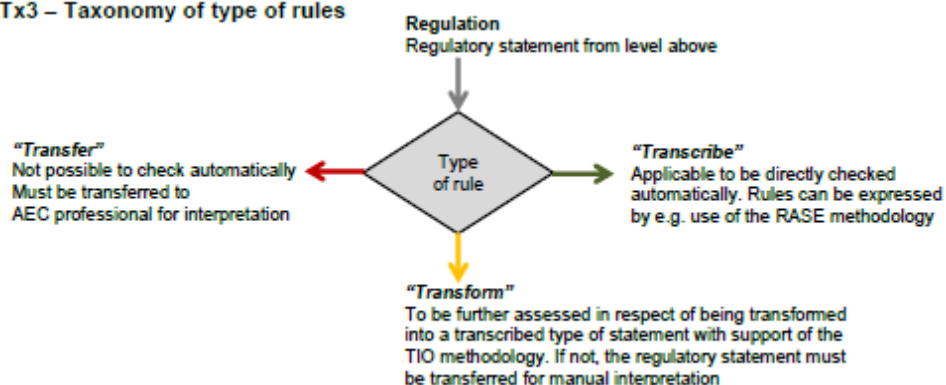


Figura 12 - Tipologie di regole, (7)

TIO – Test Indicator Objectives

Spesso i requisiti più difficili da tradurre risultano essere quelli di tipo qualitativo, perché difficilmente collegabili ad uno schema logico o ad una formula.

L'introduzione di questa metodologia ha l'obiettivo di colmare il divario tra requisiti di tipo qualitativo e quantitativo in modo tale da poter incrementare, per i primi, il grado di digitalizzazione permettendone così l'inserimento all'interno del processo.



Figura 13 - Scopo della metodologia TIO, (7)

Sotto questo punto di vista i requisiti qualitativi non devono essere visti come un ostacolo all'implementazione anzi, devono essere analizzati e trasformati in vista del loro inserimento all'interno delle regole.

3.1.3.2 Building Model Preparation

Questa seconda fase consiste nell'arricchimento del modello con tutto il contenuto informativo necessario per poterlo sottoporre al set di regole stabilito per la sua validazione. Come già accennato in precedenza può accadere che, con l'esportazione del modello in formato interoperabile, alcune

informazioni non vengano salvate e questo potrebbe portare all'inapplicabilità dei controlli successivi. Per far fronte a questa problematica è possibile richiedere l'inserimento dei dati mancanti a posteriori, in modo tale da colmare le mancanze riscontrate ed avere la possibilità di effettuare ugualmente il controllo.

È importante che questo processo si svolga di pari passo all'implementazione delle regole per il Code Checking, in quanto è indispensabile che quest'ultime siano in grado di dialogare con il modello, interpretarne il contenuto e validarne così gli attributi previsti.

3.1.3.3 Rule Execution

È la fase di esecuzione del controllo che prevede l'applicazione del set di regole al modello. Quest'ultime possono essere organizzate in pacchetti, applicabili singolarmente o contemporaneamente, a seconda del dominio di validazione stabilito, che risulterà più o meno arricchito in funzione del livello di dettaglio raggiunto dal modello.

Fondamentale per questa fase è la qualità con cui il software di modellazione è in grado di esportare le informazioni all'interno del formato IFC poiché, nel caso in cui alcuni dati risultassero mancanti, il controllo produrrebbe risultati non attendibili o addirittura non verrebbe nemmeno eseguito.

A supporto di queste problematiche vi è la precedente fase di preparazione del modello in quanto, tanto più essa viene eseguita correttamente tanto minori saranno i problemi riscontrati.

3.1.3.4 Rule Reporting

Rappresenta l'ultima fase del processo iterativo e consiste nell'elaborazione di un report generato direttamente dal software utilizzato. I risultati ottenuti devono essere condivisi ed analizzati da tutti gli attori coinvolti all'interno del processo, in modo tale da poter permettere a ciascuno di essi la revisione del modello, sia singolarmente che in team.

A questo proposito i report vengono salvati in un formato aperto chiamato BIM Collaboration Format (BCF), che offre la possibilità di essere importato e letto dal software di modellazione svolgendo la funzione di supporto ai progettisti durante la fase di revisione delle parti non validate.

3.2 Formato Industry Foundation Classes (IFC)

Attualmente l'unico standard internazionale completo per l'interoperabilità BIM è il formato IFC, scritto utilizzando il linguaggio EXPRESS e normato dalla ISO 16739. È un formato dati aperto, neutro ed interoperabile, pensato in riferimento alla codifica di modelli informativi tridimensionali.

Viene definito aperto in quanto può essere implementato da chiunque; neutrale in quanto il suo sviluppo non è controllato da nessuna società, azienda o ente specifico; interoperabile poiché consente a tutti gli attori del processo di comunicare informazioni tramite un linguaggio comune, letto e scritto da qualsiasi applicativo utilizzato.

L'iniziativa IFC nasce nel 1994, quando un consorzio industriale investì nella realizzazione di un apposito codice informatico in grado di supportare lo sviluppo di applicazioni integrate; dodici società statunitensi aderirono al consorzio, che prese il nome di "Industry Alliance for Interoperability". Da allora l'IFC si è evoluto in maniera progressiva fino ad arrivare all'ultima versione (IFC4).

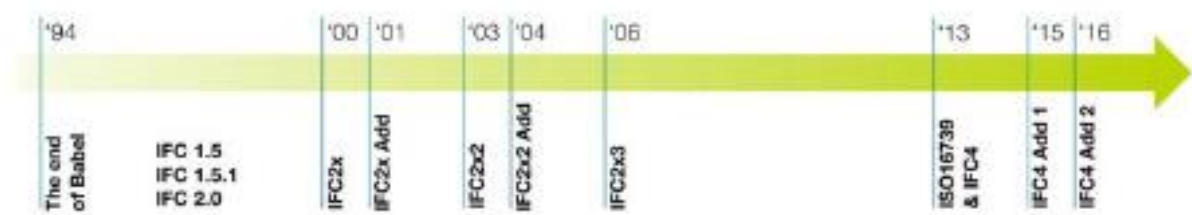


Figura 14 - Evoluzione dello standard IFC

Nel corso dell'evoluzione ci sono state sei versioni principali di IFC: IFC 1.5.1, IFC 2.0, IFC 2x, IFC 2x2, IFC 2x3 ed IFC 4. Fin dal rilascio di IFC 2x il nucleo dello standard è rimasto invariato: si può notare l'aggiunta di relazioni e classi utili per racchiudere la maggior parte delle informazioni possibili. Questo è stato, nel corso del tempo, un grande pregio poiché le case produttrici potevano adeguarsi alle novità senza stravolgere l'esistente.

Come intuibile dal logo di IFC in figura 15, secondo buildingSMART, questo formato è lo strumento principale per la realizzazione dell'Open BIM, "il quale rappresenta un approccio universale alla collaborazione per la progettazione e la costruzione degli edifici basati su standard e flussi di lavoro aperti" (8).



Figura 15 - Logo IFC

A questo proposito tutti i principali software che utilizzano la tecnologia BIM includono l'opzione di esportazione in formato IFC grazie alla quale ad ogni oggetto sono associate informazioni riguardanti:

- Nome
- Tipo di oggetto
- Sezione (geometria)
- Volume e superficie
- Posizione
- Materiale
- Caratteristiche meccaniche

Oltre alle informazioni di carattere geometrico IFC porta con sé informazioni relative ai componenti dell'intero edificio, alle loro proprietà fisiche e alle loro relazioni (spaziali e non) inserite all'interno del modello durante la fase di progettazione.

Queste informazioni vengono riportate sotto forma di stringhe all'interno delle quali, per ciascuna entità, vengono riportati i campi necessari e tutte le entità a cui a sua volta fa riferimento.

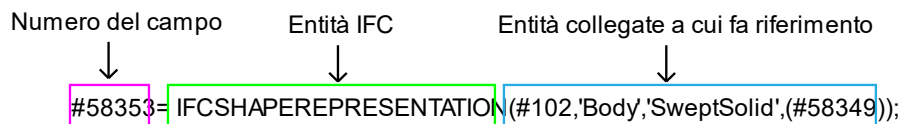


Figura 16 - Esempio di campo IFC

Il ruolo fondamentale di questo formato è quello di facilitare e migliorare la comunicazione facendo da tramite fra le piattaforme di modellazione e i software per l'analisi energetica, dei costi, degli impianti e di validazione (figura 17).

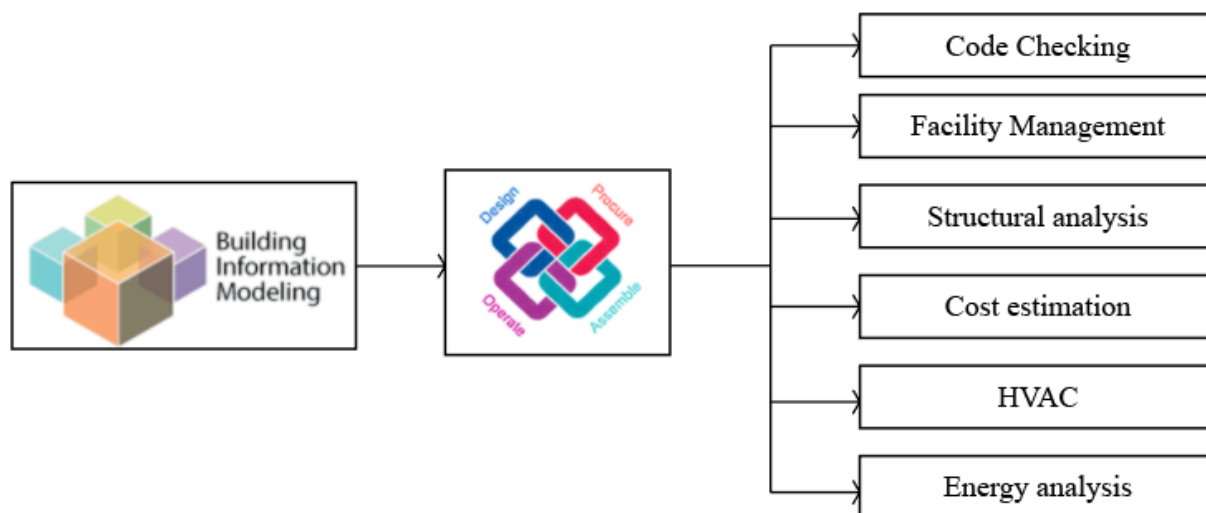


Figura 17 - Interoperabilità del formato IFC

3.2.1 Struttura e dominio IFC

La struttura del database dell'IFC deriva dal formato STEP, descritto nella norma ISO 10303-11.

Il formato IFC ha quattro differenti livelli:

- Domain Layer: è il livello più alto e contiene le entità che fanno riferimento alle diverse discipline appartenenti al settore delle costruzioni, come la gestione, gli elementi strutturali, impiantistici e così via descrivendo tutte le entità di un dominio specifico.
- Interoperability Layer: riguarda l'interoperabilità e lo scambio di dati tra le applicazioni infatti questo livello definisce entità che vengono comunemente utilizzate e condivise tra i vari attori nei diversi campi. Ad esempio, il modello di dati "IfcSharedBuildingElements" contiene entità come "IfcWall", "IfcWindow", "IfcDoor", "IfcSlab" ed "IfcFloor".
- Core Layer: è il terzo livello dell'architettura dell'IFC e rappresenta il modello di dati "IfcKernel". Contiene il nucleo e l'estensione del nucleo, che definisce le entità e le radici per tutte le classi definite al livello più alto. L'entità più astratta definita in questo livello è "IfcRoot", che contiene i costrutti generali all'interno del modello di dati del kernel come "IfcObject", "IfcProperty" e "IfcRelationship".

- **Resource Layer:** definisce le proprietà per tutte le risorse utilizzate nelle classi di livello superiore, come quantità, tempo e costo. Questo livello è costituito da diversi modelli di dati ciascuno dei quali viene utilizzato dagli strati dei livelli più alti per assegnare valori e attributi al tipo predefinito. Ad esempio, il modello di dati “IfcGeometryResource” contiene i concetti di “IfcPlane” ed “IfcCircle”.

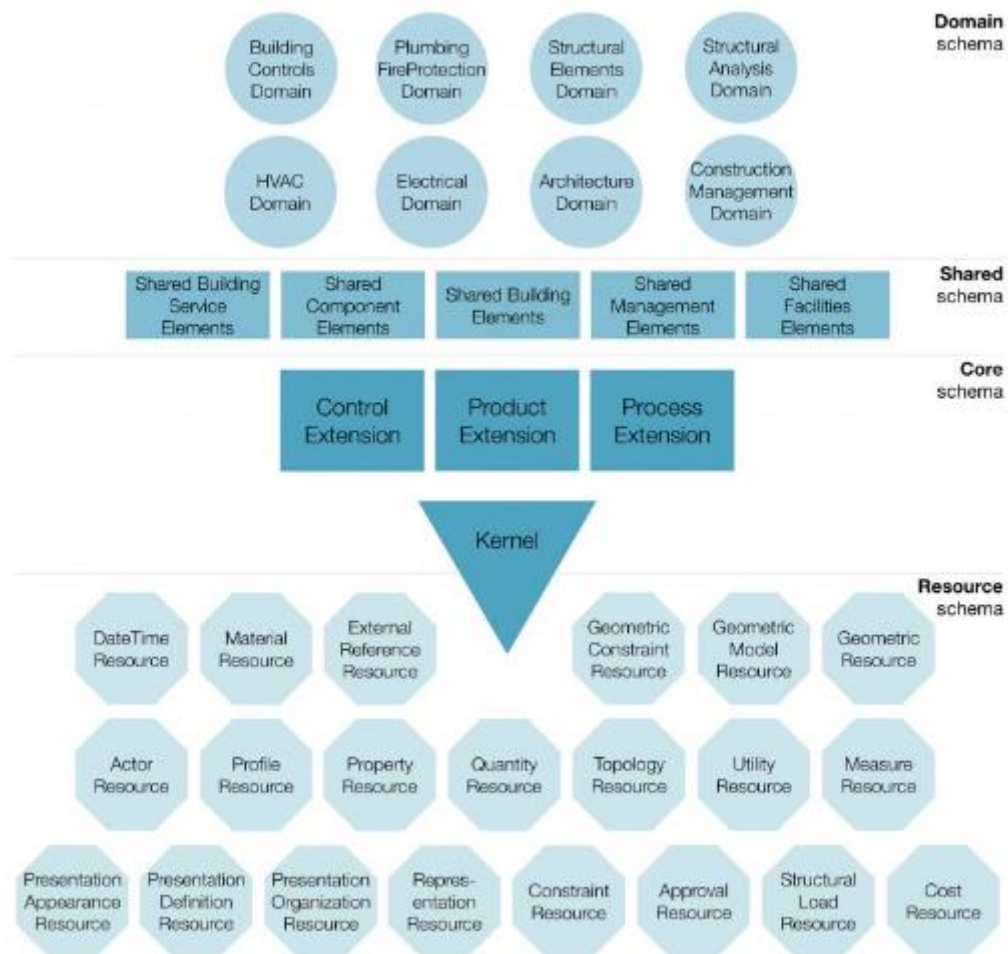


Figura 18 - Modello di dati IFC, sito buildingSmart

Per esempio un elemento BIM "muro", nella codifica di interscambio IFC, viene descritto come segue:



Figura 19 - Esempio di gerarchia dei livelli nel formato IFC (9)

Ogni livello dell'albero introduce differenti attributi e relazioni all'elemento "Muro". IfcRoot assegna un codice identificativo all'oggetto mentre IfcObjectDefinition identifica la struttura dello stesso. IfcProduct codifica la posizione dell'oggetto implementando anche le informazioni sulla forma del prodotto. IfcElement descrive le relazioni che sussistono tra l'oggetto in esame ed eventuali altri elementi afferenti. Nel caso del "Muro" è possibile che l'oggetto sia collegato ad un secondo elemento come un infisso o che la connessione con terze parti generi una superficie d'ambiente, noto come "locale", identificabile da attributi analitici come superfici e volume.

3.2.2 Vantaggi e problematiche nell'utilizzo di un formato IFC

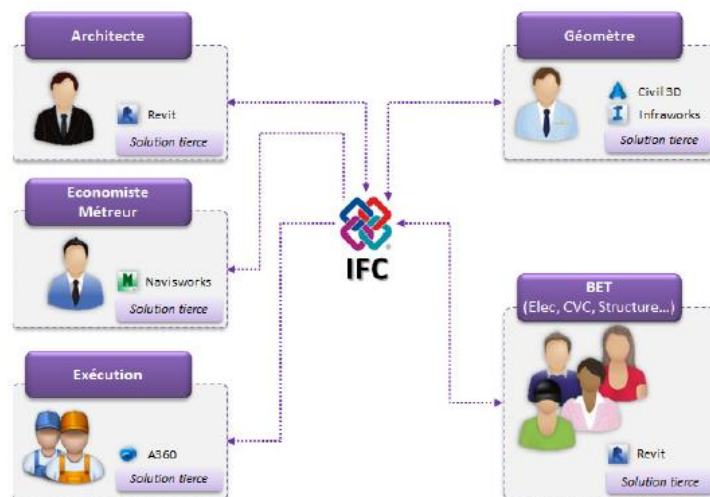


Figura 20 - Flusso IFC, (3)

Il BIM offre un notevole vantaggio: la collaborazione. Ciò che avveniva nel recente passato consisteva in uno scambio per mezzo di formati come DWG o DXF che però portavano con sé alcune

problematiche. Ciò che avviene oggi tramite il formato IFC è la possibilità di poter lavorare in una piattaforma multidisciplinare in cui, tutti i soggetti coinvolti, possono eseguire una serie di operazioni in maniera collaborativa preservando geometria, proprietà dei materiali, topologia degli oggetti e prestazioni dei componenti.

Si ha come risultato un modello collaborativo che porta con sé una considerevole riduzione dei tempi di costruzione, di costi ed errori progettuali, ed un notevole miglioramento nella produzione dei componenti e nel calcolo delle prestazioni degli edifici. Per raggiungere in modo soddisfacente questi obiettivi è necessario poter contare su una totale collaborazione, secondo la quale ciascuno esporta il suo modello che verrà poi unito con quelli provenienti da tutte le altre discipline, creando così il cosiddetto Merge Model (figura 21).

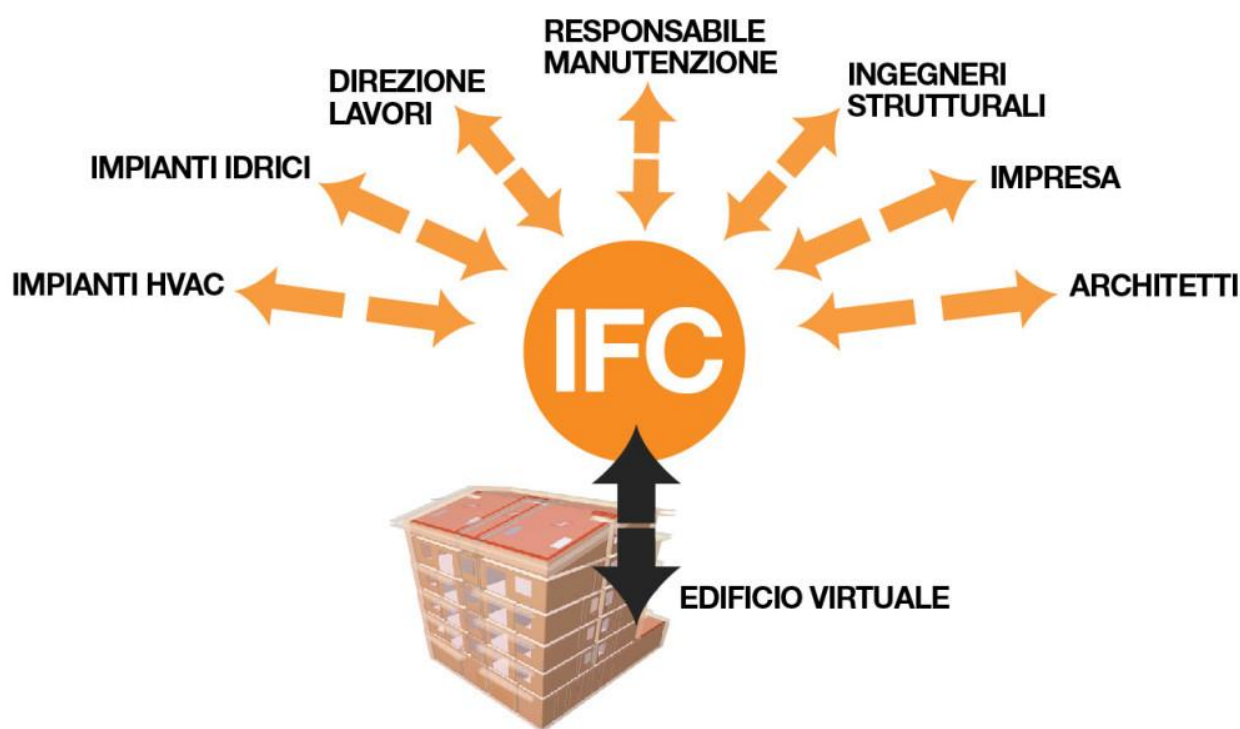


Figura 21 - Creazione del modello multidisciplinare, Merge Model (10)

Sotto questo punto di vista il modello così ottenuto non servirà soltanto per le fasi operative, ma anche per la successiva fase di gestione, con possibilità di ulteriori ampliamenti.

Quello che stiamo vivendo è una fase di transizione all'interno della quale le aziende devono cercare di imparare ad usare i nuovi strumenti disponibili sul mercato, di puntare sempre di più all'interoperabilità e alla collaborazione con tutte le altre figure coinvolte nel processo. Mirando a questa condizione i progettisti incontrano notevoli difficoltà: uno dei principali problemi risiede nei

passaggi di importazione/esportazione del file in formato IFC e nella successiva re-importazione/esportazione dal/nel software utilizzato. Questo è legato alla possibile perdita di informazioni durante il passaggio di formato, cosa che dovrebbe accadere affinché l'utilizzo di questo abbia il futuro previsto. Per questa ragione buildingSMART ha istituito un sistema di certificazione dei software rispetto alla loro capacità di dialogare con questo standard. Ciascun software infatti deve garantire il rispetto ad una specifica Model View Definition (MVD), ovvero un sottoinsieme di IFC visto come un filtro alle informazioni contenuto nel modello. Nel caso delle certificazioni IFC, la MVD utilizzata come criterio è la Coordination View 2.0, ed è identica per tutti i software. Nonostante ciò, si nota che questa certificazione non assicura un risultato positivo poiché, sebbene in ciascun software troviamo le voci “importa IFC” ed “esporta IFC”, non è detto che ci sia corrispondenza fra il contenuto del modello originale e quello importato o esportato.

Questo richiede le competenze necessarie per inserire manualmente i campi che non vengono compilati in automatico. Questo può essere fatto sia dal software di modellazione sia aprendo in formato di testo il file IFC aggiungendo la stringa corrispondente all'entità che si desidera esportare. Questo passaggio porta con sé notevoli difficoltà legate al fatto che sono pochi attualmente gli utenti a conoscere nel dettaglio la struttura di questo formato, e questo fa sì che la maggior parte dei soggetti ignorino l'incompletezza del file o non sappiano intervenire.

4 Il caso studio

Il lavoro condotto ha come obiettivo la validazione del modello in esame attraverso un processo iterativo che, partendo dalla fase di modellazione, arriva alla validazione. Il metodo adottato procede per step utili a rilevare errori, a correggere il modello ed interpretare criticamente i risultati ottenuti. Per il raggiungimento degli scopi prefissati risulta necessaria una prima fase preliminare all'interno della quale viene valutato lo stato di sviluppo del modello, provvedendo all'aggiunta degli elementi indispensabili al controllo. Tra questi si rileva la completa mancanza dell'armatura all'interno degli elementi strutturali quali pilastri, travi e cordoli. Quando il modello risulta completo viene esportato nel formato interoperabile IFC, necessario per l'importazione del progetto all'interno del software di validazione che stabilirà, a seconda del risultato dei controlli, se il modello necessita di modifiche o integrazioni. La metodologia di lavoro risulta iterativa in quanto, nel caso in cui il modello non soddisfi i requisiti richiesti, è necessario ritornare alla fase preliminare di modellazione ed adeguarne il contenuto.

4.1 Metodologia

La metodologia adottata vede da un lato l'utilizzo dei software Revit 2017 e BIMInside per la parte di modellazione e verifica, dall'altro lo sviluppo delle regole che rappresentano il dominio di validazione del modello.

Queste due macro fasi interagiscono fra loro in quanto una lettura sbagliata del modello o eventuali altri errori implicano una revisione del codice delle regole, il quale deve essere in grado di ricevere, rappresentare e codificare qualunque tipo di elemento.

Anche se nel caso in esame il programma di modellazione è noto a priori, il programma di validazione deve poter leggere qualunque file IFC proveniente da programmi diversi. Questo prevede una lunga fase di test che rendono l'algoritmo in grado di gestire la maggior parte delle casistiche possibili. Tutto questo sembrerebbe contraddire quanto detto nei capitoli precedenti riguardo le caratteristiche del formato interoperabile utilizzato, il quale dovrebbe essere normato e quindi esportato allo stesso modo qualunque sia il software utilizzato.

Questo in realtà non è ancora possibile, soprattutto per quanto riguarda le relazioni fra gli elementi coinvolti, e questo necessita che al codice vengano sottoposti modelli provenienti da software diversi in modo da gestire il maggior numero di casi possibili.

Il risultato che si ottiene applicando questa metodologia è raccolto in più report contenenti tutti gli elementi sottoposti al controllo, accanto ai quali viene indicato se l'elemento risulta verificato o meno.

I report prodotti sono di due tipi:

- Report HTML: necessario per elencare univocamente (tramite il GUID univoco di ciascuna entità) tutti gli elementi sottoposti al dominio di validazione, indicandone l'eventuale non conformità al testo normativo;
- Report con BCFier: tramite questo programma si è in grado di gestire, sia graficamente che testualmente, errori ed interferenze riscontrate che vengono esportate nel formato BCF (BIM Collaboration Format) e trasmesse al progettista in allegato al modello.

In figura 22 viene riportato uno schema metodologico utile a chiarire come interagiscono fra loro i vari step.

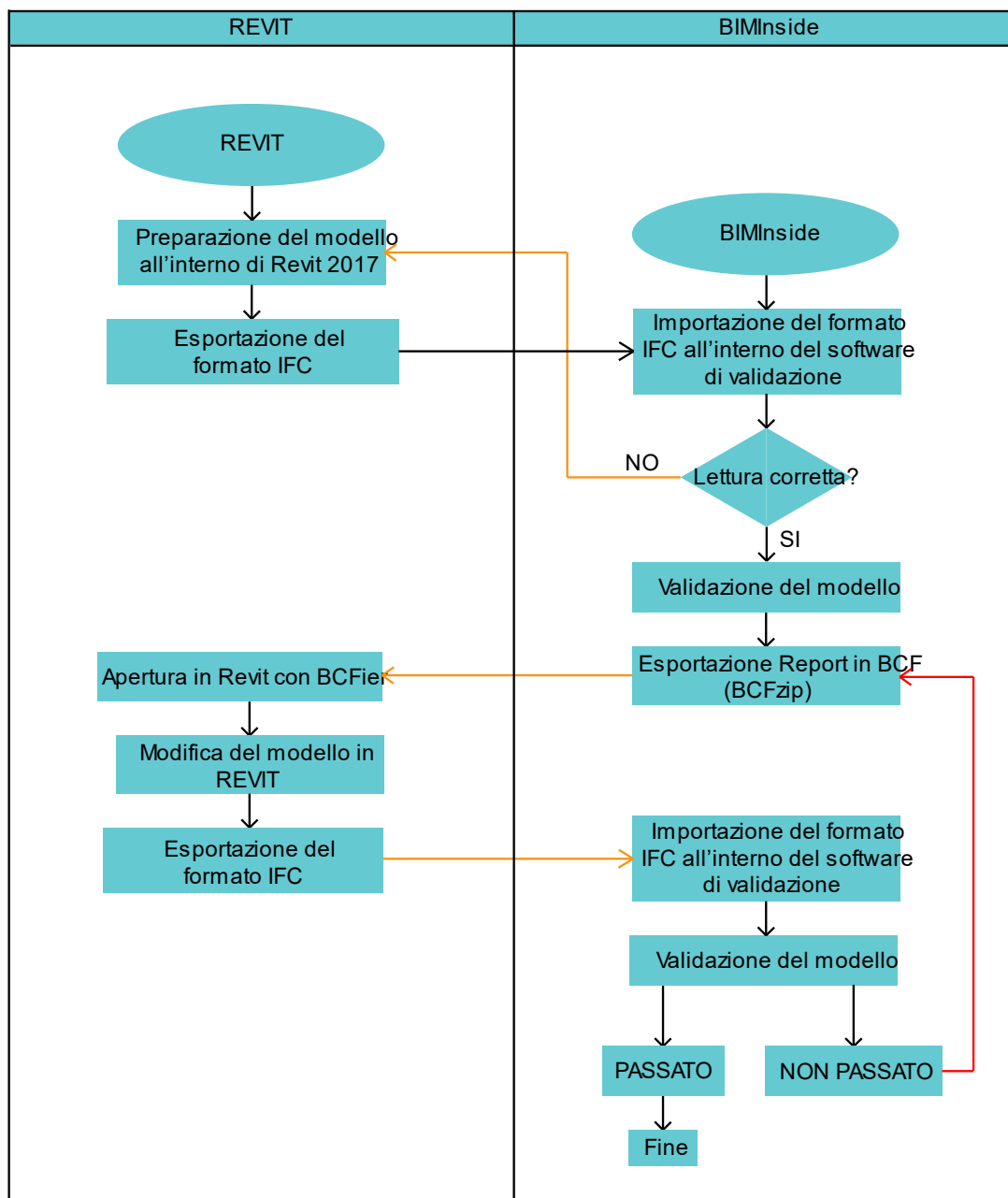


Figura 22 - Flusso di lavoro

La fase di elaborazione delle regole necessita, come requisito preliminare, uno studio dettagliato del formato IFC del quale vengono esaminati approfonditamente i principali campi nei quali vengono salvate informazioni geometriche ed alfanumeriche da utilizzare come input. Data la complessità di questo formato questo passaggio richiede un notevole impiego di tempo e risorse.

In parallelo viene esaminato il testo normativo dal quale vengono estrapolati, tramite un'attenta analisi, i requisiti da soddisfare.

Il passaggio dal testo normativo al vero e proprio codice vede come step intermedio l'elaborazione di diagrammi (flow-chart) da utilizzare come riferimento schematico nella fase di scrittura del codice delle regole. Quest'ultima richiede l'utilizzo di un ambiente di sviluppo integrato, Visual Studio, il quale supporta diversi linguaggi di programmazione. Nel caso in esame si è scelto di utilizzare come linguaggio Visual Basic.net il quale, essendo orientato ad oggetti, permette di sfruttare relazioni come quella di ereditarietà, indispensabili per la schematizzazione dei dati IFC.

Anche questa fase risulta iterativa in quanto, nel caso in cui il test di validazione della regola risulti negativo, è necessario riformulare o modificare il codice e ripetere i test.

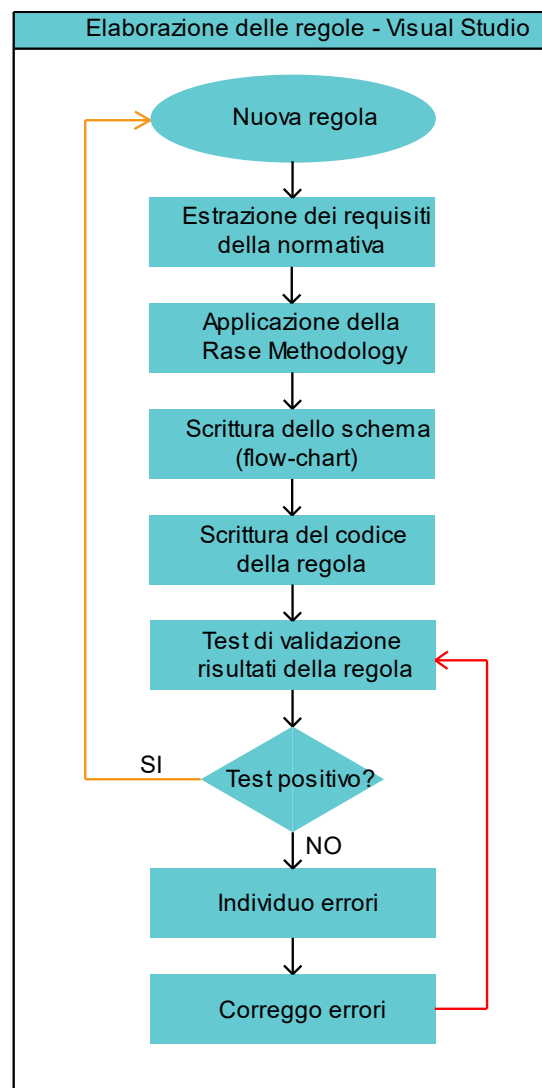


Figura 23 - Schema processo di implementazione delle regole

4.2 Modellazione ed esportazione

Data la consistenza del progetto in esame si è deciso di focalizzare l'attenzione sul piano ottavo dell'edificio. Quest'ultimo presenta una pianta di forma quadrata di lato 45 metri ed altezza di 4.30 metri. Lo schema strutturale, regolare, prevede un nucleo centrale composto da setti in cemento armato che occupano un'area di circa 30 x 18 metri, all'interno dei quali viene garantito il collegamento verticale grazie alla presenza di scale ed ascensori. I pilastri perimetrali sono costituiti da uno scatolare in acciaio riempito con calcestruzzo ad alte prestazioni. Anche il solaio, costituito da travi metalliche e lamiere grecate con getto collaborante, adotta la stessa tipologia mista dei pilastri.

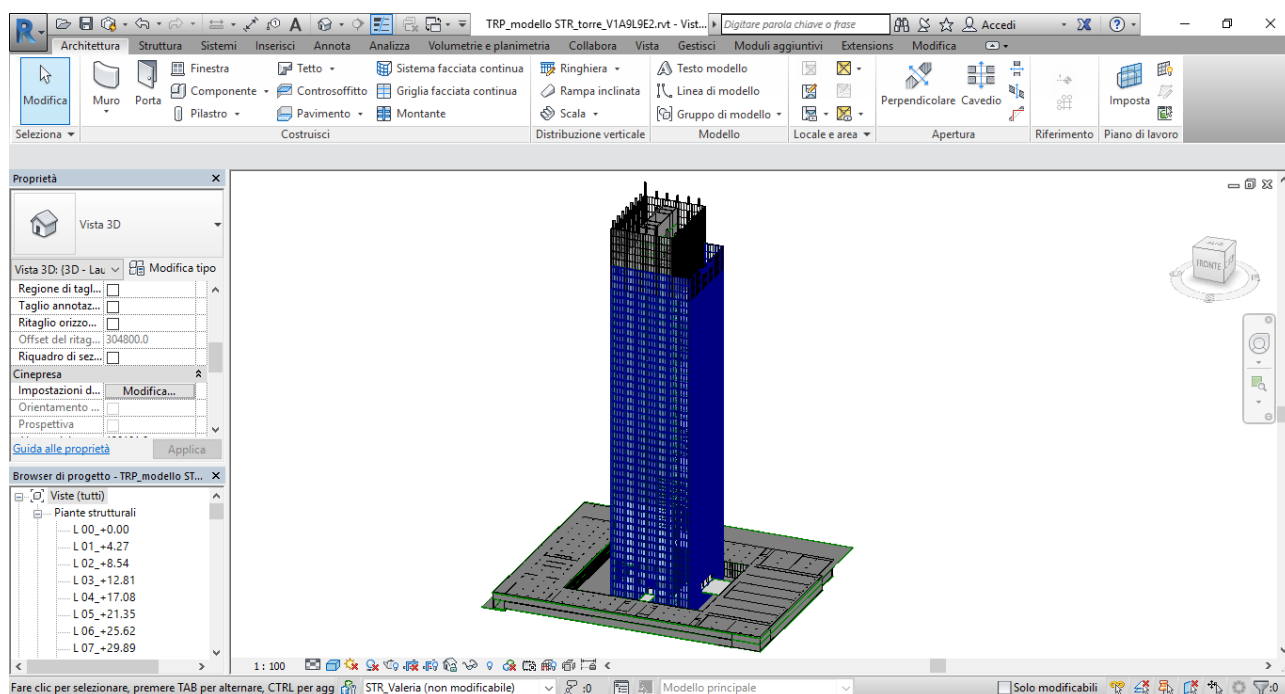


Figura 24 - Modello in Revit 2017, Grattacielo Regione Piemonte

Il modello fornito risulta privo di armatura pertanto, in vista della successiva validazione, si provvede all'aggiunta dell'armatura prevista, in particolare vengono dettagliati i pilastri del livello 08 e le travi del livello 09.

Infine si procede all'esportazione in formato IFC 2x3, Coordination view 2.0.

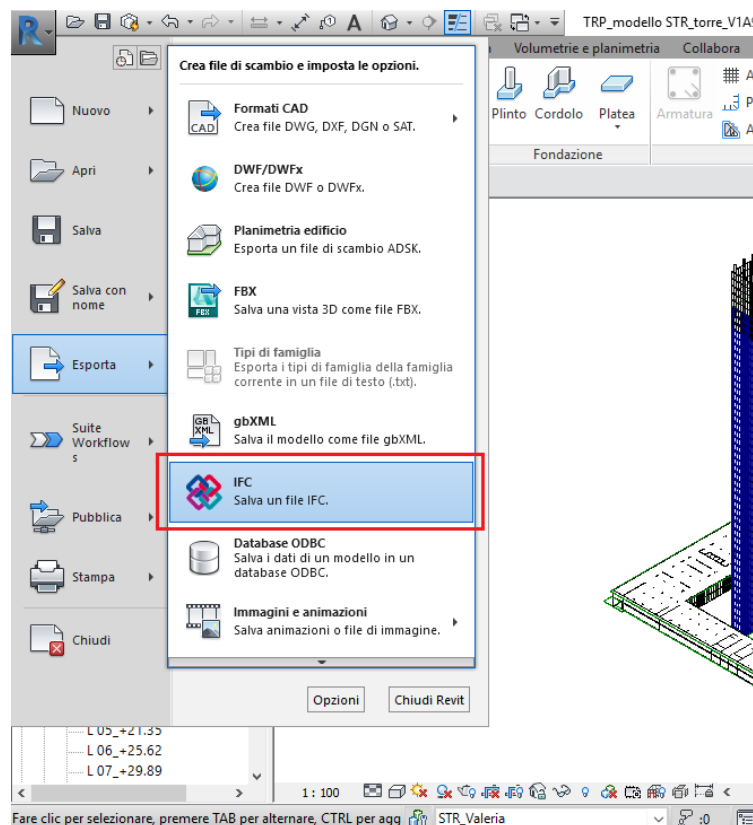


Figura 25 - Esportazione del formato IFC, Revit 2017

4.3 Studio del formato IFC

Per poter utilizzare all'interno delle regole le entità derivanti dal formato IFC è stato necessario analizzare come vengono esportati i principali elementi presenti all'interno del modello.

Come noto il formato IFC elabora geometrie, informazioni e relazioni, spaziali e non, presenti all'interno del file di origine, salvando nel corrispondente campo di appartenenza ogni singola voce. Gli oggetti da utilizzare risultano così organizzati e classificati in modo tale da poter essere richiamati. Per l'applicazione delle regole di controllo sono state analizzate soltanto entità utili allo scopo con particolare attenzione alle relazioni che intercorrono fra esse.

I controlli implementati sono di natura strutturale per questo motivo gli elementi su cui si è focalizzata l'attenzione risultano essere: travi, pilastri, solai, muri ed armature.

IFC definisce un modello entità-relazione basato su EXPRESS composto da enti organizzati in maniera gerarchica e basati su oggetti (esempi di entità sono elementi costruttivi come ad esempio IfcBeam, elementi geometrici come IfcExtrudedAreaSolid e costrutti di base come IfcCartesianPoint).

A livello più astratto IFC suddivide tutte le entità in “radicate” e “non radicate”. Le prime hanno origine da IfcRoot e portano con sé il concetto di identità ed attributi, come ad esempio nome e descrizione. Le altre non possiedono un’identità ed esistono soltanto se vi si fa riferimento.

Possiamo definire IfcRoot come il “macro contenitore” di tre concetti astratti: definizioni di oggetti, relazioni e insiemi di proprietà:

- IfcObjectDefinition: cattura tipi di oggetti materiali;
- IfcPropertyDefinition: cattura caratteristiche e proprietà che possono essere assegnate all’oggetto;
- IfcRelationship: cattura tutte le relazioni possibili fra gli oggetti IFC.

All’interno del suddetto campo IfcObjectDefinition, procedendo lungo la gerarchia, possiamo individuare gli elementi strutturali a cui si è fatto riferimento (vedi figura 26), il cui ruolo e funzione vengono riassunti all’interno della tabella 1.

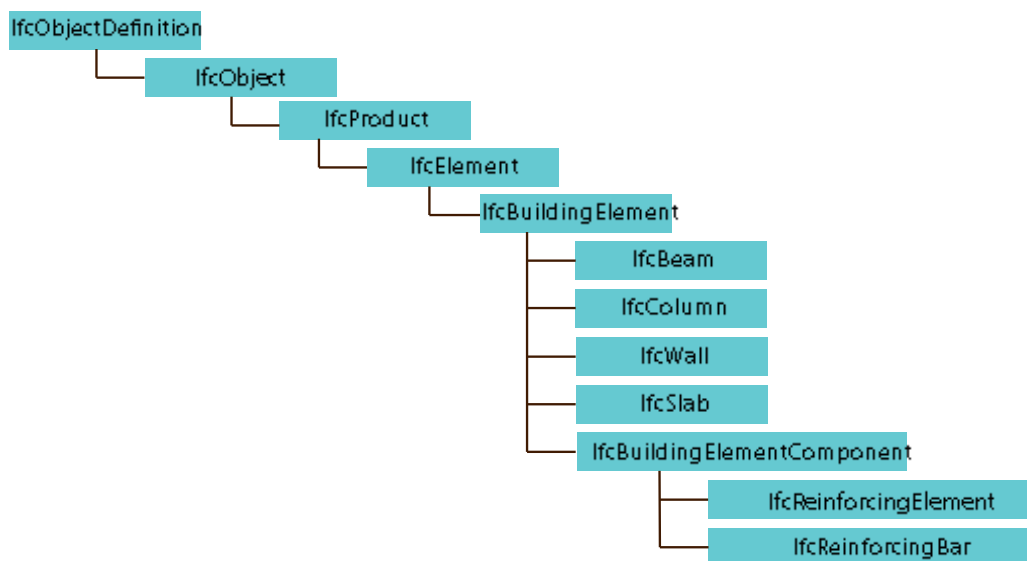


Figura 26 - Gerarchia oggetti formato IFC

Tabella 1 - Principali entità del formato IFC

Modello	Entità IFC	Descrizione del modello
Sito	IfcSite	<p>Può includere una definizione del punto di riferimento geografico, unico (posizione globale con la longitudine, la latitudine e l'altitudine) e può specificare una posizione esatta globale dell'origine del posizionamento locale di IfcSite</p> <p>Il posizionamento geometrico del sito, definito da IfcLocalPlacement, deve essere sempre relativo all'elemento della struttura spaziale in cui questo sito è incluso oppure assoluto nel sistema di coordinate mondiale</p>
Edificio	IfcBuilding	<p>L'edificio è utilizzato per fornire un elemento di base all'interno della struttura gerarchica spaziale per i componenti di un progetto edilizio (insieme a IfcSite, IfcBuildingStorey ed IfcSpace). Un edificio è (se specificato) associato a un sito e può comporsi di diversi edifici collegati o disconnessi o decomposto in parti verticali, in cui ciascuna definisce una sezione di costruzione. Questo è definito dall'attributo IfcSpatialStructureElements</p>
Piano	IfcBuildingStorey	<p>Un piano è (se specificato) associato ad un edificio e può attraversare diversi piani collegati. Un piano può anche essere decomposto in parti (orizzontali), in cui ogni parte definisce un piano parziale. Questo è definito dall'attributo IfcSpatialStructureElements</p>
Spazio	IfcSpace	<p>Uno spazio è (se specificato) associato ad un piano di un edificio (o in caso di spazi esterni ad un sito). Uno spazio può attraversare più spazi collegati o può anche essere scomposto in parti in cui ciascuna definisce uno spazio parziale, definito dall'attributo IfcSpatialStructureElements</p>

Prodotti	IfcProduct	Include oggetti forniti o creati. Oltre ai prodotti fisici (all'interno del sottotipo IfcElement) e agli oggetti spaziali (all'interno del sottogruppo IfcSpatialStructureElement), IfcProduct include anche elementi non fisici che si riferiscono a contesti geometrici o spaziali quali griglia, porta, annotazioni ed azioni strutturali
Trave	IfcBeam	Membro strutturale orizzontale o quasi orizzontale al quale vengono associate dimensioni, materiale, posizione e funzione portante o non
Pilastro	IfcColumn	Membro strutturale verticale che spesso è allineato con un'intersezione di griglia strutturale. Può essere verticale, o quasi verticale e viene associato a proprietà come dimensioni, materiale, posizione
Solaio	IfcSlab	È un componente che normalmente racchiude uno spazio. Può fornire supporto inferiore (pavimento) o superiore (tetto) in qualsiasi spazio in un edificio. Va notato che solo la parte centrale o costruttiva è considerata una lastra poiché la finitura superiore (pavimenti, coperture) e la finitura inferiore (soffitto, soffitto sospeso) sono considerati come rivestimenti.
Muro	IfcWall	La parete rappresenta una costruzione verticale che limita o suddivide gli spazi. I muri sono di solito elementi verticali o quasi verticali, piani, spesso progettati per sopportare carichi strutturali.
Armatura	IfcReinforcingBar	Indica tutte le armature presenti. La rappresentazione geometrica standard di IfcReinforcingBar viene definita con la rappresentazione SweptSolid secondo la quale il solido è formato da una sezione trasversale approssimata come un disco circolare spazzato lungo qualsiasi curva arbitraria

Ciascun elemento è suddiviso gerarchicamente a seconda del progetto di appartenenza, del sito, dell'edificio, e del livello (piano) tramite le seguenti entità: IfcProject, IfcSite, IfcBuilding, IfcBuildingStorey connessi fra loro tramite la relazione IfcRelAggregates (figure 27 e 28).

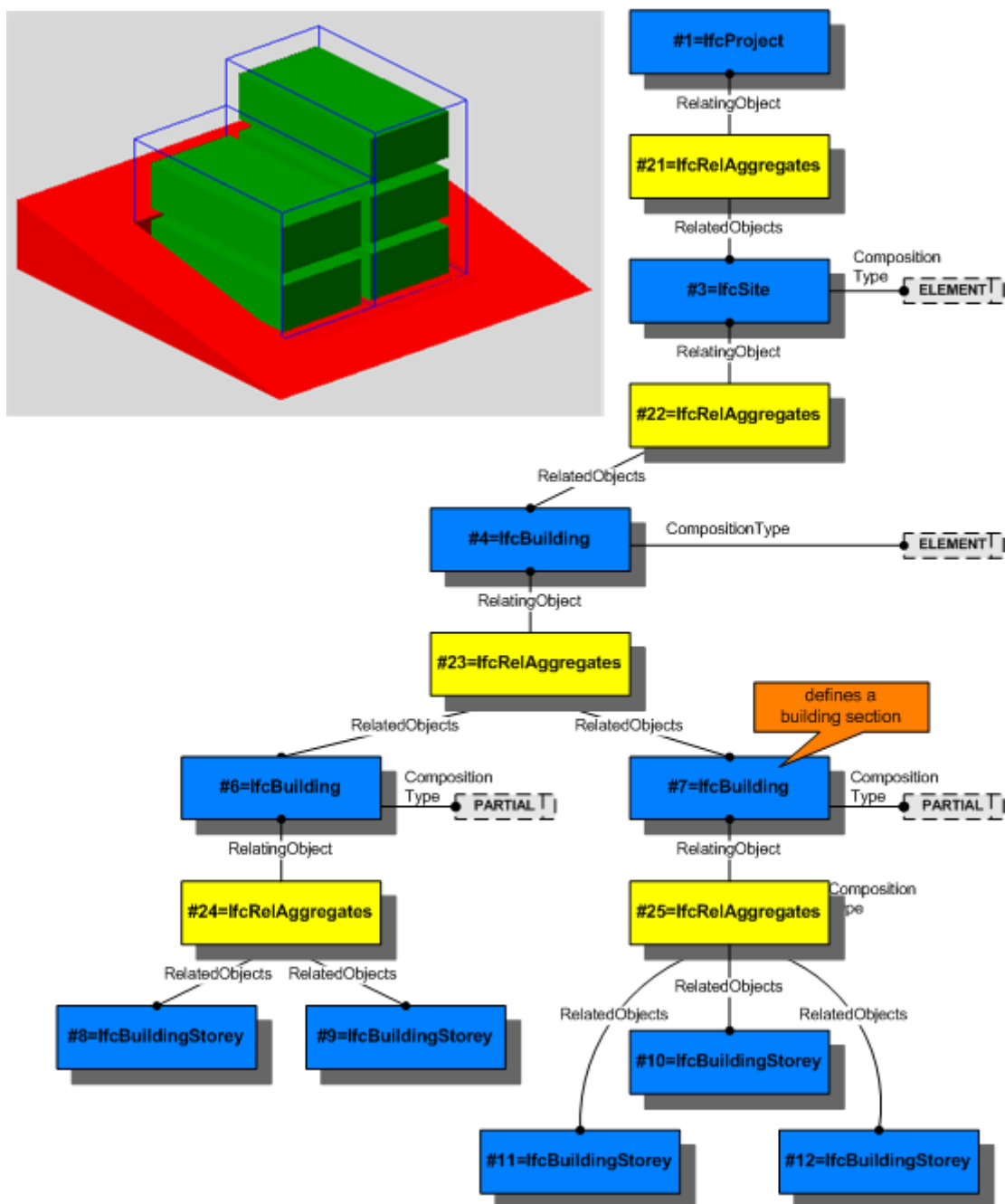


Figura 27 - Schema Express-G, buildingSMART

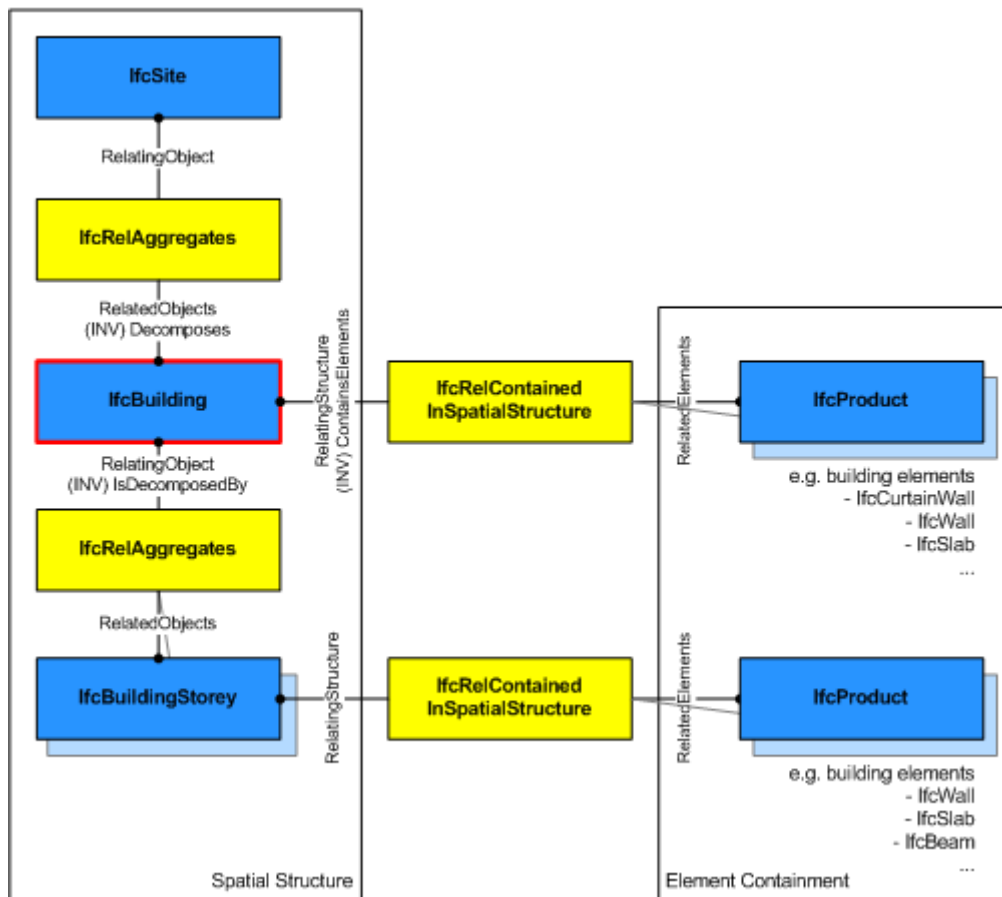


Figura 28 - Schema Express-G, buildingSMART

Esiste un altro tipo di relazione utilizzata per gli oggetti, IfcRelationship, in grado di stabilire cinque tipi di rapporti fondamentali tra essi: composizione, assegnazione, connettività, associazione e definizione.

- IfcRelDecomposes: cattura un rapporto “parte di un tutto”;
- IfcRelAssigns: cattura i rapporti di assegnazione in cui un oggetto consuma i servizi di un altro oggetto;
- IfcRelConnects: indica la connessione fra più oggetti;
- IfcRelAssociates: indica i riferimenti esterni di un oggetto, nel caso ad esempio in cui vi sia una libreria esterna;
- IfcRelDefines: indica una relazione fra una specifica informazione ed un oggetto.

Per l'assegnazione delle proprietà a ciascun oggetto è possibile fare riferimento alla voce `IfcPropertyDefinition` in particolar modo a:

- `IfcPropertySet`: che rappresenta un insieme di proprietà associate ad un evento o ad un tipo di oggetto;
- `IfcPropertySetTemplate`: che rappresenta definizioni relative alla tipologia dei dati.

Infine ciascun oggetto necessita di essere orientato univocamente nello spazio e per questo ciascuno di essi deve necessariamente possedere un sistema di riferimento. Mentre nel modello originale ciascuno di questi elementi è orientato nello spazio grazie ad un sistema di coordinate globali, con l'esportazione in formato IFC, ogni elemento possiede un sistema di riferimento locale le cui coordinate sono descritte rispetto ad un altro sistema di riferimento locale di un altro elemento che, a sua volta, avrà coordinate riferite ad un sistema di riferimento locale di un altro elemento ancora. Questo accade per tutti gli elementi, fino ad arrivare al sistema di riferimento globale.

Anche l'orientamento degli oggetti prevede perciò una struttura gerarchica, infatti il sistema di coordinate di ciascun oggetto deve essere associato ad un'altra precisa terna di assi.

A questo proposito troviamo la voce `IfcLocalPlacement` che indica il posizionamento rispetto ad una gerarchia di elementi.

4.4 Dalla normativa alle regole automatizzabili

Le fasi del controllo di conformità descritte nel caso studio oggetto di questa tesi sono in linea con quanto precedentemente descritto. Il processo di controllo e validazione è strutturato in quattro fasi principali: (a) interpretazione delle regole, (b) Preparazione del modello, (c) Esecuzione del regolamento e (d) Generazione del report dei risultati.

La trasformazione della normativa in regole ha inizio con la comprensione delle informazioni e delle richieste presenti all'interno del testo. La vera e propria conversione avviene attraverso due fasi significative:

- Estrazione della struttura logica delle regole
- Estrazione dei dati richiesti dal testo della normativa

L'estrazione della struttura logica è importante perché può accadere che una singola dichiarazione richieda l'implementazione di più di una regola. Allo stesso modo è importante capire quali sono i dati di cui si necessita per determinare se è possibile la conversione dei regolamenti in dichiarazioni logiche comprensibili dalla macchina.

Durante la fase di traduzione occorre concentrarsi su due aspetti: il primo riguarda le condizioni necessarie all'applicazione il secondo le proprietà su cui viene applicata.

I regolamenti possono essere classificati in: verificabili, non traducibili, ambigui e altri. I primi sono direttamente traducibili in linguaggio comprensibile alla macchina, i secondi al contrario non sono traducibili utilizzando concetti di logica. Le regole ambigue sono quelle che non esprimono con precisione assoluta il requisito da soddisfare poiché contengono parole come vicino, lontano ed altre ancora, difficili da tradurre oggettivamente. Tutte le altre infine comprendono quelle applicabili ad un certo livello di dettaglio del progetto ma non ad un altro, perché ad esempio richiedono informazioni troppo dettagliate per la fase in cui ci si trova.

Per la conversione del testo normativo in dichiarazioni logiche automatizzabili ci si appoggia alla già citata RASE Methodology. Grazie a quest'ultima vengono messi in evidenza i "requisiti" a ciascuno dei quali corrisponde un controllo, implementato all'interno della regola, applicato in condizioni prestabilite ed a determinati oggetti quali travi, pilastri ed altri.

Per procedere con il controllo è necessario determinare quali sono gli elementi in gioco e questo viene fatto utilizzando gli altri tre operatori RASE: (Applicabilità (A), Selezione (S) ed Eccezioni (E)).

Quest'ultimi permettono di chiarire in maniera ancora più specificativa quali tra gli oggetti facenti parte di una categoria o di un insieme devono essere presi in esame.

Nell'utilizzo di questa metodologia gli operatori RASE sono stati utilizzati con il seguente significato:

- Requisito: rappresenta la condizione che l'elemento a cui viene applicato il controllo deve soddisfare per essere dichiarato conforme. Per evidenziare il requisito viene utilizzato il mark-up color blu;
- Applicazione: se presente, limita l'ambito degli elementi sottoposti al controllo. Per evidenziare il requisito viene utilizzato il mark-up color verde;
- Selezione: stabilisce il campo di applicazione. Spesso contiene un elenco di elementi a cui si riferisce. Per evidenziare il requisito viene utilizzato il mark-up color rosso;
- Eccezione: specifica i casi in cui il controllo non deve essere applicato, filtrando così il numero di elementi. Per evidenziare il requisito viene utilizzato il mark-up color giallo.

4.4.1 Regola 1 – Calcolo del rapporto quantitativo ferro/calcestruzzo all'interno di una sezione in C.A.

Nonostante all'interno delle Norme Tecniche delle Costruzioni non sia presente alcun riferimento ad un valore preciso riguardante il rapporto ferro/calcestruzzo all'interno delle sezioni di un elemento, si è deciso di implementare questa regola a scopo qualitativo con il fine di verificare l'esecuzione a regola d'arte degli elementi all'interno della struttura.

Questa regola prevede la suddivisione della trave in conci di lunghezza variabile a seconda di quanto si vuole infittire il controllo.

Dopo la fase di preparazione dei dati, che prevede l'applicazione delle funzioni di rototraslazione e di rimozione degli ancoraggi si procede definendo un passo che andrà a dividere la lunghezza dell'elemento in modo da trovare la lunghezza del concio che si vuole esaminare.

Si procede allo stesso modo per ciascuno dei conci finché la coordinata del punto finale del concio risulta minore della lunghezza dell'elemento esaminato: il primo tra questi avrà coordinata iniziale corrispondente al punto di inizio della trave/pilastro e coordinata finale pari alla lunghezza del concio. Al giro successivo il punto iniziale corrisponderà con il valore della coordinata finale del concio al giro precedente, mentre il punto finale sarà dato dalla coordinata del punto finale al giro precedente sommata alla lunghezza del concio.

A questo punto per ogni segmento preso in considerazione è necessario calcolare i volumi di armatura

e di calcestruzzo presenti. Per fare ciò vengono letti in coppia tutti i vertici descriventi la traiettoria di ciascuna barra presente, suddividendo il problema in quattro sotto casi, in funzione della relazione spaziale che intercorre fra le coordinate dei vertici delle barre e le coordinate del punto iniziale e finale del concio in esame.

Caso 1: I vertici delle coordinate del tratto di barra analizzato appartengono entrambi al concio considerato

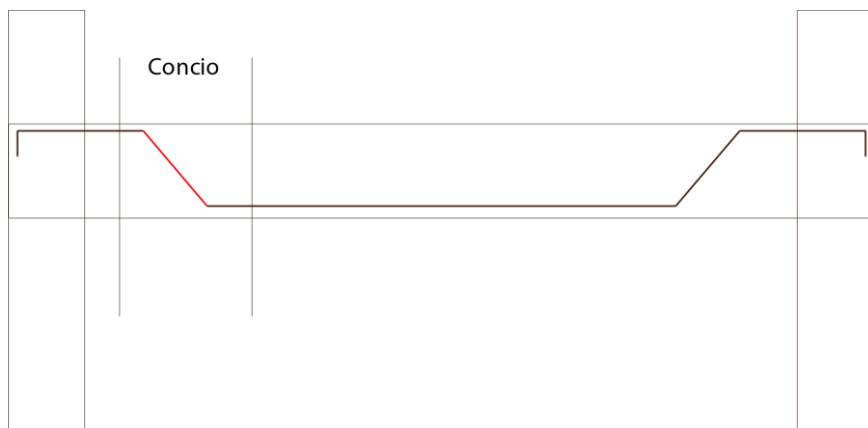


Figura 29 - Caso 1: in rosso viene riportato il tratto di armatura considerato. Rappresentazione fuori scala.

In questo caso viene conteggiata tutta la lunghezza del tratto di armatura che, salvata nella variabile `LunghTrattoBarra`, viene sommata iterativamente alla lunghezza totale (`LunghBarra`) dei tratti già calcolati.

Caso 2: I vertici del tratto di barra considerato sono entrambi all'esterno del concio considerato (prima o dopo), senza passare all'interno del concio

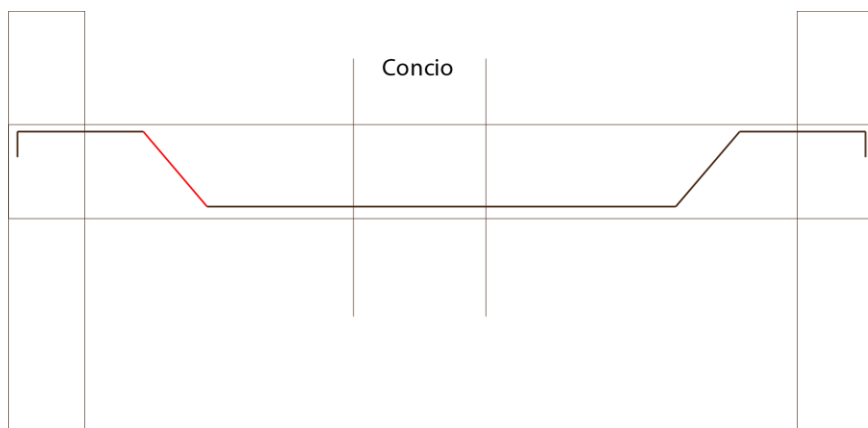


Figura 30 - Caso 2: In rosso viene riportato il tratto della barra considerato. Rappresentazione fuori scala.

In questo caso la lunghezza del tratto non viene computata. La lunghezza della barra resterà pari alla lunghezza calcolata per il tratto precedente ($LunghBarra = LunghBarra$).

Caso 3: Il tratto di barra considerato passa all'interno del concio ma i vertici che lo descrivono sono posizionati all'esterno

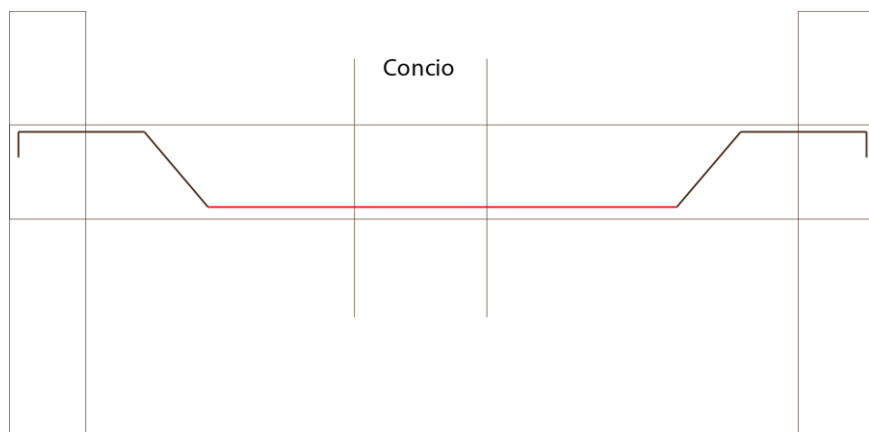


Figura 31 - Caso 3: In rosso viene riportato il tratto della barra considerata. Rappresentazione fuori scala.

In questo caso si procede con il calcolo delle coordinate di intersezione tra la retta passante per i punti che descrivono il tratto di barra e le coordinate iniziale e finale del concio (questo perché in via generale il tratto di barra potrebbe essere obliquo e la sua lunghezza di conseguenza non corrisponderebbe alla lunghezza del concio). Si calcola così la lunghezza di armatura, sommata in seguito a quella fino ad ora calcolata.

Caso 4: Il tratto di barra considerato inizia all'interno del concio e finisce fuori



Figura 32 - Caso 4: In rosso viene riportato il tratto della barra considerato. Rappresentazione fuori scala.

Si procede con il calcolo della coordinata di intersezione tra la retta passante per i punti che descrivono il tratto di barra e la coordinata finale del concio. Viene poi calcolata la lunghezza del tratto di barra e sommata a quella fino ad ora calcolata.

Caso 5: Il tratto di barra considerato inizia all'esterno del concio e vi finisce all'interno

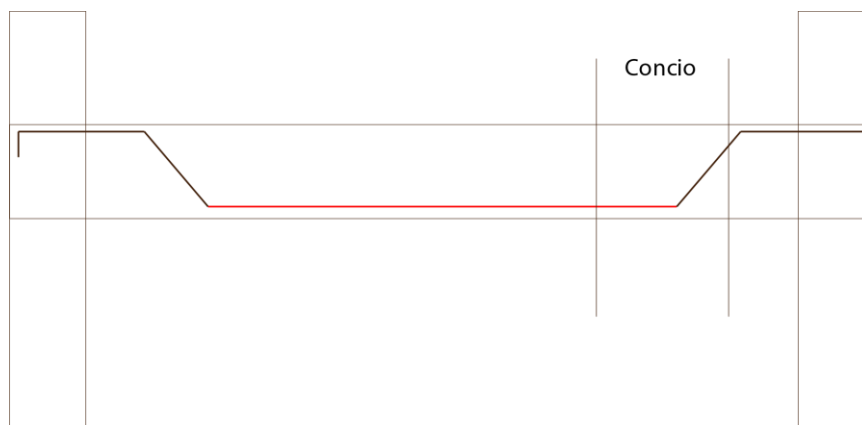


Figura 33 - Caso 5: in rosso viene riportato il tratto della barra considerato. Rappresentazione fuori scala.

Si procede con il calcolo della coordinata di intersezione tra la retta passante per i punti che descrivono il tratto di barra e la coordinata iniziale del concio. Viene poi calcolata la lunghezza del tratto di barra e sommata a quella già calcolata nei casi precedenti.

Al termine dei vertici di una singola barra ne viene calcolata l'area ed in seguito moltiplicata per la lunghezza totale inclusa nel concio in modo da trovarne il volume.

Il volume totale dei ferri viene ottenuto tramite una sommatoria dei volumi calcolati per ogni barra.

Nell'applicazione di questa regola vengono considerate soltanto le barre longitudinali.

Si riporta in seguito per chiarezza l'estratto di codice.

```
For Each Reb In pNewRebarList

    VolBarra = 0

    For Each Item In Reb.RebarItems

        AreaItem = 0

        If Item.Type = Cls_IFC_RebarItem.enum_RebarType.TipLong Then

            Fi = Item.Diameter

            LunghBarra = 0

            For i = 0 To Item.List_Vertexes_W.Count - 2

                Dim xPto1 As Double = Item.List_Vertexes_W(i).X
                Dim xPto2 As Double = Item.List_Vertexes_W(i + 1).X

                Dim zPto1 As Double = Item.List_Vertexes_W(i).Z
                Dim zPto2 As Double = Item.List_Vertexes_W(i + 1).Z

                Dim xa As Double = Math.Min(xPto1, xPto2)
                Dim xb As Double = Math.Max(xPto1, xPto2)

                Dim za As Double = Math.Min(zPto1, zPto2)
                Dim zb As Double = Math.Max(zPto1, zPto2)

                'Caso 1 - vertici entrambi compresi nel concio
                If Xi <= xa AndAlso xa < Xf AndAlso Xi < xb AndAlso xb <= Xf Then

                    LunghTrattoBarra = Math.Sqrt((zb - za) ^ 2 + (xb - xa) ^ 2)
                    LunghBarra = LunghBarra + LunghTrattoBarra

                'Caso 2 - vertici entrambi esterni al concio (prima o dopo)
                ElseIf xa > Xf AndAlso xb > Xf Or xa < Xi AndAlso xb < Xi Then

                    LunghBarra = LunghBarra

                'Caso 3 - la barra inizia prima del concio e finisce dopo
                ElseIf xa < Xi AndAlso xb > Xf Then

                    zi = ((za - zb) * (xb - Xi) / (xb - xa)) + zb
                    zf = ((za - zb) * (xb - Xf) / (xb - xa)) + zb

                    LunghTrattoBarra = (Math.Sqrt(Xf - Xi) ^ 2 + (zi - zf) ^ 2)
                    LunghBarra = LunghBarra + LunghTrattoBarra

            Next i

        End If

    Next Item

Next Reb
```

```

' Caso 4 - inizia all'interno e finisce fuori
ElseIf (xa > Xi AndAlso xa < Xf AndAlso xb > Xf) Then

    zf = ((za - zb) * (xb - Xf) / (xb - xa)) + zb

    LunghTrattoBarra = (Math.Sqrt(Xf - xa) ^ 2 + (zf - za) ^ 2)
    LunghBarra = LunghBarra + LunghTrattoBarra

' Caso 5 - inizia fuori e finisce dentro
ElseIf xa < Xi AndAlso xa < Xf AndAlso xb < Xf Then

    zi = ((za - zb) * (xb - Xi) / (xb - xa)) + zb

    LunghTrattoBarra = Math.Sqrt((xb - Xi) ^ 2 + (zi - zb) ^ 2)
    LunghBarra = LunghBarra + LunghTrattoBarra

End If
Next 'fine ciclo sui vertici

AreaItem = Math.PI * ((Fi) ^ 2) / 4
VolBarra = VolBarra + LunghBarra * AreaItem

End If
Next ' fine ciclo sugli item

VolFerri = VolFerri + VolBarra

Next ' fine ciclo sulle barre

```

Si procede effettuando il calcolo dell'area di calcestruzzo e moltiplicandola per l'effettiva lunghezza dell'elemento letto. Per il calcolo dell'area si considerano due tipologie di sezioni, rettangolare e T, predisponendo il codice per un eventuale inserimento di altri casi in futuro.

Il risultato finale di questa regola viene presentato sotto forma di grafico il quale presenterà una colorazione con gradazioni diverse a seconda del valore che assume il rapporto calcolato.

4.4.2 Regola 2 – Verifica del quantitativo minimo di armatura longitudinale, par. 4.1.6 NTC

4.1.6 DETTAGLI COSTRUTTIVI

4.1.6.1 ELEMENTI MONODIMENSIONALE: TRAVI E PILASTRI

Con riferimento ai dettagli costruttivi degli elementi strutturali in calcestruzzo vengono fornite le indicazioni applicative necessarie per l'ottenimento delle prescritte prestazioni.

Dette indicazioni si applicano se non sono in contrasto con più restrittive regole relative a costruzioni in zona sismica.

4.1.6.1.1 ARMATURA DELLE TRAVI

L'area dell'armatura longitudinale in zona tesa non deve essere inferiore a

$$A_{s,min} = 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t d \text{ e comunque non minore di } 0.0013 b_t d$$

Dove:

b_t rappresenta la larghezza media della zona tesa; per una trave a T con piattabanda compressa, nel calcolare il valore di b_t si considera solo la larghezza dell'anima;

d è l'altezza utile della sezione;

f_{ctm} è il valore medio della resistenza a trazione assiale definita nel § 11.2.10.2;

f_{yk} è il valore caratteristico della resistenza a trazione dell'armatura ordinaria.

4.1.6.1.2 ARMATURA DEI PILASTRI

Nel caso di elementi sottoposti a prevalente sforzo normale, le barre parallele all'asse devono avere diametro maggiore o uguale a 12mm e non potranno avere interassi maggiori di 300 mm. Inoltre la loro area non deve essere inferiore a

$$A_{s,min} = 0.10 \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} \text{ e comunque non minore di } 0.003 A_c$$

Dove:

f_{yd} è la resistenza di progetto dell'armatura (riferita allo snervamento)

N_{Ed} è la forza di compressione assiale di progetto

A_c è l'area di calcestruzzo.

I due paragrafi vengono affrontati insieme e racchiusi all'interno di una singola regola. Si procede con lo studio dell'algoritmo partendo dalla scrittura di un flow-chart, che racchiude i passaggi chiave per la scrittura del codice e la successiva verifica.

Dopo la fase di preparazione dei dati, che prevede l'applicazione delle funzioni di rototraslazione e di rimozione degli ancoraggi, si procede con un ciclo sui vertici di tutte le barre presenti all'interno dell'elemento letto, i quali verranno salvati in modo ordinato all'interno di una lista chiamata `PointOrdList` (lista di punti tridimensionali).

```
PointOrdList = (From MyRebar In CloneBeam.ReinforcingBarList _  
  
                From MyItemRebar In myRebar.RebarItems Where MyItemRebar.Type =  
                Cls_IFC_RebarItem.enum_RebarType.TipLong _  
  
                From MyPoint In MyItemRebar.List_Vertexes_W _  
  
                Select MyPoint Order By MyPoint.X).Cast(Of  
                IFC_ObjectModel.Cls_IFC_Point_3D).ToList
```

Quest'ultima viene nuovamente analizzata in quanto può accadere che le barre appartenenti all'elemento letto (trave o pilastro) inizino o finiscano al di fuori dell'elemento. Si valuta così, per ciascun vertice contenuto nella lista, l'appartenenza all'interno della lunghezza della trave. I vertici che danno un risultato positivo al controllo vengono salvati in una nuova lista `LstX` contenente soltanto le coordinate x, ovvero quelle lungo l'asse della trave. Inoltre la prima e l'ultima coordinata di questa lista corrisponderanno al punto iniziale e finale dell'elemento.

```
LstX.Add(0)  
  
For Each p As Cls_IFC_Point_3D In PointOrdList  
    If Math.Abs(p.X - LstX(LstX.Count - 1)) > 0.1 AndAlso p.X > 0 AndAlso p.X < LunghTrave Then  
        LstX.Add(p.X)  
    End If  
  
    Zmax = Math.Max(p.Z, Zmax)  
    Zmin = Math.Min(p.Z, Zmin)  
  
Next  
  
If Math.Abs(LunghTrave - LstX(LstX.Count - 1)) > 0.1 Then LstX.Add(LunghTrave)
```

Si procede con il calcolo dei valori minimi di armatura richiesti da normativa, differenziando il calcolo nel caso di travi e pilastri. Per effettuare il controllo la trave, così come per il pilastro, viene

esaminata in varie sezioni che, arbitrariamente, vengono collocate a metà della distanza che intercorre fra due vertici consecutivi dell'armatura.

Tenendo fisso il punto di sezione vengono analizzate, tratto per tratto, tutte le armature longitudinali: se il punto di sezione taglia quest'ultime si procede con il calcolo dell'area della barra che viene sommato iterativamente al quantitativo di armatura presente.

```
For i = 0 To pPointOrdList.Count - 2

    Dim x1 As Double = pPointOrdList(i)
    Dim x2 As Double = pPointOrdList(i + 1)

    LunghIntervallo = Math.Abs(x2 - x1)
    Pto = (LunghIntervallo / 2) + x1

    LstSezioni.Add(Pto)

    AreaBarraSup = 0
    AreaBarraInf = 0

    For Each Reb In pNewRebarList
        For Each Item In Reb.RebarItems

            If Item.Type = Cls_IFC_RebarItem.enum_RebarType.TipLong Then

                For j = 0 To Item.List_Vertexes_W.Count - 2

                    Dim x3 As Double = Item.List_Vertexes_W(j).X
                    Dim x4 As Double = Item.List_Vertexes_W(j + 1).X
                    Dim z3 As Double = Item.List_Vertexes_W(j).Z
                    Dim z4 As Double = Item.List_Vertexes_W(j + 1).Z

                    If (x3 < Pto AndAlso Pto < x4) Or (x4 < Pto AndAlso Pto < x3) Then

                        If Math.Abs(z4 - z3) < Tolleranza AndAlso Math.Abs(z4 - z3) > -
                            Tolleranza Then

                            If z3 > 0 Then

                                AreaBarraSup =
                                AreaBarraSup + (Math.PI * (Item.Diameter ^ 2 / 4))

                            Else

                                AreaBarraInf =
                                AreaBarraInf + (Math.PI * (Item.Diameter ^ 2 / 4))

                            End If

                        End If

                    End If

                Next

            End If

        Next

    End If

Next
```

Un'accortezza importante da tenere in considerazione all'interno di questa regola, ma non solo, è una conseguenza del fatto che il formato IFC esportato non prevede la presenza dei carichi agenti sulla struttura. Questo fa sì che non si possa stabilire a priori quale zona dell'elemento risulti tesa o compressa. Pertanto si identifica alternativamente l'area tesa prima con quella superiore ed in seguito con quella inferiore. Sarà compito dell'utente interpretare il risultato, sapendo le condizioni di carico che gravano sulla struttura.

4.4.3 Regola 3 – Verifica sul quantitativo e sui passi delle staffe, par. 4.1.6 NTC

4.1.6 DETTAGLI COSTRUTTIVI

4.1.6.1 ELEMENTI MONODIMENSIONALE: TRAVI E PILASTRI

Con riferimento ai dettagli costruttivi degli elementi strutturali in calcestruzzo vengono fornite le indicazioni applicative necessarie per l'ottenimento delle prescritte prestazioni.

Dette indicazioni si applicano se non sono in contrasto con più restrittive regole relative a costruzioni in zona sismica.

4.1.6.1.1 ARMATURA DELLE TRAVI

Le travi devono prevedere armatura trasversale costituita da staffe con sezione complessiva non inferiore ad $A_{st} = 1.5 b \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$ essendo b lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe al metro e comunque passo non superiore a 0.8 volte l'altezza utile della sezione.

In ogni caso almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe.

Eventuali armature longitudinali compresse di diametro Φ prese in conto nei calcoli di resistenza devono essere trattenute da armature trasversali con spaziatura non maggiore di 15Φ .

4.1.6.1.2 ARMATURA DEI PILASTRI

Le armature trasversali devono essere poste ad interasse non maggiore di 12 volte il diametro minimo delle barre impiegate per l'armatura longitudinale, con un massimo di 250 mm. Il diametro delle staffe non deve essere minore di 6 mm e di $\frac{1}{4}$ del diametro massimo delle barre longitudinali.

Come per la regola precedente i requisiti richiesti per travi e pilastri vengono implementati in un'unica regola. Si procede con lo studio dell'algoritmo partendo dalla scrittura di un flow-chart, che racchiude i passaggi chiave per la scrittura del codice e la successiva verifica.

Poiché, nel caso dei pilastri, l'interasse ed il diametro dell'armatura trasversale dipendono dai diametri delle barre impiegate per l'armatura longitudinale, si procede con un primo ciclo su di esse per salvare il valore di Φ minimo e di Φ massimo rispettivamente nelle variabili FiMinLong e FiMaxLong.

```
Dim Zmax, Zmin As Double

FiMinLong = Double.MaxValue
FiMaxLong = Double.MinValue

For Each reb In pMyRebarList
    For Each Item In reb.RebarItems
        If Item.Type = Cls_IFC_RebarItem.enum_RebarType.TipLong Then
            If Item.Diameter > FiMaxLong Then
                FiMaxLong = Item.Diameter
            End If
            If Item.Diameter < FiMinLong Then
                FiMinLong = Item.Diameter
            End If
        End If
    Next
Next
```

Segue il calcolo:

- dell'interasse massimo tra le staffe, salvato nella variabile DistMaxStaffePilastro = 12 * FiMinLong nel caso dei pilastri e nella variabile DistMaxStaffeTrave = 0.8 * d nel caso delle travi;
- del valore minimo richiesto per il diametro delle staffe dei pilastri.

Nel caso delle travi si richiede che la sezione complessiva delle staffe rispetti un valore massimo pari a 1,5 b. Per trovare il valore che le sezioni hanno complessivamente non è sufficiente andare a sommare l'area di tutte le staffe, in quanto ciascuna area va considerata tante volte quanti sono i bracci dell'armatura. Per questo si seziona la trave con un piano orizzontale passante per il baricentro nel caso di sezione rettangolare, o per la mezzeria dell'ala nel caso di sezione a T, contando così quanti bracci vengono intersecati dal piano di sezione. Si salva il valore finale nella variabile

AreaTotStaffe e si valuta che quest'ultima sia superiore a quello imposto da normativa.

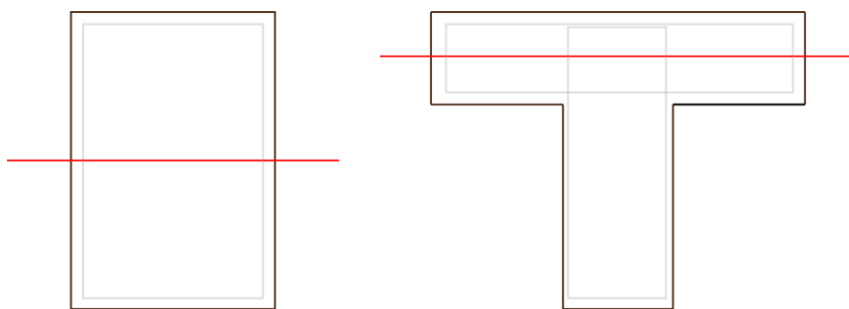


Figura 34 – Verifica sezione complessiva staffe. In rosso il piano di sezione. Rappresentazione fuori scala.

L'ultima verifica prevede che, nel caso di travi, siano presenti almeno tre staffe al metro. A tal proposito viene utilizzata la variabile `IntervalloCostante = 100 cm`, utile a poter scandire tutta la trave. Alla prima iterazione il punto di partenza coincide con quello di inizio della trave mentre, per quelle successive, lo si fa coincidere con la coordinata x di tutte le staffe che seguono (con l'aggiunta di una tolleranza) finché la somma fra la coordinata x di partenza e la quantità `IntervalloCostante` vanno oltre la lunghezza della trave.

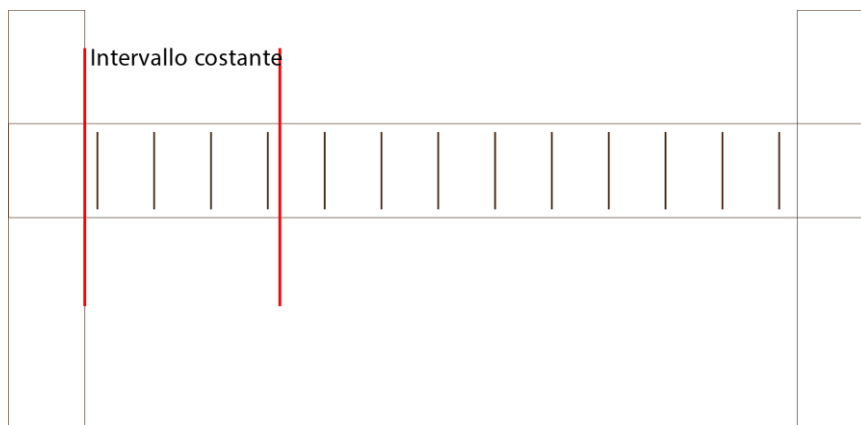


Figura 35 - Verifica staffe, prima iterazione. Rappresentazione fuori scala.

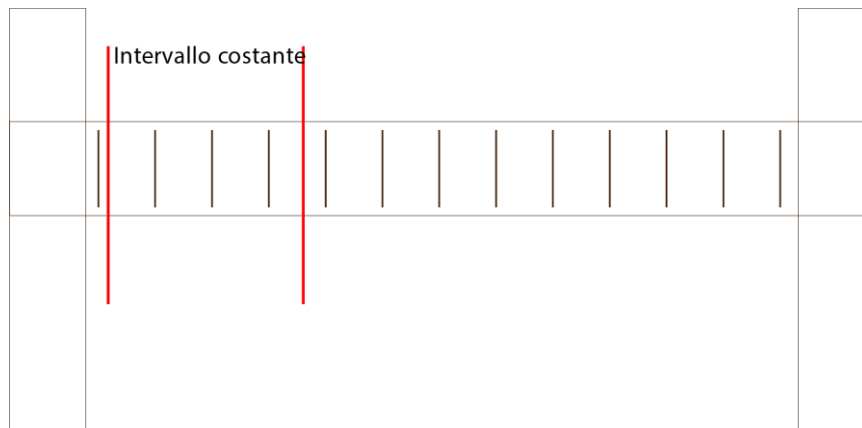


Figura 36 - Verifica staffe, iterazioni successive. Rappresentazione fuori scala.

A questo punto si procede con la verifica dell'ultimo concio, che corrisponde all'ultimo metro di trave.

```

If pElemento = enmTipoElem.enmTrave Then
    'Verifica TRE STAFFE AL METRO

    If (pEnd.X - pStart.X) >= 100 AndAlso LstPuntiMedi.Count < 3 Then

        'Trave non verificata
        RisultBeam.bln3M = False

    Else

        For i = 0 To LstPuntiMedi.Count - 3

            If ((pEnd.X - pStart.X) - PtoIniziale) < IntervalloVerifica Then

                'Raggiunta fine trave -> verifica dell'estremità lato pEnd
                If LstPuntiMedi(LstPuntiMedi.Count - 3) >
                    ((pEnd.X - pStart.X) - k - IntervalloVerifica) Then

                    ' Debug.Print("Trave Verificata - 3 staffe /m")
                    RisultBeam.bln3M = True

                End If

            Exit For

            ElseIf LstPuntiMedi(i + 2) > CoordXVerifica Then
                'verifico soltanto il terzo elemento, gli altri sono verificati di conseguenza

                'Trave non verificata
                RisultBeam.bln3M = False

            End If

            PtoIniziale = LstPuntiMedi(i) + k

            CoordXVerifica = PtoIniziale + IntervalloVerifica

        Next

    End If

```

4.5 Validazione del modello

In questa fase il modello viene importato, in formato IFC, all'interno del software di validazione e, se la lettura risulta corretta, si procede scegliendo il dominio di validazione a cui lo si vuole sottoporre. In seguito all'importazione occorre controllare che tutti gli elementi presenti risultino classificati correttamente, sia a livello gerarchico che relazionale in quanto, se ciò non accadesse, il programma non risulterebbe in grado di fornire dei risultati affidabili.

Questo controllo può essere fatto tramite l'albero gerarchico degli elementi per quanto riguarda le relazioni, e dalla tabella che riporta tutte le caratteristiche e proprietà che possiede l'elemento selezionato (figura 39). Nel caso in esame la lettura avviene correttamente ma manca una corrispondenza nel numero di elementi presenti (figura 38), in particolare la somma delle armature presenti all'interno degli elementi del piano ottavo non corrisponde con il totale riportato. Questo problema è legato all'esportazione in IFC fatta da Revit e verrà approfondito in seguito.

Nonostante questa criticità segnalata il controllo può procedere in quanto, nel caso del dominio di validazione scelto, l'errore non causa problemi alla validità dei risultati.

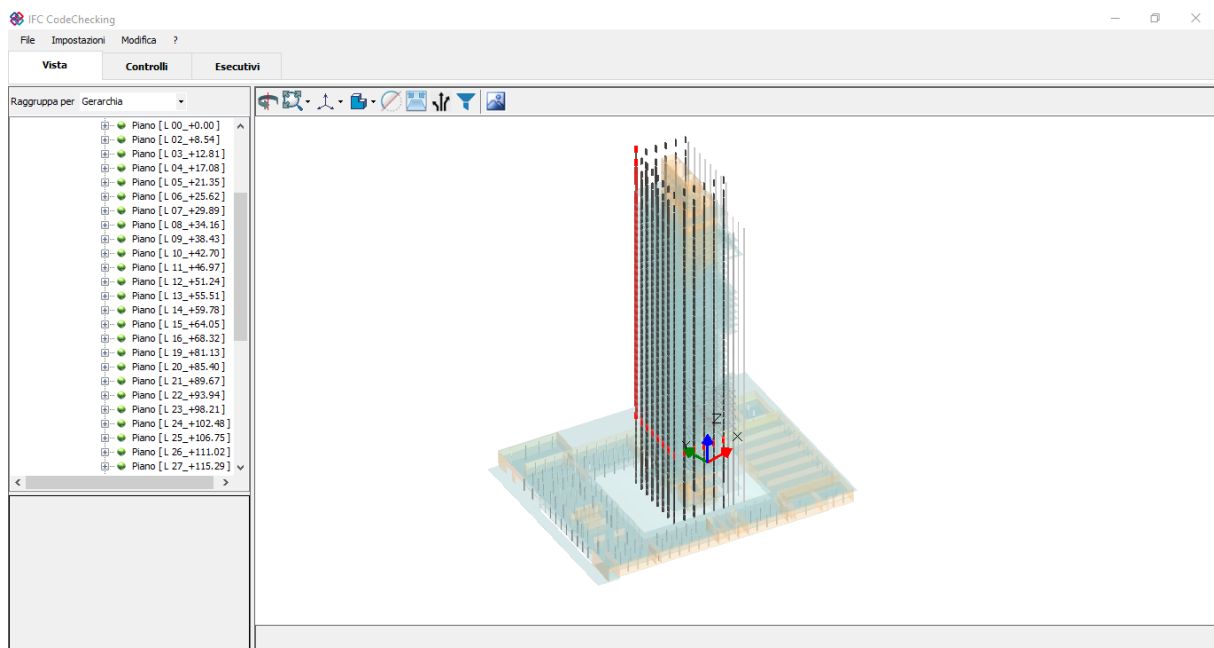


Figura 37 - Visualizzazione del modello con BIMInside

Geometrie elementi	✓
Posizione elementi	✓
Attributi degli elementi	✓
Proprietà degli elementi	✓
Gerarchie degli elementi	✓
Conteggio degli elementi	⚠
Codifica dei colori	✓

Figura 38 - Check dei risultati

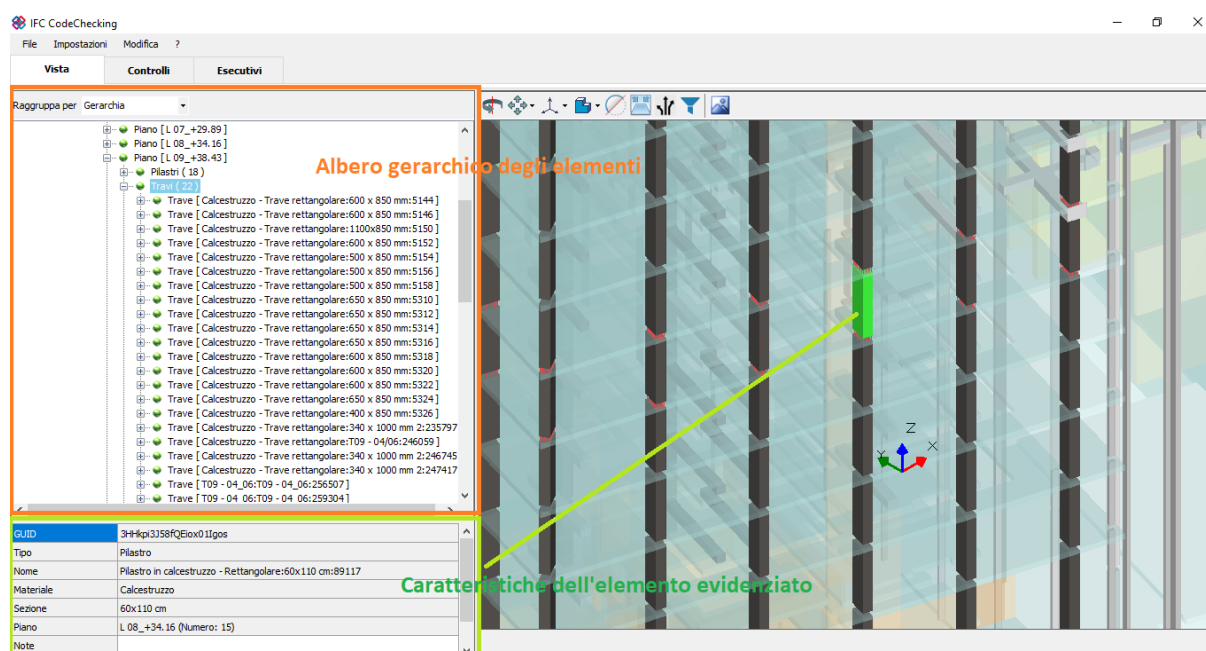


Figura 39 - Visualizzazione dell'albero gerarchico e attributi degli elementi, BIMInside

Gli elementi sottoposti al controllo risultano essere travi e pilastri dell'ottavo piano e di questi vengono controllati rapporto ferro/calcestruzzo (Regola 1), quantitativi minimi di armatura longitudinale (Regola 2) e quantitativi minimi, passo e dimensioni delle armature trasversali (Regola 3).

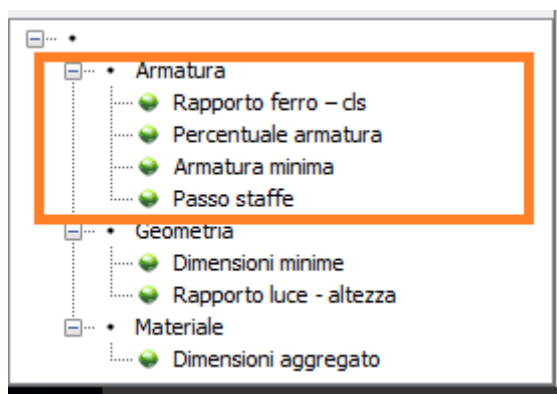


Figura 40 - Dominio di validazione, albero delle regole – BIMInside

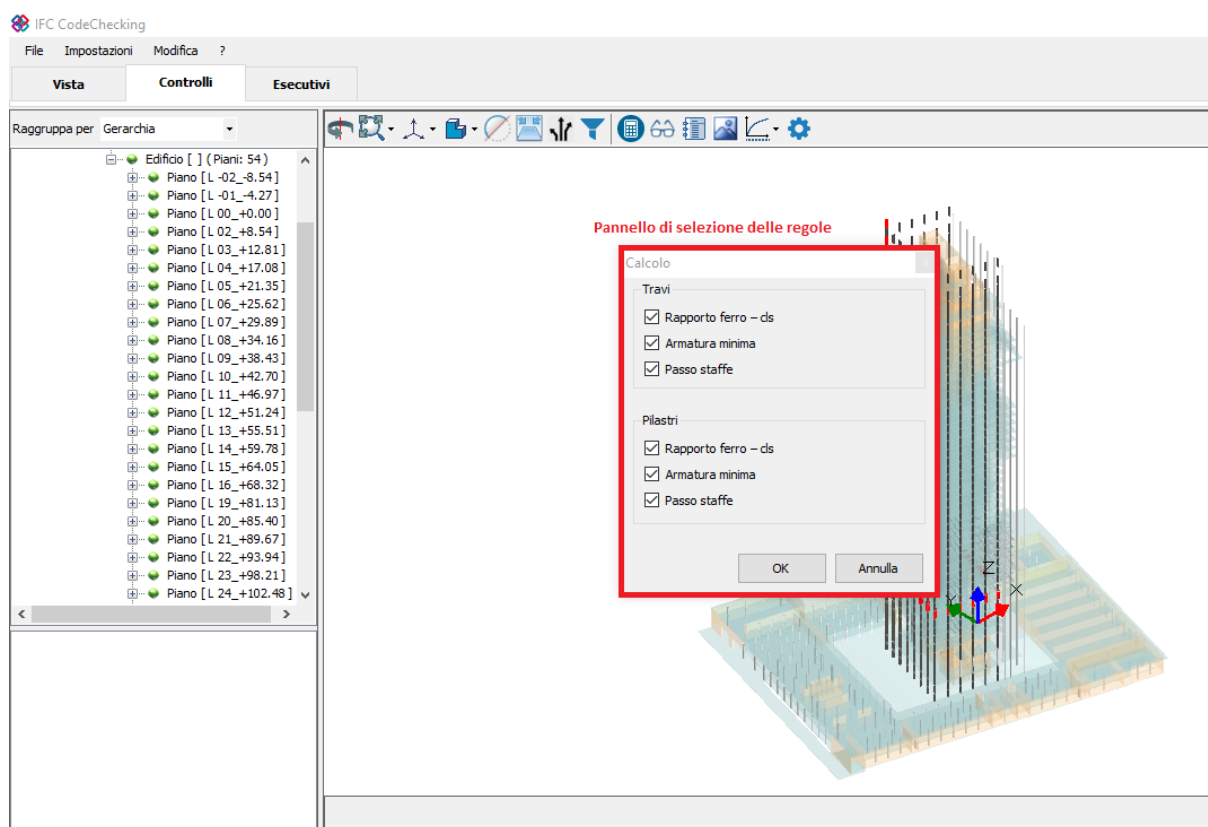


Figura 41 - Selezione del dominio di validazione, BIMInside

È possibile infine esaminare il risultato dei controlli selezionando dalla barra delle applicazioni il comando che genera i grafici dei risultati e generare i relativi report.

4.6 Report

I report finali ottenuti dal processo di validazione risultano essere di due tipi:

- Report HTML: riporta una raccolta schematica di tutti gli elementi letti ai quali vengono associati i relativi valori calcolati che, confrontati con i requisiti normativi, determinano o meno la conformità dell'elemento;
- Report con BCFier: permette di associare immagini contenenti gli elementi controllati a commenti, suggerimenti e richieste da parte del validatore che, dopo aver eseguito il controllo e rilevate le eventuali non conformità, desidera comunicare agli altri soggetti coinvolti i problemi riscontrati.

Il primo tra i due risulta utile nel caso in cui gli elementi sottoposti al controllo siano molti poiché, in tali circostanze, colui che ha eseguito il controllo riscontra in esso uno strumento utile a riassumere e chiarire i risultati del processo.

Il secondo, invece, è utile nel dare un valore aggiunto all'interoperabilità che intercorre fra i soggetti coinvolti infatti è possibile non solo comunicare un eventuale riscontro negativo (cosa visibile anche all'interno del report HTML), ma fornire indicazioni, suggerimenti e proposte personali per la risoluzione dei problemi individuati (figura 42).

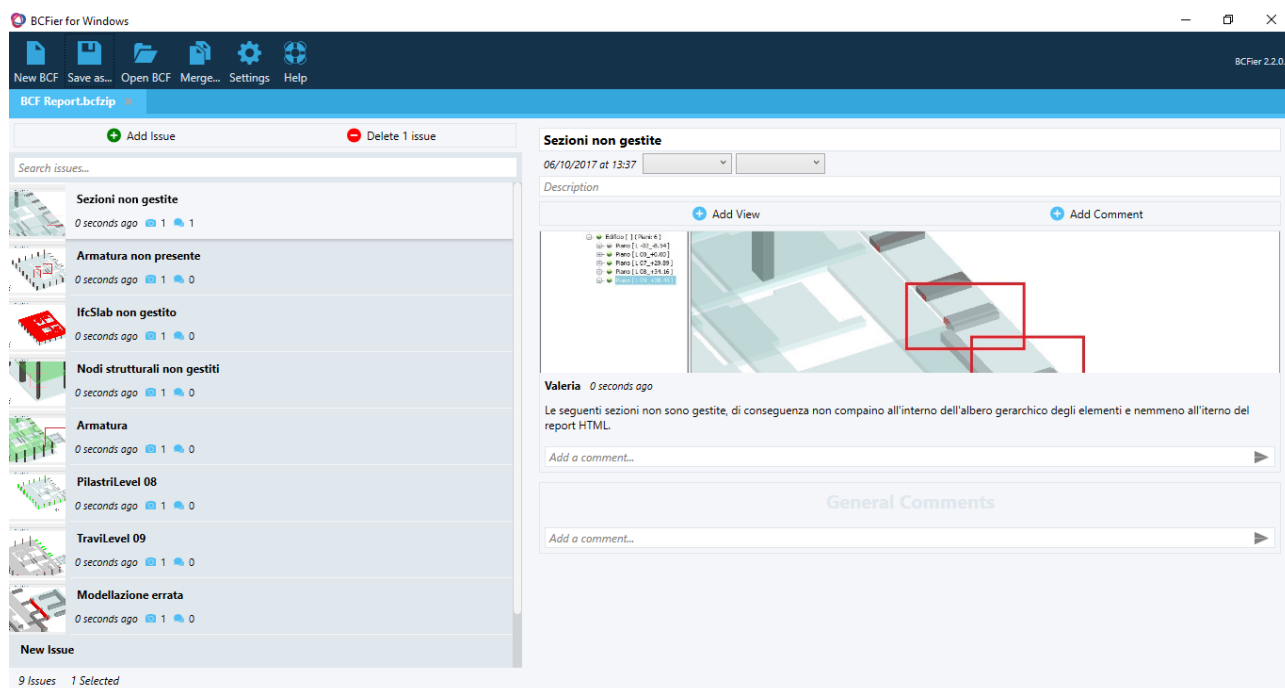


Figura 42 - Schermata report, BCFier

Dopo il controllo è possibile allegare il report in formato BCF al modello riesportato in formato IFC ed aprirli in contemporanea all'interno di Revit 2017 tramite l'installazione di apposito plug-in. Anche il BCF, come nel caso dell'IFC, risulta interoperabile, infatti è possibile aprirlo anche all'interno di altri software.

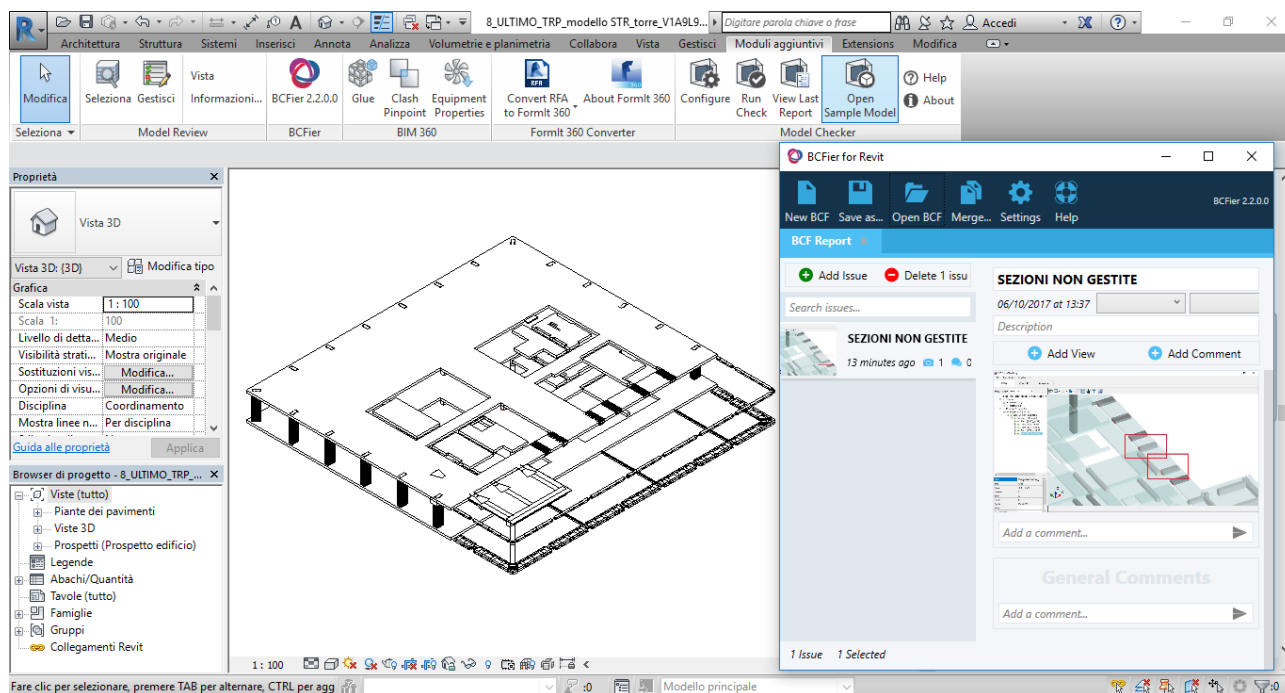


Figura 43 - BCFier 2.2.0.0 plug-in, Revit 2017

In questo modo il report svolge il ruolo di guida aggiuntiva alla correzione di tutti gli errori rilevati (figura 43).

5 Risultati ottenuti

I risultati ottenuti sono di due tipi:

- Mappe colore: utilizzano una codifica a colori in cui in rosso vengono identificati gli elementi che non superano il controllo ed in verde quelli risultati positivi, dando un'idea generale del risultato ottenuto;
- Diagrammi puntuali: utili ad esaminare nel dettaglio i requisiti soddisfatti e non, da ogni singolo elemento.

Di seguito vengono riportati i risultati più significativi ottenuti.

Regola 1

L'applicazione della Regola 1, che controlla il rapporto ferro/calcestruzzo all'interno di ogni sezione, fornisce un risultato di tipo quantitativo per ciascuna sezione dell'elemento esaminato.

Prendendo in esame uno dei pilastri analizzati, è possibile esaminare il risultato con l'ausilio di un grafico apposito, che rappresenta i valori ottenuti tramite una gradazione di colori (figura 44).

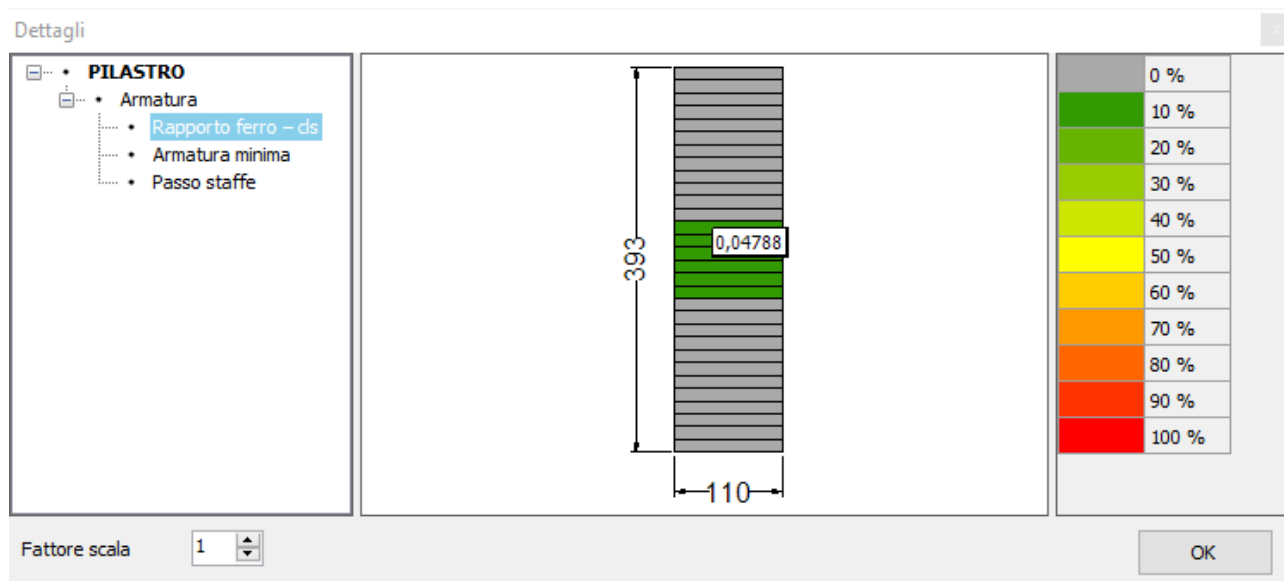


Figura 44 - Risultato grafico pilastro, Regola 1, BIMInside

Le sezioni estreme risultano prive di armatura, problema riconducibile all'eccessiva approssimazione dovuta alla funzione di rimozione degli ancoraggi.

Anche nel caso delle travi (figura 45), riportando come esempio una tra tutte quelle esaminate, possiamo analizzare dettagliatamente i risultati ottenuti nelle singole sezioni. Nuovamente si presenta, come nel caso dei pilastri, il problema dovuto alla funzione di rimozione degli ancoraggi.

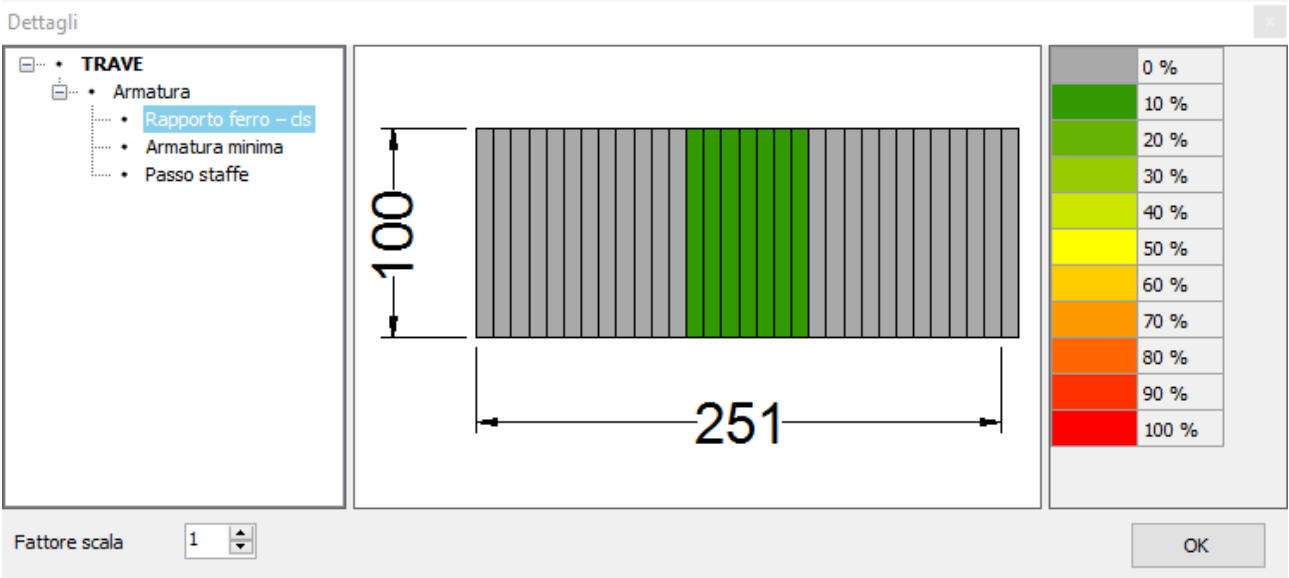


Figura 45 - Risultato grafico trave, Regola 1, BIMInside

Regola 2

In questo caso la mappa colori, come rappresentato dalle figure 46 e 47, evidenzia un risultato negativo nel caso di pilastri e travi.

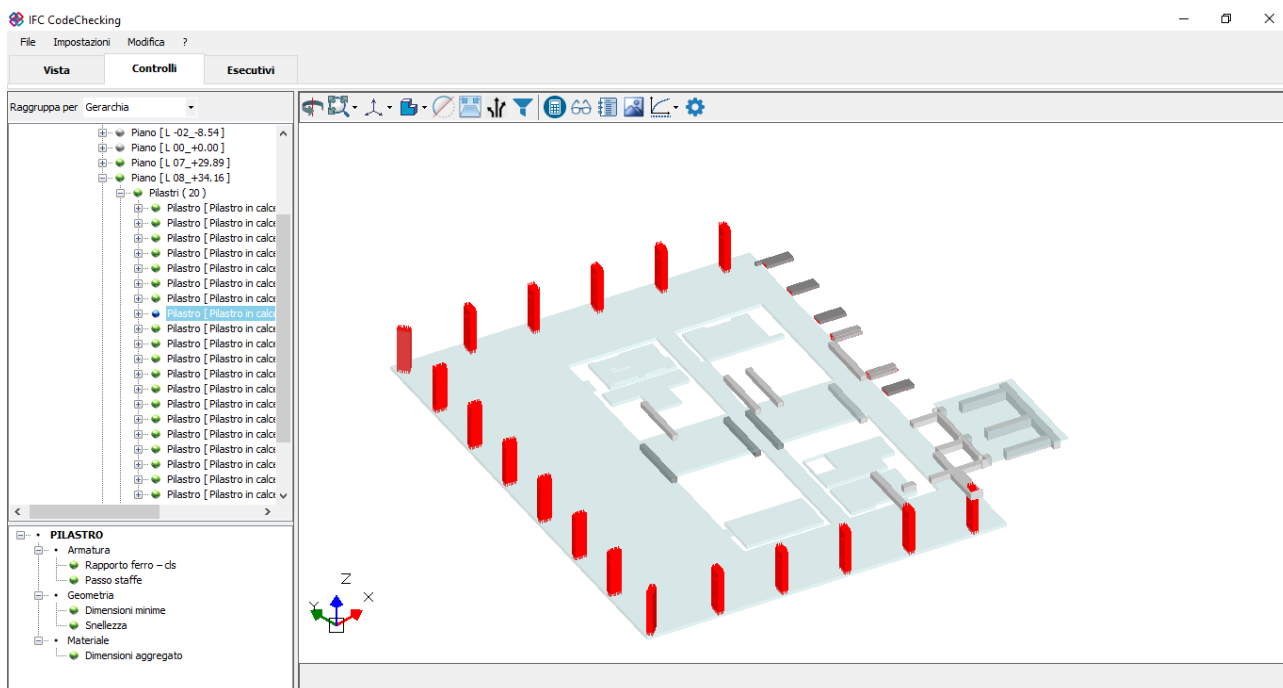


Figura 46 - Risultato mappa colori pilastri, Regola 2, BIMInside

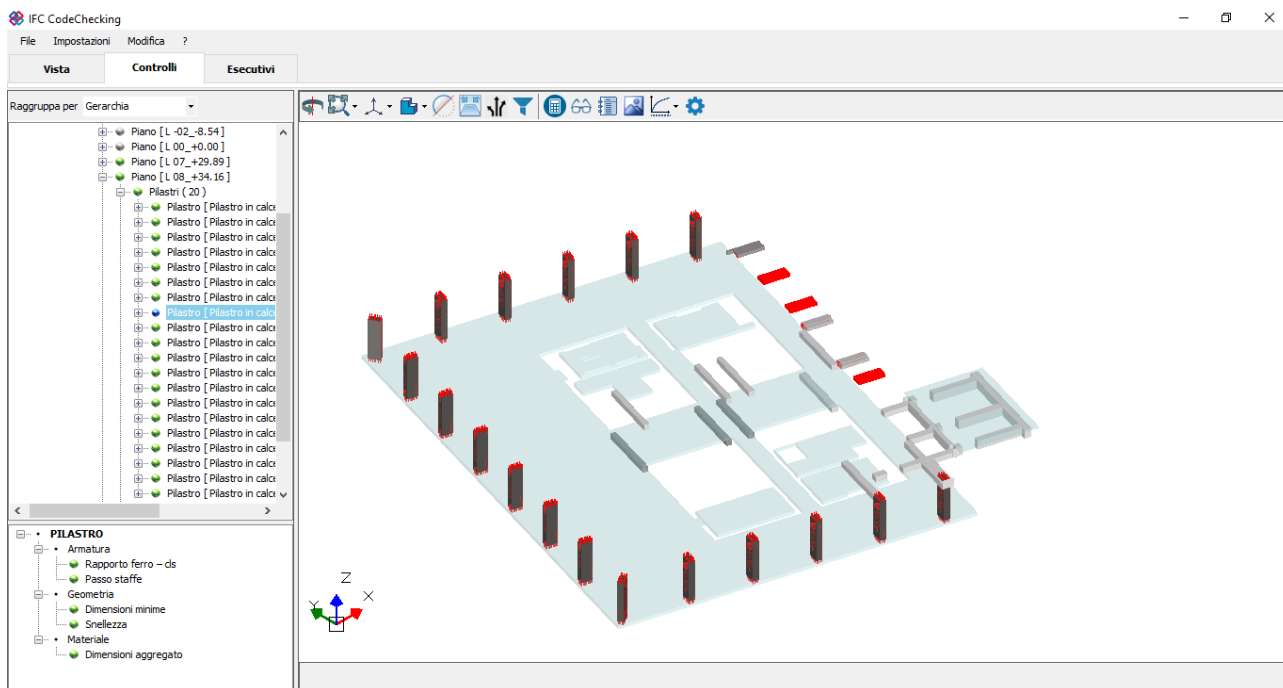


Figura 47 - Risultato mappa colori travi, Regola 2, BIMInside

Analizzando dettagliatamente uno dei pilastri in esame vediamo in rosso, sul lato destro della figura 48, l'andamento costante che rappresenta il valore richiesto dalla normativa per il pilastro (nel caso in esame pari a $23,89 \text{ cm}^2$) mentre, sul lato sinistro, vediamo l'andamento che descrive l'effettivo quantitativo presente in ogni sezione.

Le sezioni di estremità risultano prive di ferri mentre la sezione centrale presenta un quantitativo pari a $301,59 \text{ cm}^2$.

La motivazione per cui ciò avviene può essere riconducibile all'imprecisione con cui viene calcolata la lunghezza degli ancoraggi, che porta quindi ad una rimozione di tratti eccessivamente lunghi nelle sezioni estreme.

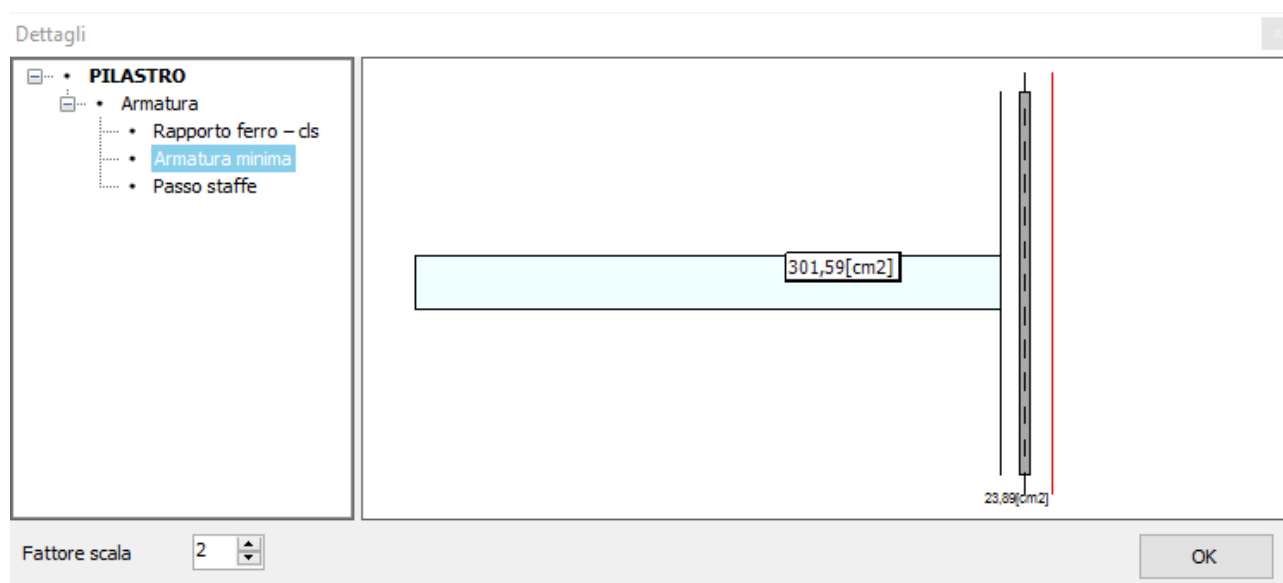


Figura 48- Risultato grafico pilastro, Regola 2, BIMInside

Il grafico di una delle travi, che riporta il valore di armatura minima sia nel caso di sezione superiore tesa (pari a $4,04 \text{ cm}^2$) sia nel caso di sezione inferiore tesa (pari a $4,12 \text{ cm}^2$), sembrerebbe mostrare un'incongruenza, poiché tutte le sezioni soddisfano, riportando un valore di armatura costante pari a $45,18 \text{ cm}^2$ nella sezione superiore, e $31,04 \text{ cm}^2$ in quella inferiore, il minimo richiesto.

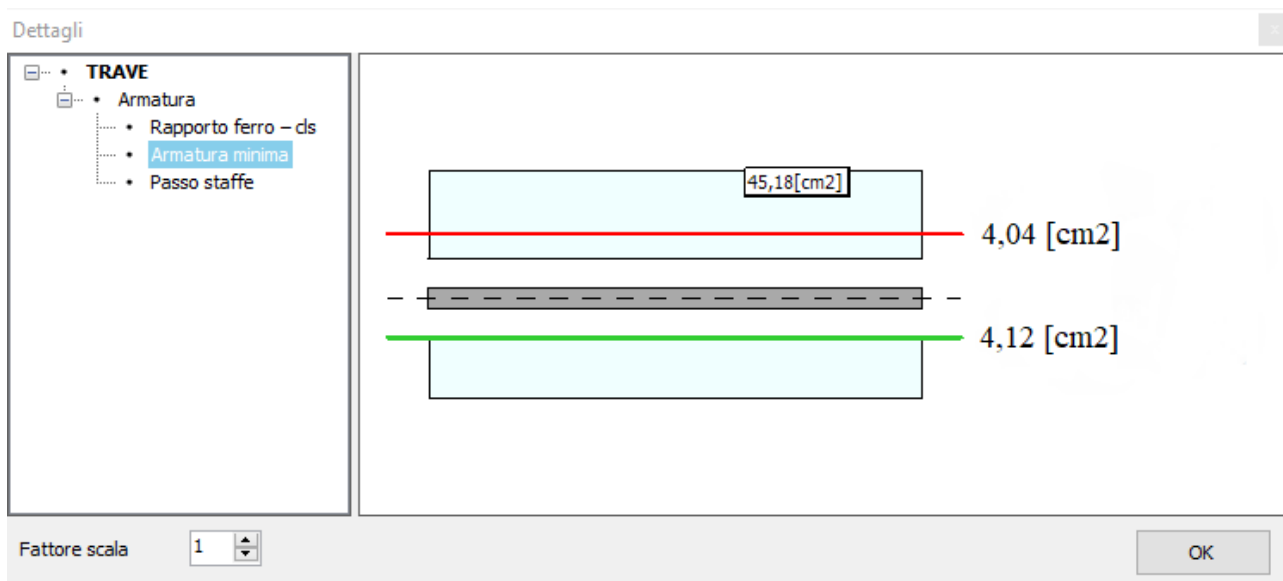


Figura 49 - Risultato grafico trave, Regola 2, BIMInside

Si utilizza come ulteriore conferma il report HTML (figura 50) dalla cui analisi emerge lo stesso problema presentatosi nel caso dei pilastri dovuto alla funzione di rimozione degli ancoraggi infatti, nel primo punto di sezione, l'area delle barre superiore ed inferiore risulta nulla.

Mentre nel caso dei pilastri questo problema è emerso all'interno del risultato grafico, nel caso delle travi questo non accade in quanto il punto di sezione in cui l'armatura viene quantificata nulla ha una coordinata (pari a 0,75 cm) tale per cui il fattore di scala utilizzato all'interno del grafico (figura 49) non è in grado di coglierlo.

QUANTITATIVO MINIMO DI ARMATURA

Elemento: **Trave**

Global ID: **1M\$z7pWlrBSAuswHiapR_6**

Livello: **L 09_+38.43**

Punto sezione [cm]	0,75	
Area barre - zona superiore [cm^2]	0	Non Verificato
Limite superiore imposto da normativa [cm^2]	4,04	
Area barre - zona inferiore [cm^2]	0	Non Verificato
Limite inferiore imposto da normativa [cm^2]	4,12	
	Non Verificato	

Punto sezione [cm]	126,38	
Area barre - zona superiore [cm^2]	45,18	Verificato
Limite superiore imposto da normativa [cm^2]	4,04	
Area barre - zona inferiore [cm^2]	31,04	Verificato
Limite inferiore imposto da normativa [cm^2]	4,12	
	Verificato	

Figura 50 - Report HTML pilastri, Regola 2, BIMInside

Regola 3

Nel caso dalla regola in esame non è presente un risultato grafico dettagliato come nel caso delle regole precedenti, ma è possibile constatare dalle mappe colori e dal report in allegato, che tutti i pilastri e le travi analizzate soddisfano i requisiti richiesti.

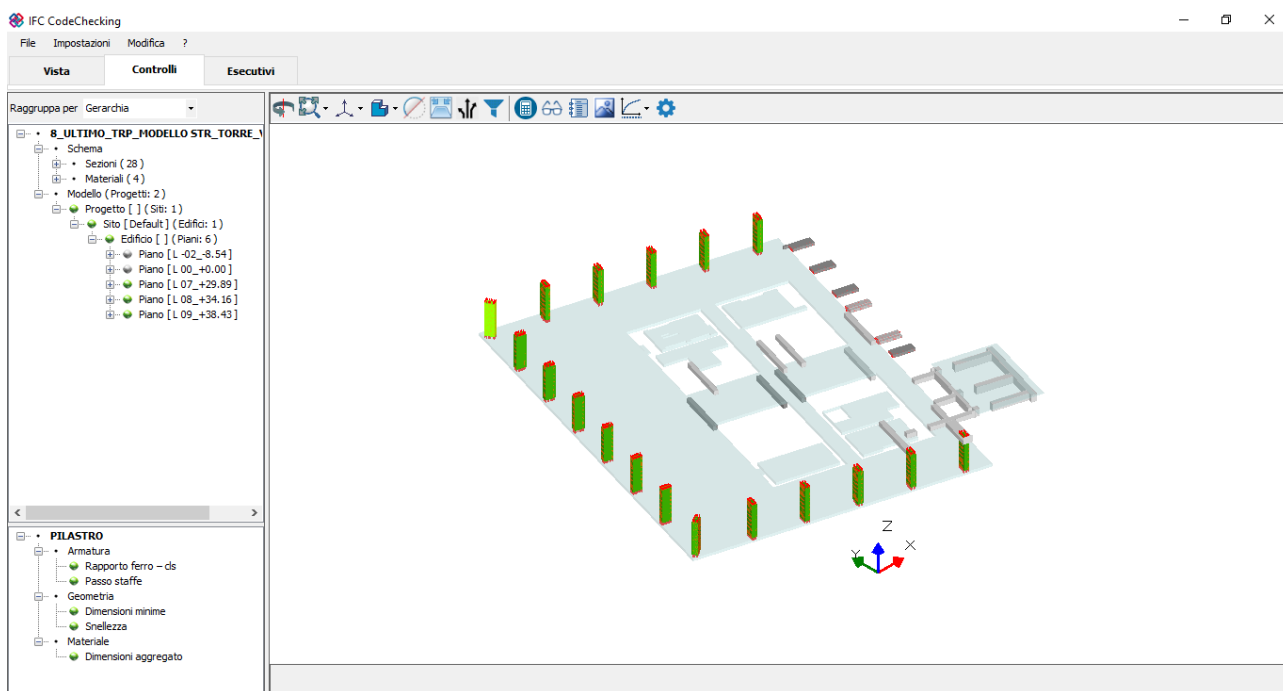


Figura 51- Risultato mappa colori pilastri, Regola 3, BIMInside

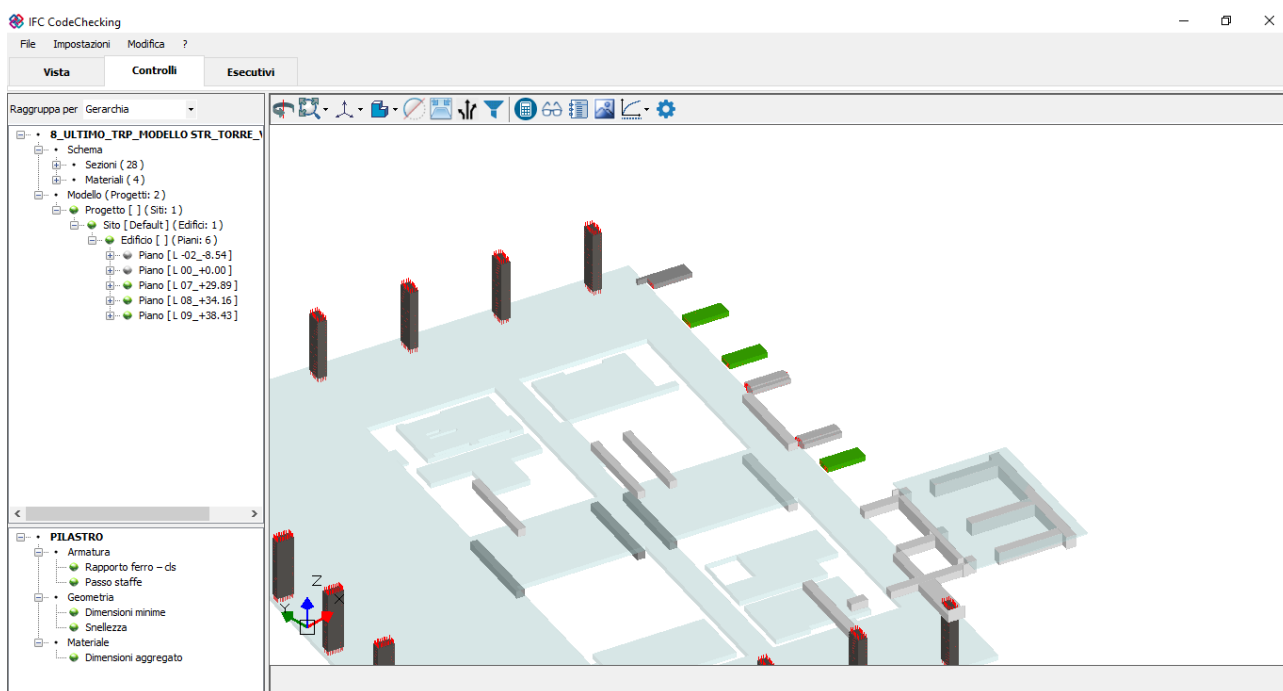


Figura 52 - Risultato mappa colori travi, Regola 3, BIMInside

All'interno del report ciascun elemento può essere individuato tramite il livello di appartenenza ed univocamente grazie al Global ID riportato. Il risultato ottenuto non riporta il valore sezione per sezione, ma un valore globale che indica se l'elemento in esame risulta conforme o meno ai requisiti richiesti. È perciò sufficiente che una sola delle sezioni esaminate non sia verificata per determinare la non validità dell'elemento.

Nel caso dei pilastri è possibile verificare il diametro minimo ed il passo delle staffe (esempio figura 53), mentre nel caso delle travi area e distanza massima delle staffe e la presenza di almeno tre staffe in ogni metro di trave (esempio figura 54).

DETTAGLI COSTRUTTIVI

Elemento: Pilastro

Global ID: 3HHkpi3J58fQEiox01Igog

Livello: L 08_+34.16

Diametro minimo	Verificato
Distanza massima tra due staffe	Verificato

Figura 53 - Report pilastro, Regola 3, BIMInside

DETTAGLI COSTRUTTIVI

Elemento: Trave

Global ID: 1MSz7pWlrBSAuswHiapR_6

Livello: L 09_+38.43

Area minima staffe	Verificata
Tre staffe al metro	Verificata
Distanza massima staffe	Verificata

Figura 54 - Report trave, Regola 3, BIMInside

6 Progetti futuri

Le potenzialità offerte dalla progettazione BIM aprono scenari d'interoperabilità sempre più articolati. Si parla già di BIM 4D (relazione tra il progetto e il tempo), 5D (considerazione dei costi), 6D (ciclo di vita presunto del progetto) e di "BIM to field" (relazione tra strumenti di progettazione BIM e strumenti digitali di rilievo sul campo).

Nonostante ci sia ancora molta confusione riguardo come e quando il BIM debba essere utilizzato, quest'ultimo porta con sé cambiamenti radicali secondo i quali il futuro dell'architettura e delle costruzioni sarà digitale.

Attualmente il BIM è in continua crescita e sta rappresentando un ruolo cruciale nella redazione degli elaborati e della documentazione edilizia, il cui risultato si presenta come una notevole diminuzione nella perdita di informazioni. Grazie all'utilizzo di un modello virtuale, ciascun attore del processo aggiunge le proprie conoscenze specifiche e assicura un continuo aggiornamento e monitoraggio. Dal punto di vista del controllo del progetto ci troviamo ora di fronte a piattaforme in grado di gestire ed analizzare modelli BIM molto complessi, programmi come Solibri Model Checker, Tekla BIMSight verranno utilizzati dai progettisti e amministrazioni pubbliche introducendo il Model Checking all'interno del processo edilizio. Le regole applicabili, nelle soluzioni più evolute, sono personalizzabili e permettono verifiche sempre più dettagliate, analitiche e soprattutto comunicabili. In un futuro prossimo anche BIMInside (software utilizzato all'interno dell'elaborato) dovrà aumentare le proprie potenzialità, ampliando il dominio di validazione, le capacità di lettura e rappresentazione ed i casi gestiti. In particolare sarà necessario poter leggere e controllare elementi come muri, solai ed altri che sono attualmente previsti ma non ancora implementati. Tutto questo dipende anche dallo sviluppo futuro che coinvolgerà il formato IFC il quale, con il passare del tempo, risulterà sempre più in grado di esportare relazioni ed elementi, attualmente non previsti o esportati correttamente da tutti i software di modellazione.

Quando le varie applicazioni hardware, software e cloud raggiungeranno una maggiore capacità di gestione delle informazioni, si avrà il sopravvento di questi strumenti sui processi tradizionali e tutti condivideranno e scambieranno informazioni all'interno di un vero e proprio ambiente di condivisione dati (definito ACdat o internazionalmente CDE) in cui il modello informativo, gli elaborati e gli oggetti digitali verranno aggiornati e condivisi in tempo reale.

7 Conclusioni

In conclusione esaminando attentamente i risultati ottenuti si evidenziano alcune criticità:

- l'imprecisione dovuta alle approssimazioni effettuate all'interno dell'algoritmo di calcolo della lunghezza di ancoraggio genera notevoli problemi, in quanto le sezioni di estremità risultano non verificate e di conseguenza, essendo sufficiente una sezione non verificata per determinare la non validità di un elemento, anche il risultato globale risulta insoddisfacente. A tal proposito si potrebbe pensare di migliorare la precisione di calcolo ma questo non risulta immediato poiché all'interno del formato IFC non è presente un campo che identifica gli ancoraggi, ed essi vengono inclusi nella lunghezza delle barre presenti. Non risulta perciò possibile conoscere la tipologia di ancoraggio presente e l'unico modo per stabilire la quantità da rimuovere necessita la lettura ordinata dei vertici rappresentanti la traiettoria di estrusione delle barre.
- tutti i modelli IFC esportati da Revit non conservano, dopo la loro esportazione, la relazione tra elemento ed armatura contenuta. Quest'ultima è essenziale nei controlli di tipo strutturale poiché, per poter dichiarare se un elemento risulta verificato, è necessario capire quanti e quali ferri gli appartengono. Questo problema è stato in parte superato all'interno del programma di validazione tramite una lettura preliminare di tutte le armature che, attraverso relazioni spaziali e geometriche, vengono classificate in base alla loro funzione e alla loro appartenenza ad uno specifico elemento. Attualmente questi controlli risultano gestiti soltanto nel caso di sezione rettangolare ed a T e questo fa sì che, elementi con sezioni diverse, vengano letti ma ad essi non venga gerarchicamente attribuito alcun tipo di armatura. Questo è il caso di tre delle travi presenti al livello 09 le quali, avendo una sezione diversa dai casi gestiti, non vengono lette e di conseguenza nemmeno verificate.
- l'esportazione elemento/armatura contenuta non risulta sempre corretta dal punto di vista dell'appartenenza ai livelli. Nel caso in cui l'entità in esame risulti essere posizionata a ridosso della quota di un livello, può accadere che l'elemento venga classificato come appartenente al livello superiore mentre l'armatura a quello inferiore. Questo problema, riconducibile alle modalità di esportazione relative a ciascun programma, non comporta errori dal punto di vista del processo di validazione, essendo dominante la relazione di appartenenza dell'armatura all'elemento. Al contrario comporta incongruenze nella classificazione e suddivisione degli

elementi, la cui conseguenza si manifesta in un conteggio errato degli elementi all'interno di ciascun livello.

- una scorretta modellazione durante la fase preliminare ha come conseguenza un'errata rappresentazione e classificazione degli elementi. Questo requisito non era soddisfatto nel modello in esame in quanto i muri, i setti ed i pilastri non sono stati modellati piano per piano ma come un'unica estrusione fino all'ultimo livello. Al contrario, una corretta modellazione, richiede che tutti gli elementi verticali suddetti vengano modellati come elementi discreti, con vincoli ai diversi livelli di riferimento definiti. Questa è un'accortezza da non sottovalutare soprattutto in riferimento alla modellazione dei nodi strutturali. Come si può vedere nella figura 55 questa errata modellazione si ripercuote all'interno della classificazione gerarchica degli elementi: il muro viene classificato come elemento unico appartenente al livello 0 e questo fa sì che, all'interno dell'albero gerarchico, esso non risulti presente in tutti gli altri livelli sebbene esso ci sia. Inoltre è necessario che tutti gli oggetti presenti all'interno del modello vengano associati alla categoria di riferimento naturale questo perché, se così non fosse, il programma di validazione non riconoscerebbe l'oggetto in quanto tale e non saprebbe quale pacchetto di regole associare alla verifica, escludendolo da quest'ultima. Nel caso di strati di finitura, ad esempio l'intonaco all'intradosso di un solaio, risulta necessario definire preventivamente i criteri di modellazione stabilendo a quale livello, se quello superiore o inferiore, associare l'elemento. Allo stesso modo, nel caso degli elementi orizzontali, i quali dovranno essere associati al livello di riferimento in cui giacciono.

Questo risulta fondamentale sia nelle fasi di verifica che, soprattutto, nelle fasi di computo dei materiali.

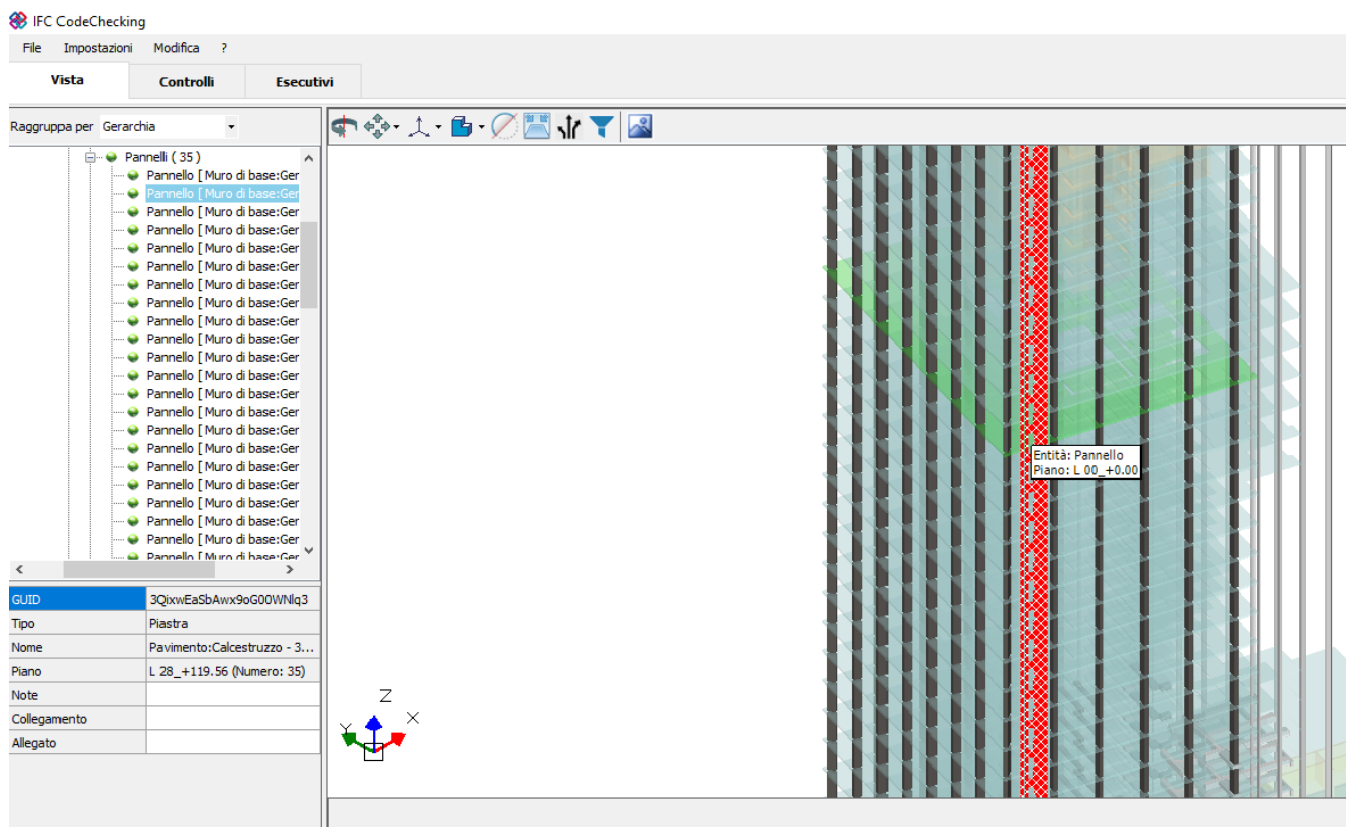


Figura 55 - Errata modellazione, BIMInside

- la mancata correlazione tra il livello di sviluppo (LOD) del modello ed applicazione delle regole. È intuitivo pensare che il dominio di validazione dovrebbe essere relazionato alla fase di sviluppo in cui si trova il progetto per far sì che, durante l'esecuzione dei controlli, siano presenti tutte le informazioni necessarie. All'interno della norma UNI 11337 possiamo trovare una corrispondenza fra la fase del processo edilizio ed il livello di sviluppo previsto (figura 56).

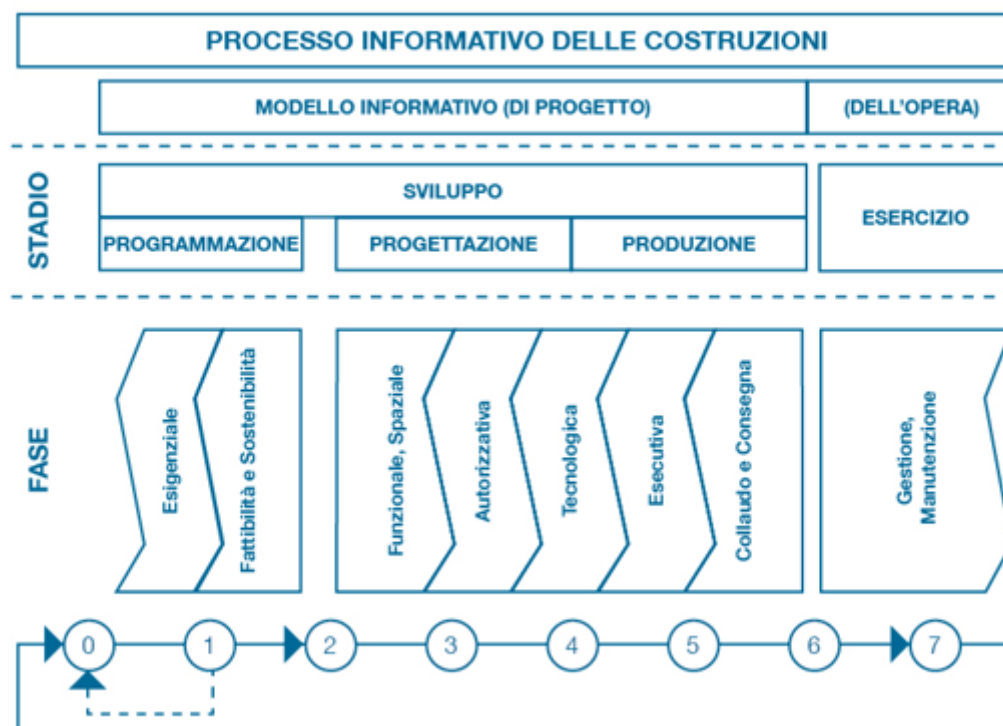


Figura 56 - Processo informativo delle costruzioni e livelli di dettaglio, UNI 11337

La definizione dei livelli di sviluppo è necessaria ad aiutare i membri del team a collaborare, avendo un'immagine chiara di ciò che deve essere incluso in ogni fase e stabilendo quali informazioni devono essere incluse all'interno di ciascuna fase di progettazione.

Purtroppo attualmente il concetto di LOD non risulta molto chiaro e questo è dovuto alla differenziazione, non solo terminologica, in campo locale ed internazionale. All'interno della normativa italiana troviamo il concetto di LOD (livello di sviluppo degli oggetti digitali) come sommatoria di LOI (livello di sviluppo degli oggetti digitali: attributi informativi) e LOG (attributi geometrici). Questa classificazione risulta differente rispetto alla struttura internazionale che associa un livello di sviluppo anche al modello, generando confusione fra i soggetti coinvolti, in un panorama che evolve velocemente.

Spesso si pensa che il modo migliore per andare incontro alla confusione risieda nel dettagliare il più possibile il modello in ogni caso, ma anche un'eccessiva presenza di informazioni può comportare problemi allungando i tempi di realizzazione e di verifica dei modelli. Per comprendere meglio possiamo pensare ad un controllo di interferenze fra il modello architettonico e strutturale: in questo caso un LOD 100 risulta più adatto di un LOD 300 o LOD 400, in quanto questo tipo di verifica necessita esclusivamente di informazioni

geometriche, già presenti in quantità sufficienti nella fase concettuale.

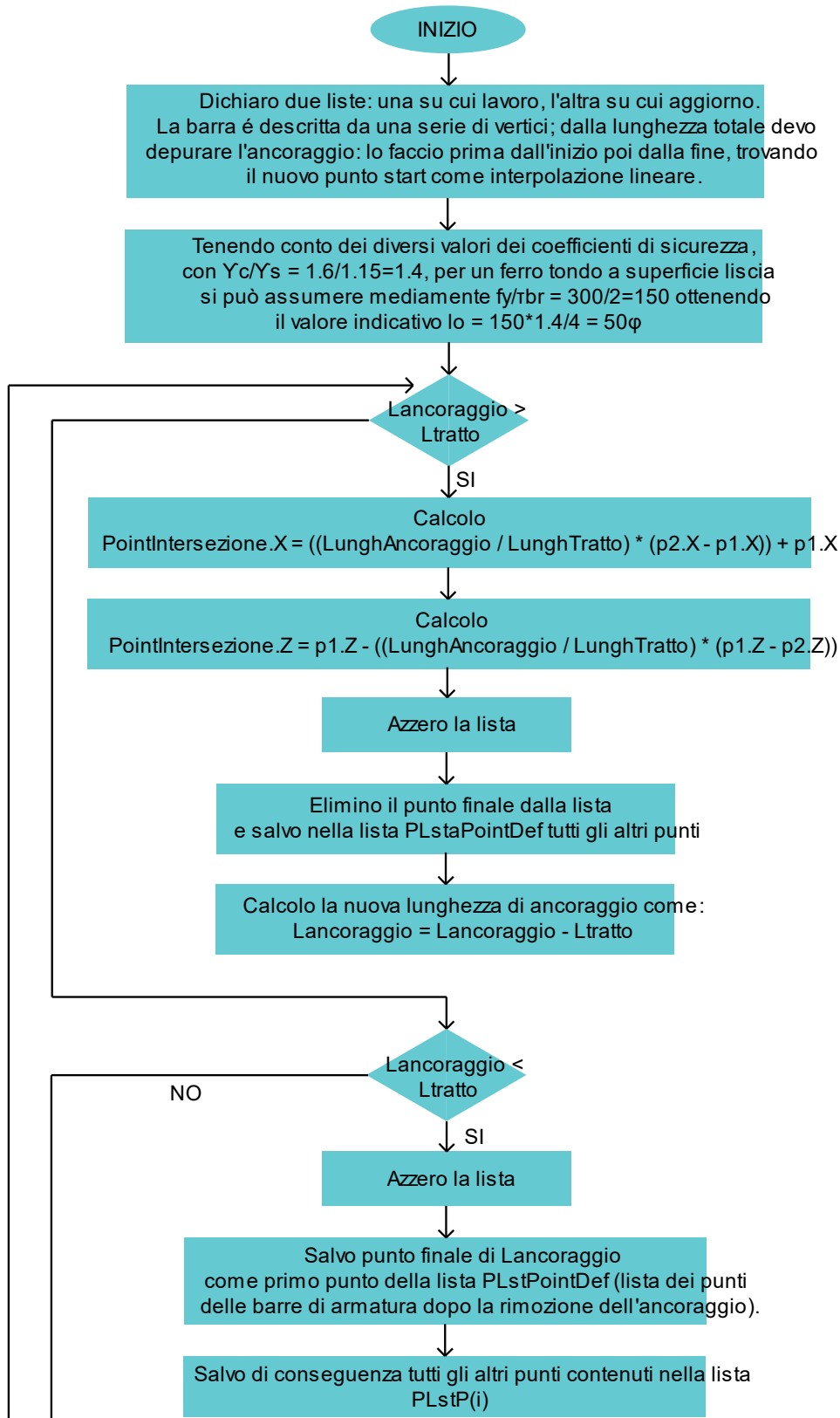
In questa situazione risulta fondamentale definire il livello di dettaglio da raggiungere in ogni fase già all'interno delle fasi decisionali, in modo tale che i soggetti coinvolti sappiano quante e quali informazioni è necessario inserire.

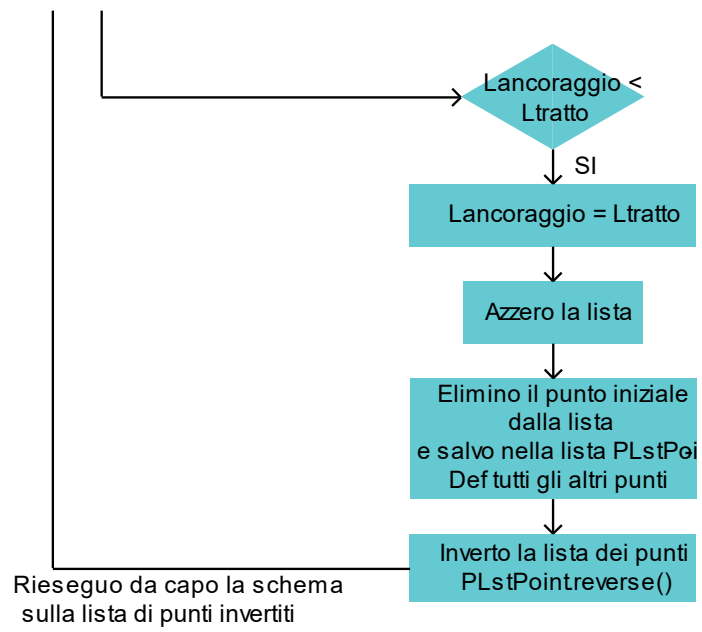
Le problematiche emerse evidenziano come il processo di validazione richieda ancora notevoli cambiamenti e miglioramenti, sia a livello informatico che metodologico, tali da comportare un continuo studio ed evoluzione delle tecnologie implementate.

Nonostante ciò la qualità dei risultati ottenuti è ritenuta soddisfacente corrispondendo a pieno agli obiettivi prefissati.

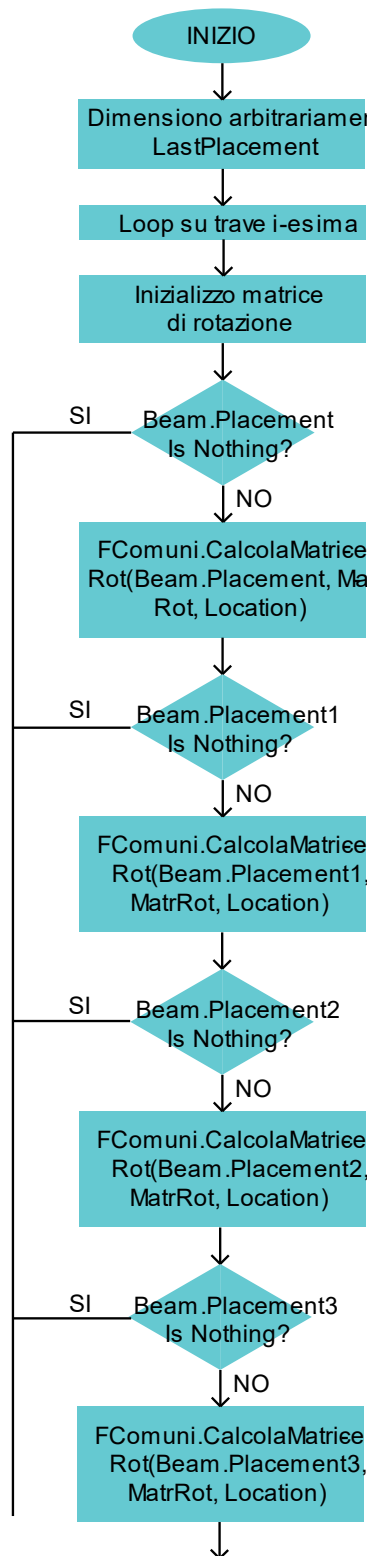
Appendice A – Flow-chart dei codici

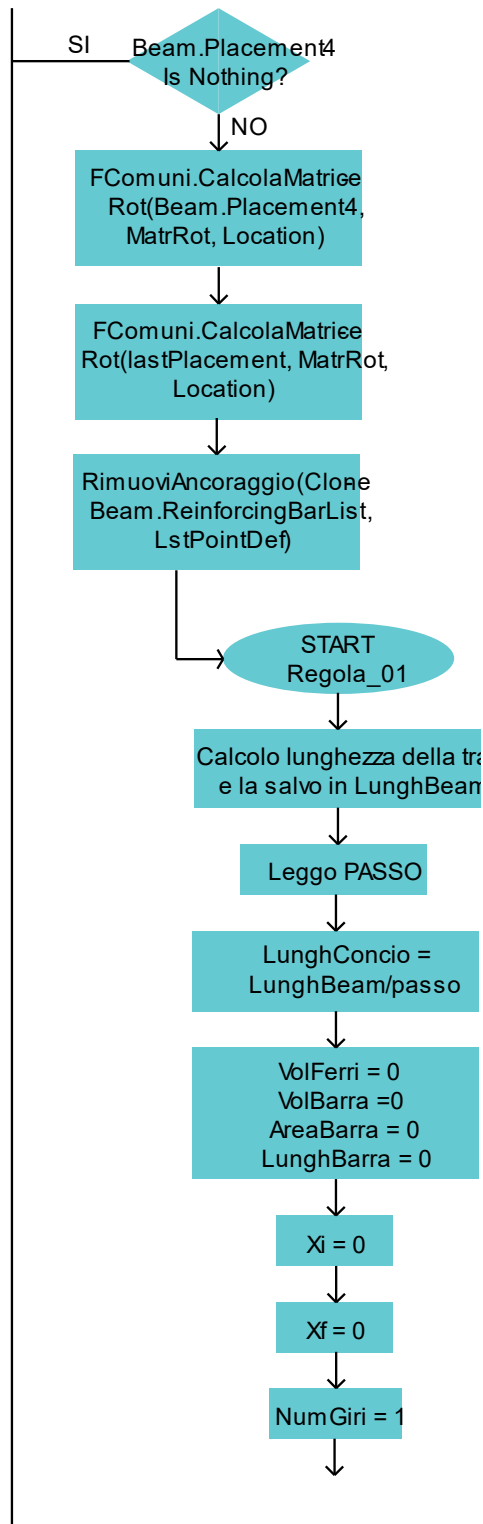
A.1 Funzione di rimozione degli ancoraggi

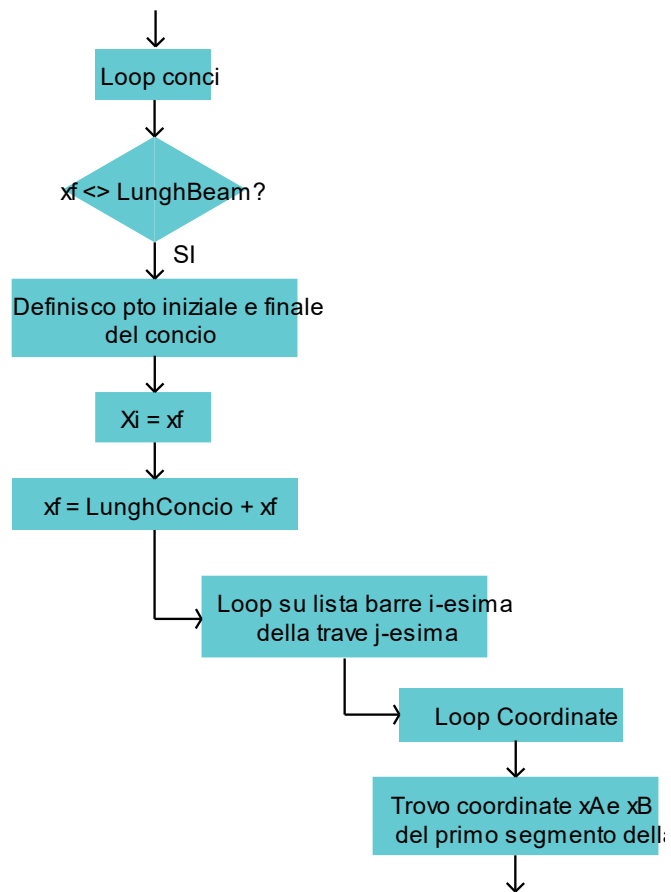


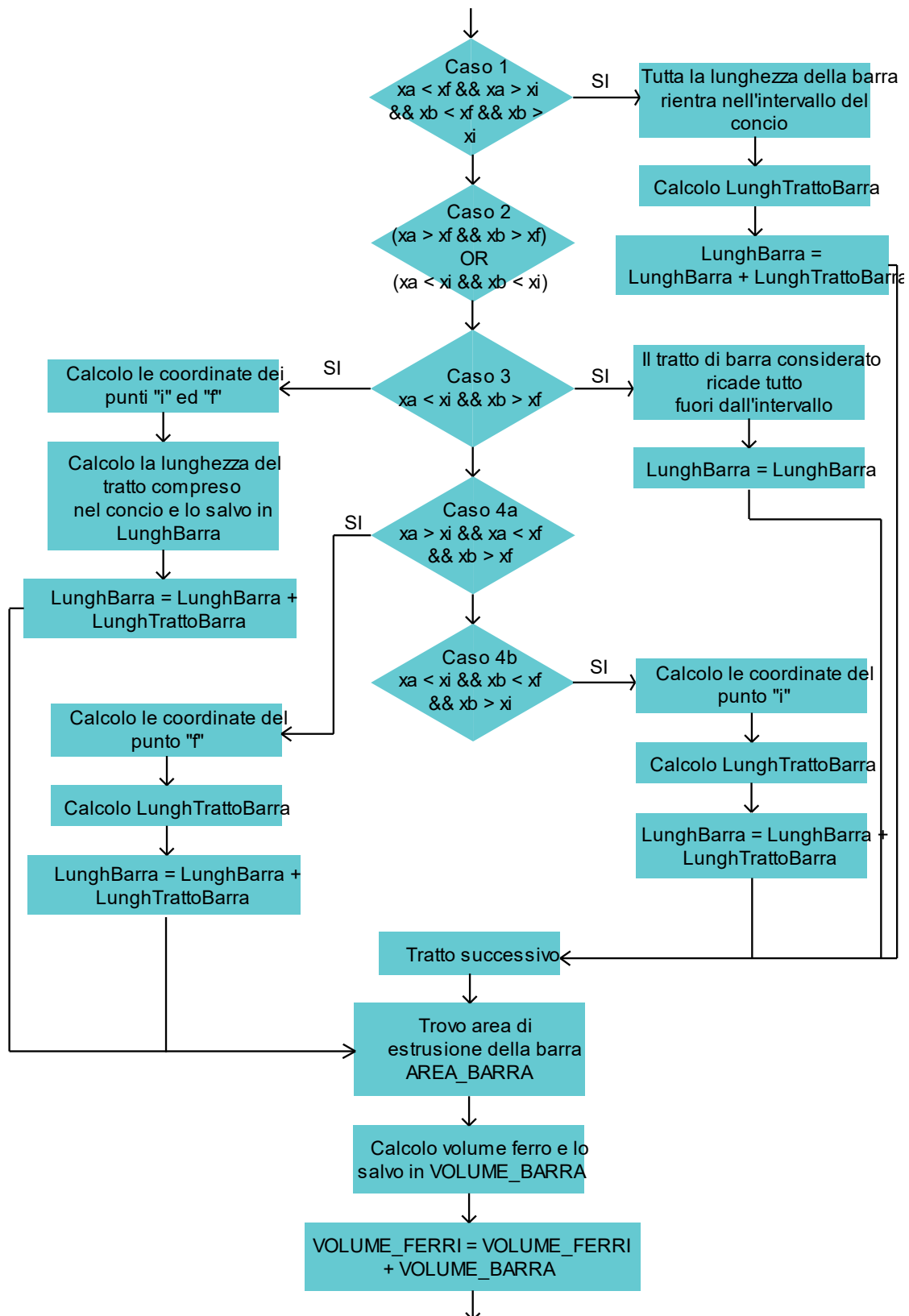


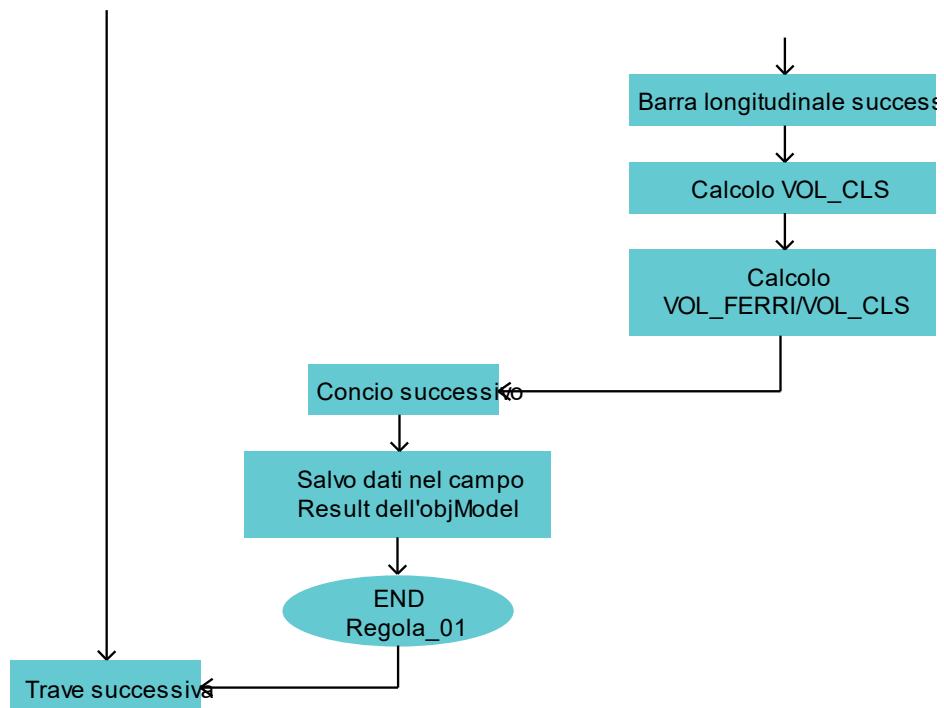
A.2 Regola 1



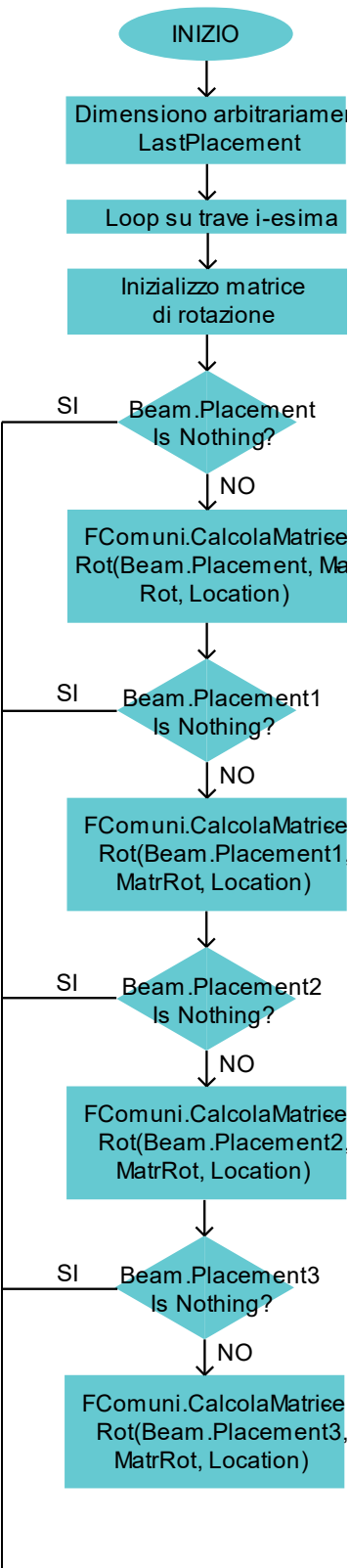


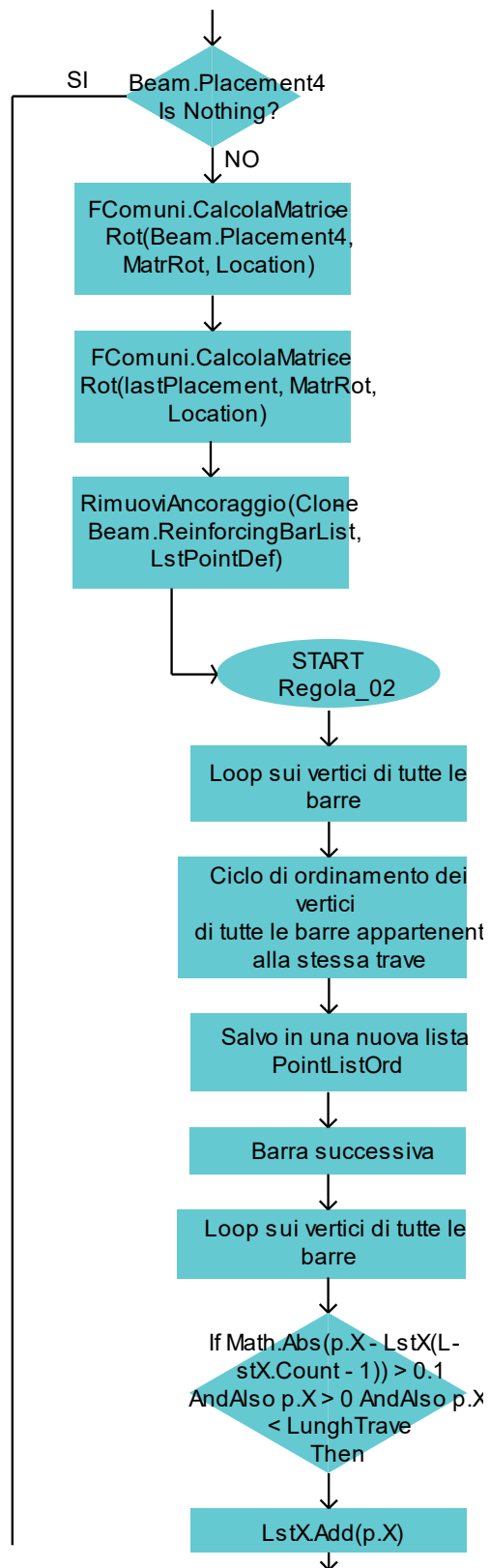


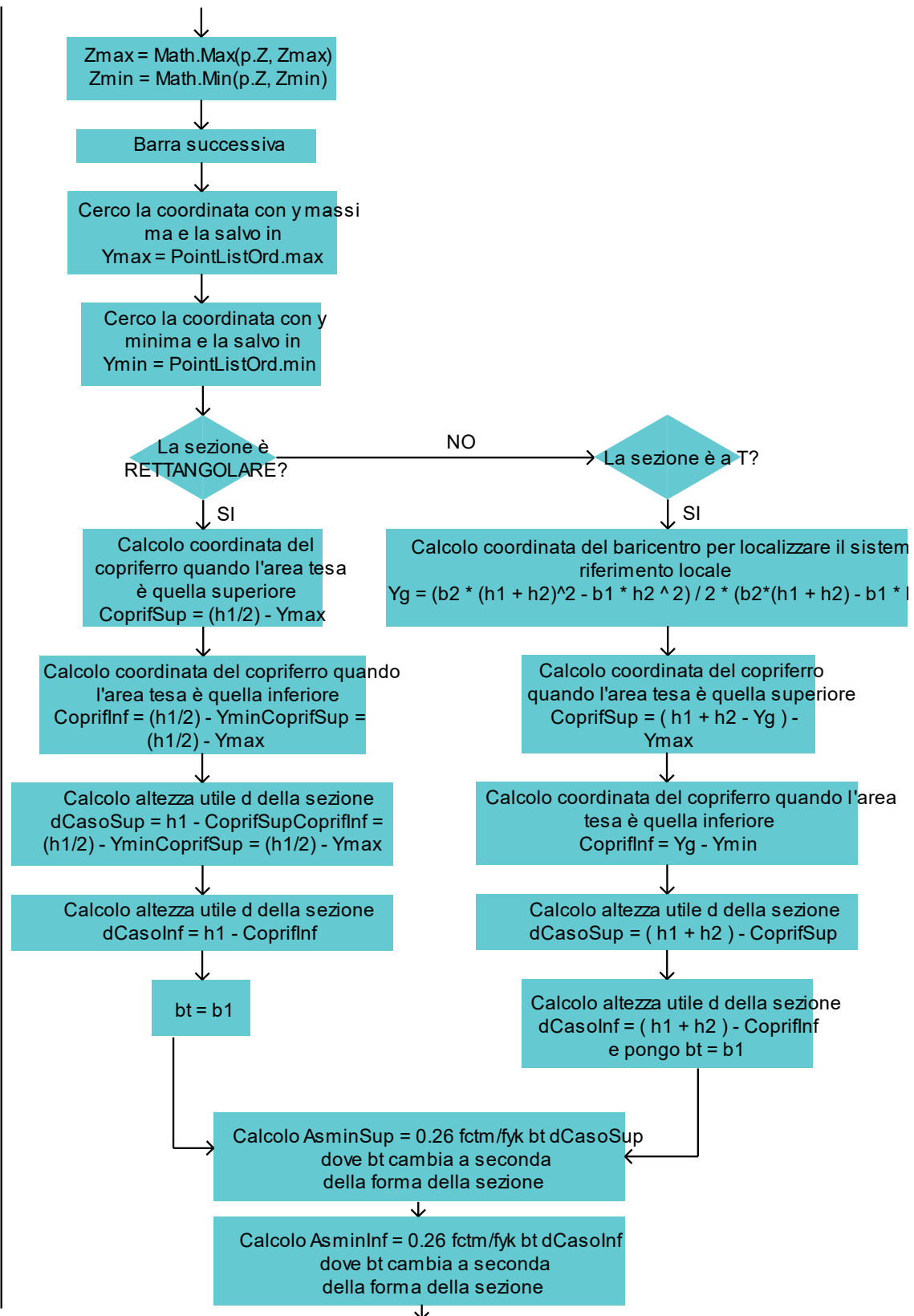


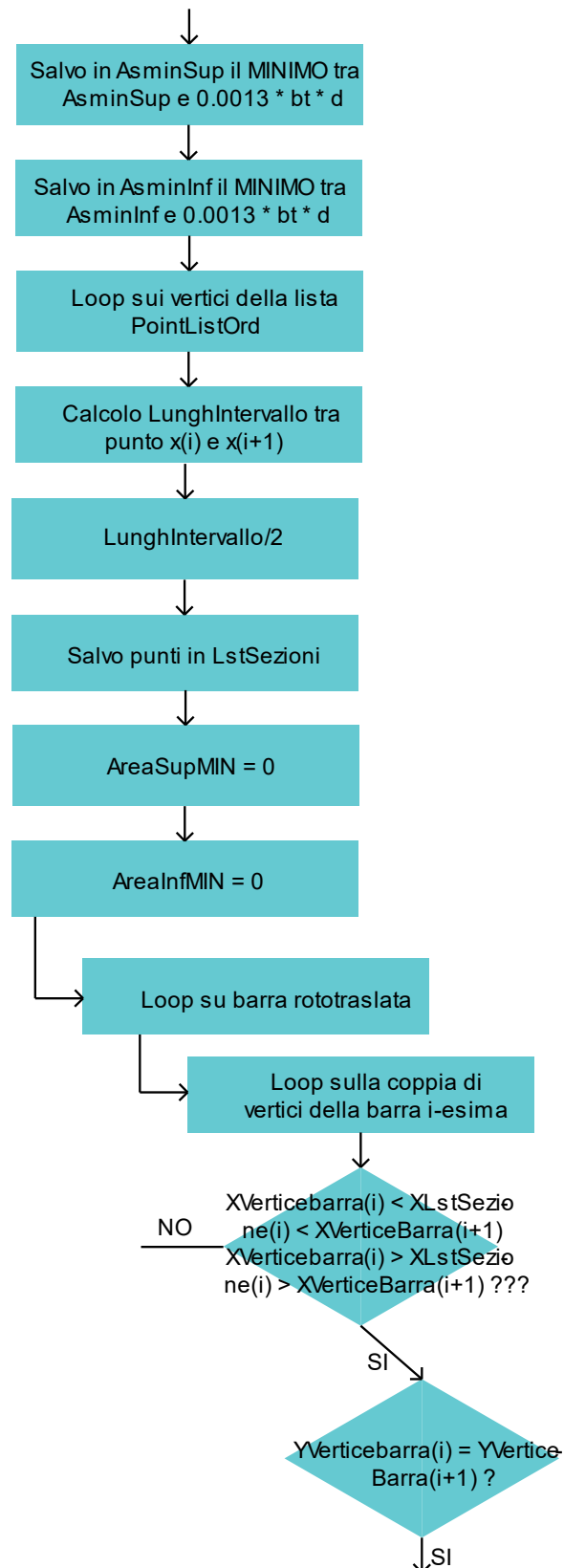


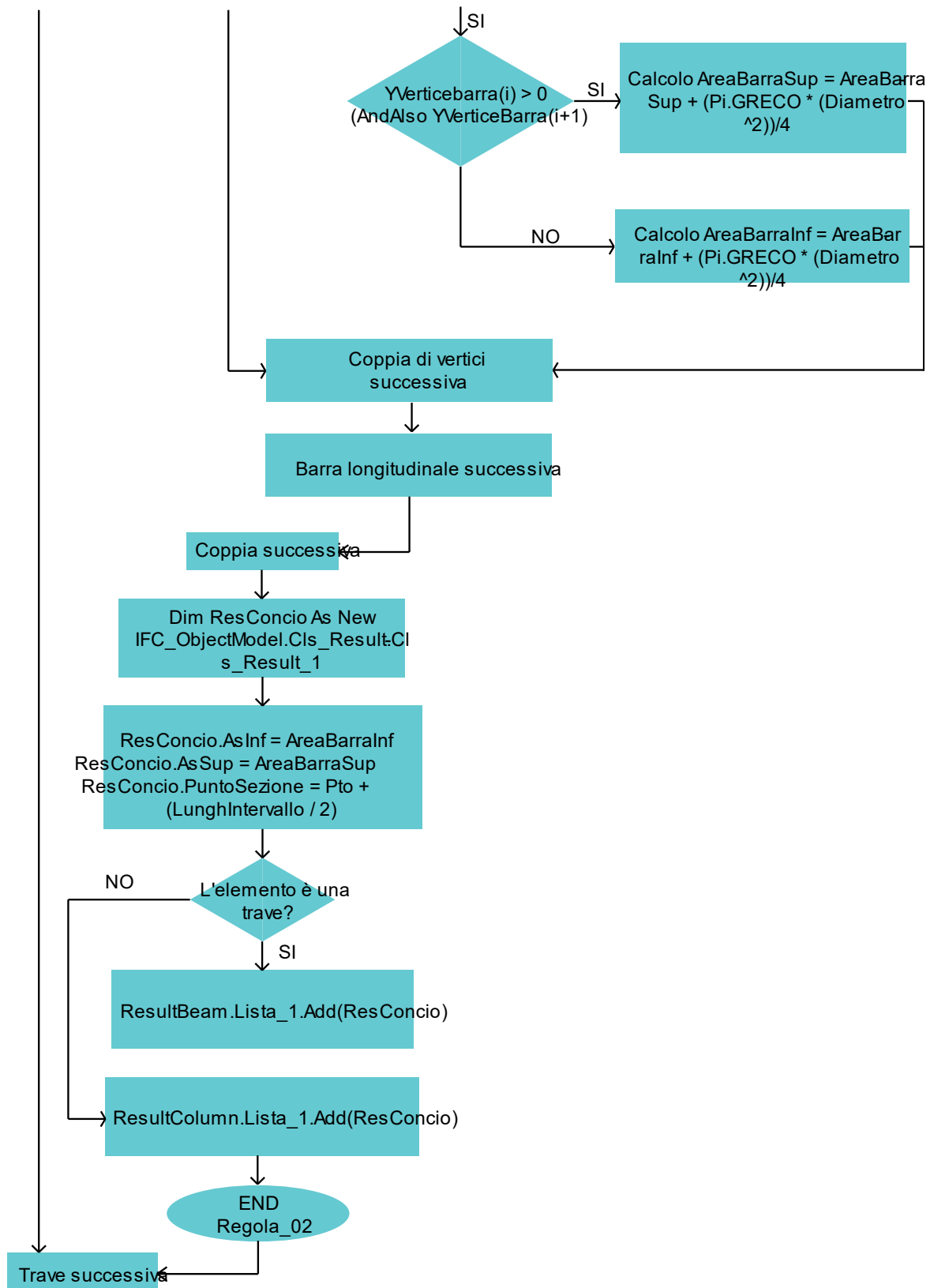
A.3 Regola 2



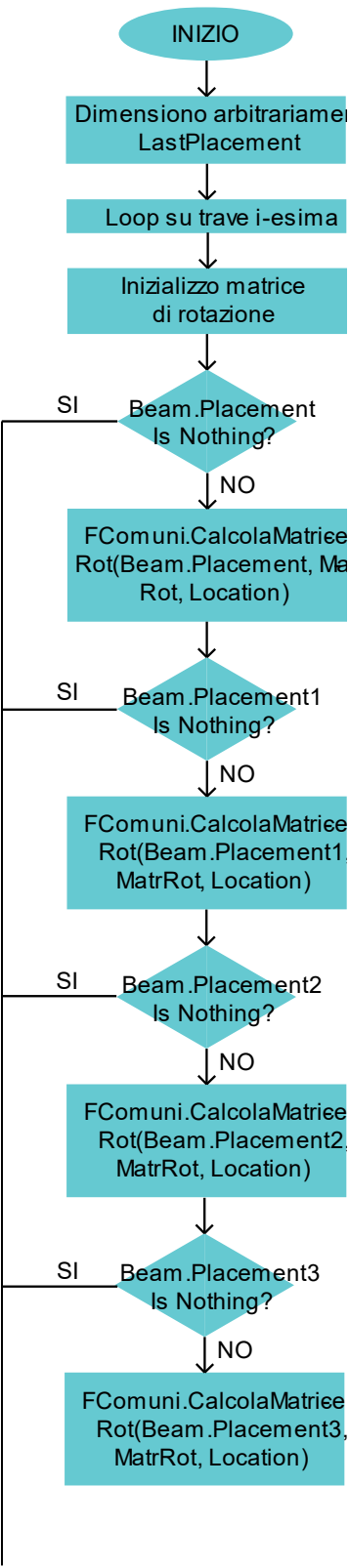


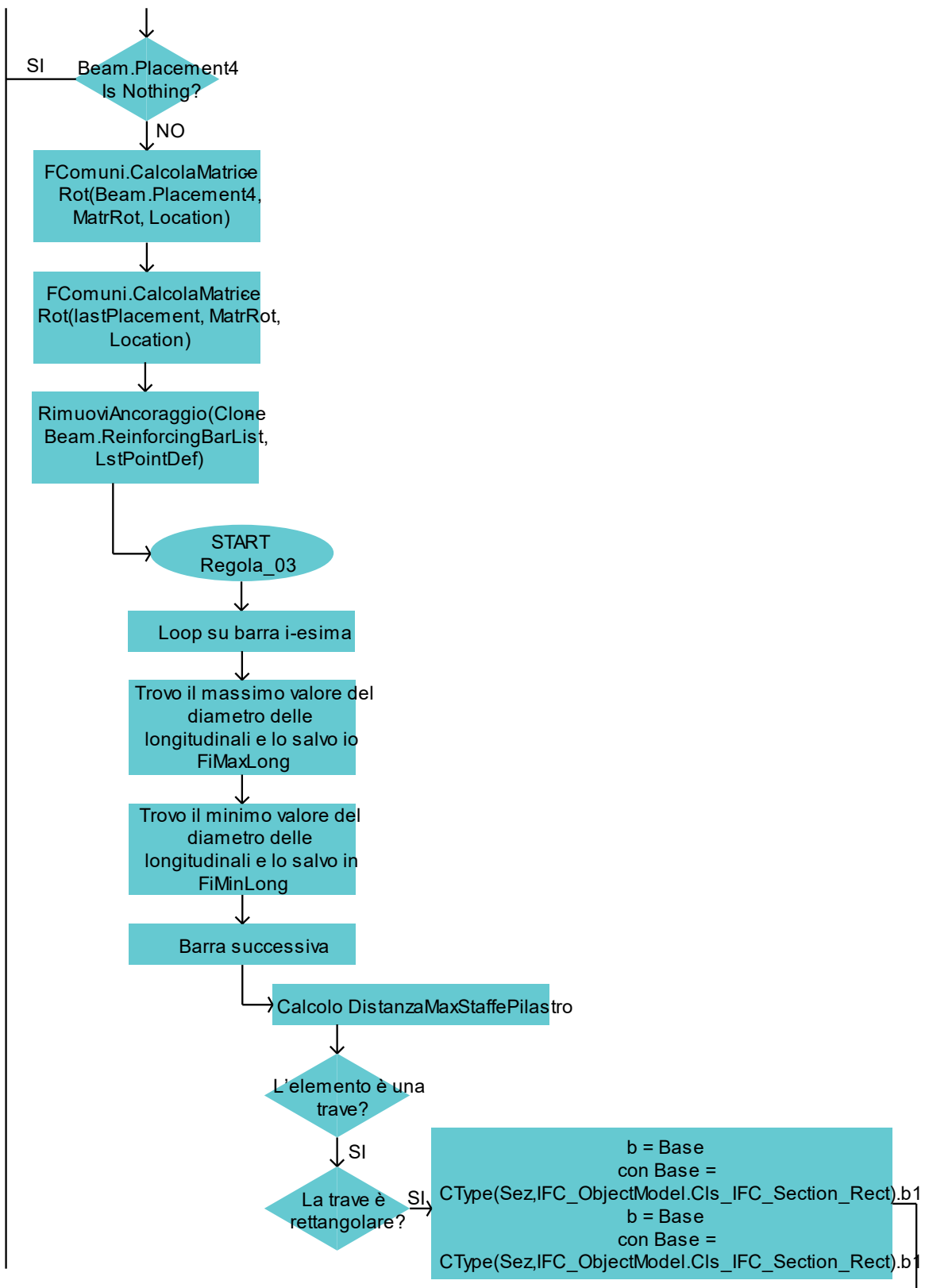


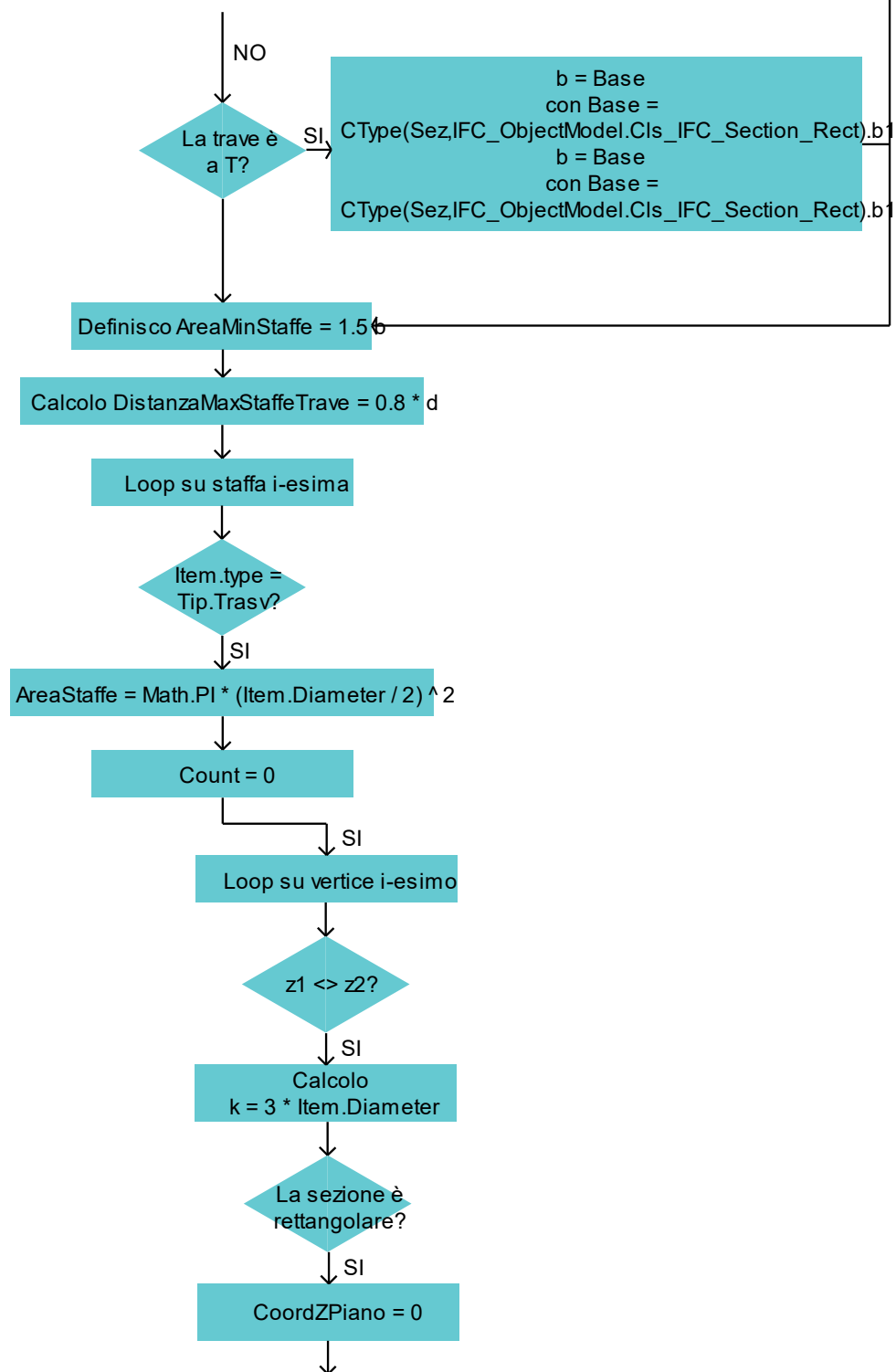


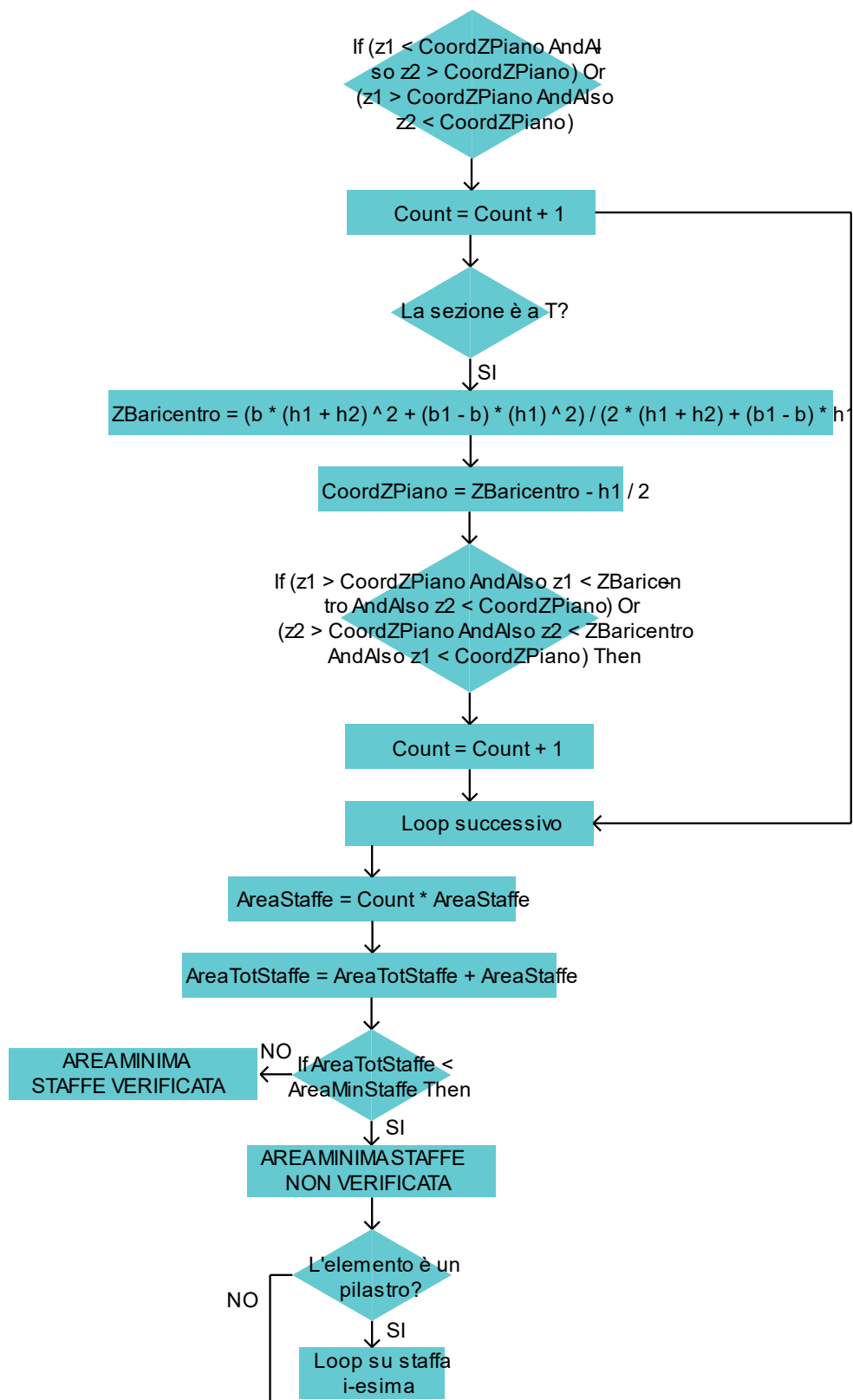


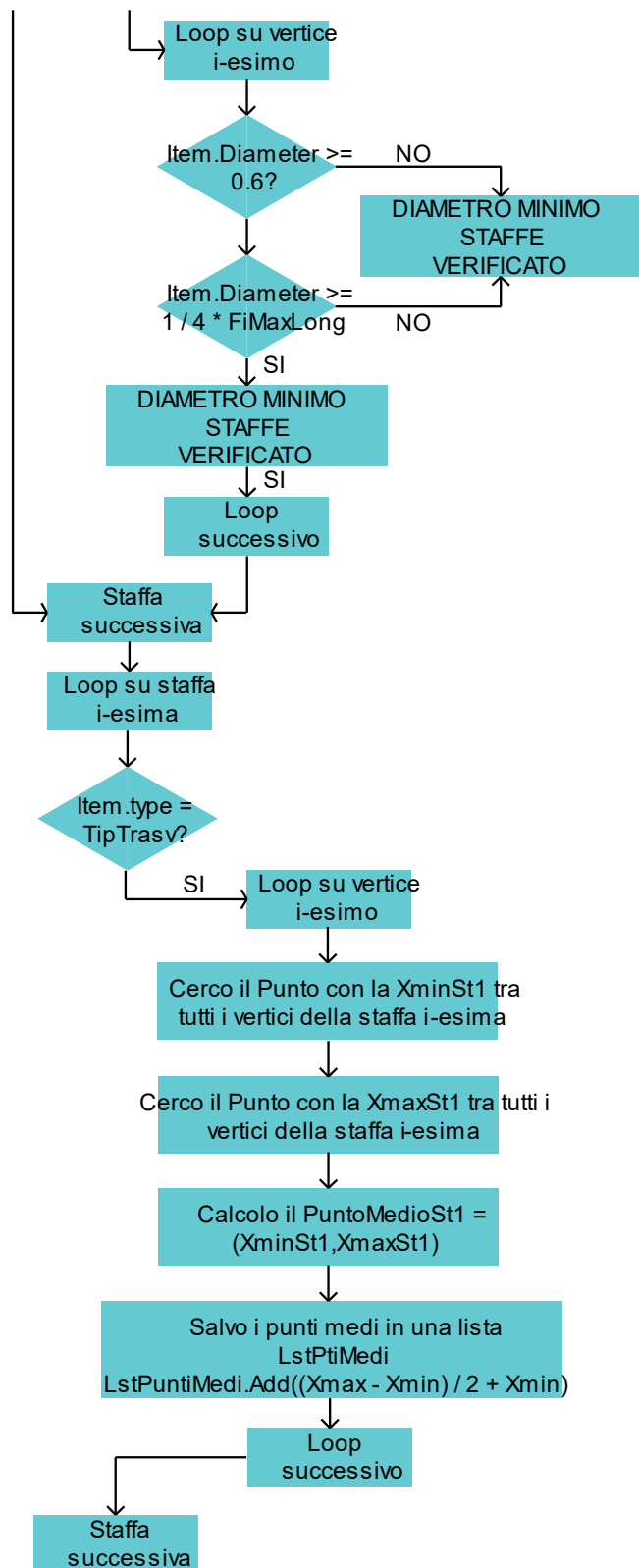
A.4 Regola 3

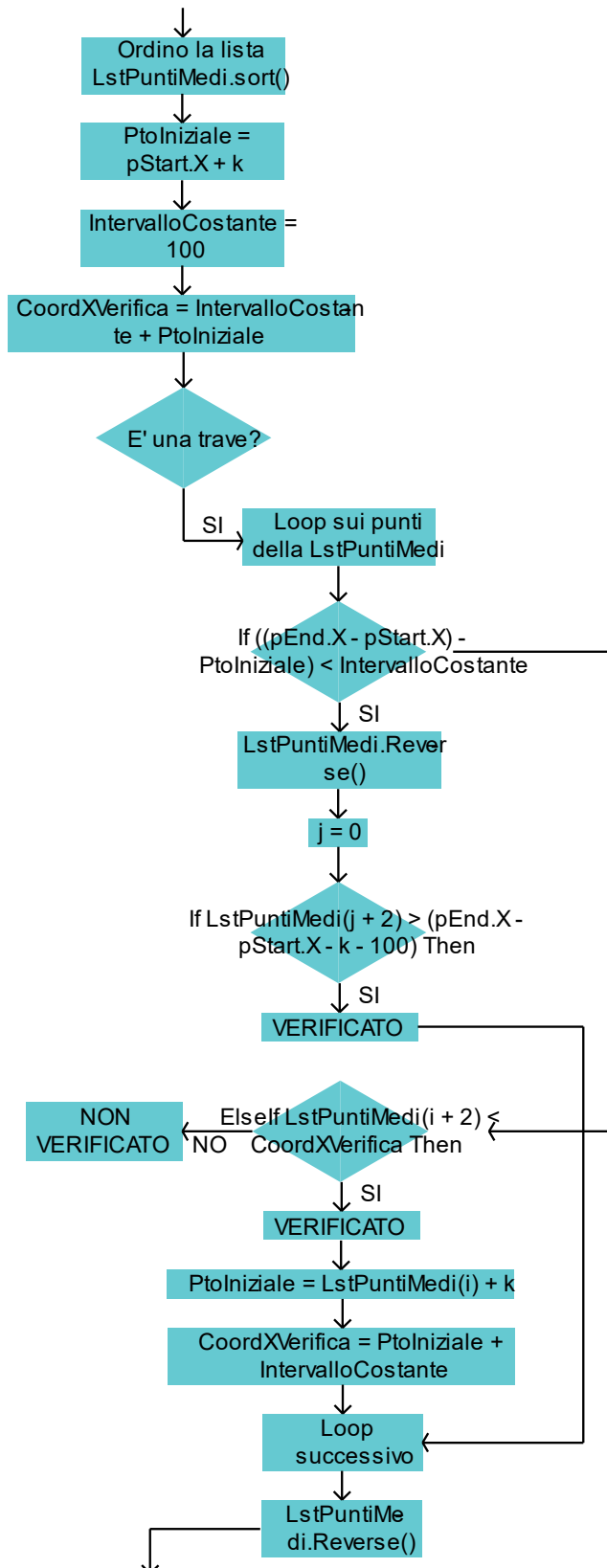


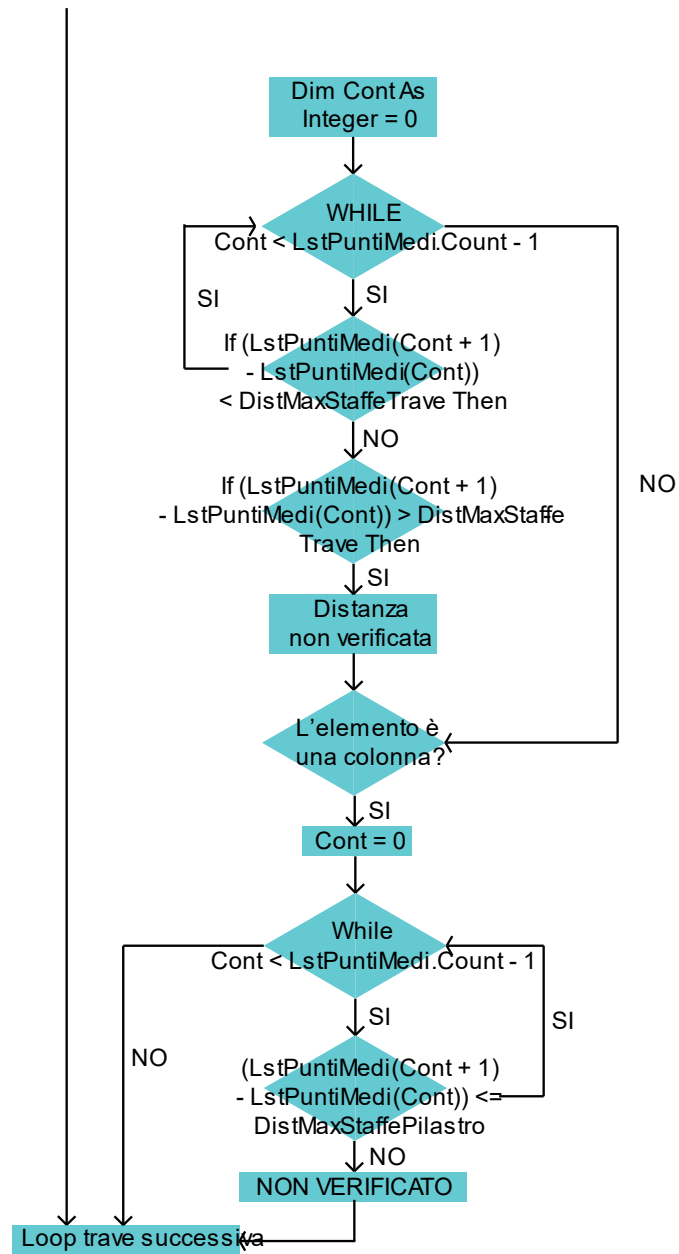












Appendice B – Report risultati

B.1 Report regola 1

RAPPORTO FERRO/CALCESTRUZZO

Elemento: **Pilastr**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01Igog**
Livello: **L 08_+34.16**

Concio 1	Coordinate: [0 ; 13,1] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 2	Coordinate: [13,1 ; 26,2] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 3	Coordinate: [26,2 ; 39,3] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 4	Coordinate: [39,3 ; 52,4] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 5	Coordinate: [52,4 ; 65,5] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 6	Coordinate: [65,5 ; 78,6] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 7	Coordinate: [78,6 ; 91,7] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 8	Coordinate: [91,7 ; 104,8] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 9	Coordinate: [104,8 ; 117,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 10	Coordinate: [117,9 ; 131] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 11	Coordinate: [131 ; 144,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 12	Coordinate: [144,1 ; 157,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 13	Coordinate: [157,2 ; 170,3] cm
Volume ferri [cm³]	452,39
Volume concio [cm³]	86007,61
Rapporto	0,005

Concio 14	Coordinate: [170,3 ; 183,4] cm
Volume ferri [cm³]	3292,39
Volume concio [cm³]	83167,61
Rapporto	0,039

Concio 15	Coordinate: [183,4 ; 196,5] cm
Volume ferri [cm³]	3292,39
Volume concio [cm³]	83167,61
Rapporto	0,039

Concio 16	Coordinate: [196,5 ; 209,6] cm

Volume ferri [cm³]	3292,39
Volume concio [cm³]	83167,61
Rapporto	0,039

Concio 17	Coordinate: [209,6 ; 222,7] cm
Volume ferri [cm³]	3292,39
Volume concio [cm³]	83167,61
Rapporto	0,039

Concio 18	Coordinate: [222,7 ; 235,8] cm
Volume ferri [cm³]	452,39
Volume concio [cm³]	86007,61
Rapporto	0,005

Concio 19	Coordinate: [235,8 ; 248,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 20	Coordinate: [248,9 ; 262] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 21	Coordinate: [262 ; 275,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460

Rapporto	0
-----------------	---

Concio 22	Coordinate: [275,1 ; 288,2] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 23	Coordinate: [288,2 ; 301,3] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 24	Coordinate: [301,3 ; 314,4] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 25	Coordinate: [314,4 ; 327,5] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 26	Coordinate: [327,5 ; 340,6] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 27	Coordinate: [340,6 ; 353,7] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 28	Coordinate: [353,7 ; 366,8] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 29	Coordinate: [366,8 ; 379,9] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 30	Coordinate: [379,9 ; 393] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01Igoe**
Livello: **L 08_+34,16**

Concio 1	Coordinate: [0 ; 13,1] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 2	Coordinate: [13,1 ; 26,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 3	Coordinate: [26,2 ; 39,3] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 4	Coordinate: [39,3 ; 52,4] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 5	Coordinate: [52,4 ; 65,5] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 6	Coordinate: [65,5 ; 78,6] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 7	Coordinate: [78,6 ; 91,7] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 8	Coordinate: [91,7 ; 104,8] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 9	Coordinate: [104,8 ; 117,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 10	Coordinate: [117,9 ; 131] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 11	Coordinate: [131 ; 144,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 12	Coordinate: [144,1 ; 157,2] cm

Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 13	Coordinate: [157,2 ; 170,3] cm
Volume ferri [cm³]	542,871
Volume concio [cm³]	85917,13
Rapporto	0,006

Concio 14	Coordinate: [170,3 ; 183,4] cm
Volume ferri [cm³]	3950,87
Volume concio [cm³]	82509,13
Rapporto	0,048

Concio 15	Coordinate: [183,4 ; 196,5] cm
Volume ferri [cm³]	3950,87
Volume concio [cm³]	82509,13
Rapporto	0,048

Concio 16	Coordinate: [196,5 ; 209,6] cm
Volume ferri [cm³]	3950,87
Volume concio [cm³]	82509,13
Rapporto	0,048

Concio 17	Coordinate: [209,6 ; 222,7] cm
Volume ferri [cm³]	3950,87
Volume concio [cm³]	82509,13

Rapporto	0,048
-----------------	-------

Concio 18	Coordinate: [222,7 ; 235,8] cm
Volume ferri [cm³]	542,87
Volume concio [cm³]	85917,13
Rapporto	0,006

Concio 19	Coordinate: [235,8 ; 248,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 20	Coordinate: [248,9 ; 262] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 21	Coordinate: [262 ; 275,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 22	Coordinate: [275,1 ; 288,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 23	Coordinate: [288,2 ; 301,3] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 24	Coordinate: [301,3 ; 314,4] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 25	Coordinate: [314,4 ; 327,5] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 26	Coordinate: [327,5 ; 340,6] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 27	Coordinate: [340,6 ; 353,7] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 28	Coordinate: [353,7 ; 366,8] cm
------------------	--------------------------------

Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 29	Coordinate: [366,8 ; 379,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 30	Coordinate: [379,9 ; 393] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01Igok**
Livello: **L 08_+34.16**

Concio 1	Coordinate: [0 ; 13,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 2	Coordinate: [13,1 ; 26,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 3	Coordinate: [26,2 ; 39,3] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 4	Coordinate: [39,3 ; 52,4] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 5	Coordinate: [52,4 ; 65,5] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 6	Coordinate: [65,5 ; 78,6] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 7	Coordinate: [78,6 ; 91,7] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 8	Coordinate: [91,7 ; 104,8] cm

Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 9	Coordinate: [104,8 ; 117,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 10	Coordinate: [117,9 ; 131] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 11	Coordinate: [131 ; 144,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 12	Coordinate: [144,1 ; 157,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86459,9999999997
Rapporto	0

Concio 13	Coordinate: [157,2 ; 170,3] cm
Volume ferri [cm³]	542,87
Volume concio [cm³]	85917,13

Rapporto	0,006
-----------------	-------

Concio 14	Coordinate: [170,3 ; 183,4] cm
Volume ferri [cm³]	3950,87
Volume concio [cm³]	82509,13
Rapporto	0,048

Concio 15	Coordinate: [183,4 ; 196,5] cm
Volume ferri [cm³]	3950,87
Volume concio [cm³]	82509,13
Rapporto	0,048

Concio 16	Coordinate: [196,5 ; 209,6] cm
Volume ferri [cm³]	3950,87
Volume concio [cm³]	82509,13
Rapporto	0,048

Concio 17	Coordinate: [209,6 ; 222,7] cm
Volume ferri [cm³]	3950,87
Volume concio [cm³]	82509,13
Rapporto	0,048

Concio 18	Coordinate: [222,7 ; 235,8] cm
Volume ferri [cm³]	542,87
Volume concio [cm³]	85917,13
Rapporto	0,006

Concio 19	Coordinate: [235,8 ; 248,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 20	Coordinate: [248,9 ; 262] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 21	Coordinate: [262 ; 275,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 22	Coordinate: [275,1 ; 288,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 23	Coordinate: [288,2 ; 301,3] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 24	Coordinate: [301,3 ; 314,4] cm
------------------	--------------------------------

Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 25	Coordinate: [314,4 ; 327,5] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 26	Coordinate: [327,5 ; 340,6] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 27	Coordinate: [340,6 ; 353,7] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 28	Coordinate: [353,7 ; 366,8] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 29	Coordinate: [366,8 ; 379,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460

Rapporto	0
-----------------	---

Concio 30	Coordinate: [379,9 ; 393] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01Igoi**
Livello: **L 08_+34.16**

Concio 1	Coordinate: [0 ; 13,1] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 2	Coordinate: [13,1 ; 26,2] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 3	Coordinate: [26,2 ; 39,3] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 4	Coordinate: [39,3 ; 52,4] cm
Volume ferri [cm^3]	0

Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 5	Coordinate: [52,4 ; 65,5] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 6	Coordinate: [65,5 ; 78,6] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 7	Coordinate: [78,6 ; 91,7] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 8	Coordinate: [91,7 ; 104,8] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 9	Coordinate: [104,8 ; 117,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 10	Coordinate: [117,9 ; 131] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 11	Coordinate: [131 ; 144,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 12	Coordinate: [144,1 ; 157,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 13	Coordinate: [157,2 ; 170,3] cm
Volume ferri [cm³]	542,87
Volume concio [cm³]	85917,13
Rapporto	0,006

Concio 14	Coordinate: [170,3 ; 183,4] cm
Volume ferri [cm³]	3950,87
Volume concio [cm³]	82509,13
Rapporto	0,048

Concio 15	Coordinate: [183,4 ; 196,5] cm
Volume ferri [cm^3]	3950,87
Volume concio [cm^3]	82509,13
Rapporto	0,048

Concio 16	Coordinate: [196,5 ; 209,6] cm
Volume ferri [cm^3]	3950,87
Volume concio [cm^3]	82509,13
Rapporto	0,048

Concio 17	Coordinate: [209,6 ; 222,7] cm
Volume ferri [cm^3]	3950,87
Volume concio [cm^3]	82509,13
Rapporto	0,048

Concio 18	Coordinate: [222,7 ; 235,8] cm
Volume ferri [cm^3]	542,87
Volume concio [cm^3]	85917,13
Rapporto	0,006

Concio 19	Coordinate: [235,8 ; 248,9] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 20	Coordinate: [248,9 ; 262] cm

Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 21	Coordinate: [262 ; 275,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 22	Coordinate: [275,1 ; 288,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 23	Coordinate: [288,2 ; 301,3] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 24	Coordinate: [301,3 ; 314,4] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 25	Coordinate: [314,4 ; 327,5] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460

Rapporto	0
-----------------	---

Concio 26	Coordinate: [327,5 ; 340,6] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 27	Coordinate: [340,6 ; 353,7] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 28	Coordinate: [353,7 ; 366,8] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86459,9999999997
Rapporto	0

Concio 29	Coordinate: [366,8 ; 379,9] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 30	Coordinate: [379,9 ; 393] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01IgoY**
Livello: **L 08_+34,16**

Concio 1	Coordinate: [0 ; 13,1] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 2	Coordinate: [13,1 ; 26,2] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 3	Coordinate: [26,2 ; 39,3] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 4	Coordinate: [39,3 ; 52,4] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 5	Coordinate: [52,4 ; 65,5] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 6	Coordinate: [65,5 ; 78,6] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 7	Coordinate: [78,6 ; 91,7] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 8	Coordinate: [91,7 ; 104,8] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 9	Coordinate: [104,8 ; 117,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 10	Coordinate: [117,9 ; 131] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 11	Coordinate: [131 ; 144,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 12	Coordinate: [144,1 ; 157,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 13	Coordinate: [157,2 ; 170,3] cm
Volume ferri [cm³]	542,87
Volume concio [cm³]	85917,13
Rapporto	0,006

Concio 14	Coordinate: [170,3 ; 183,4] cm
Volume ferri [cm³]	3950,87
Volume concio [cm³]	82509,13
Rapporto	0,048

Concio 15	Coordinate: [183,4 ; 196,5] cm
Volume ferri [cm³]	3950,87
Volume concio [cm³]	82509,13
Rapporto	0,048

Concio 16	Coordinate: [196,5 ; 209,6] cm

Volume ferri [cm³]	3950,87
Volume concio [cm³]	82509,13
Rapporto	0,048

Concio 17	Coordinate: [209,6 ; 222,7] cm
Volume ferri [cm³]	3950,87
Volume concio [cm³]	82509,13
Rapporto	0,048

Concio 18	Coordinate: [222,7 ; 235,8] cm
Volume ferri [cm³]	542,87
Volume concio [cm³]	85917,13
Rapporto	0,006

Concio 19	Coordinate: [235,8 ; 248,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 20	Coordinate: [248,9 ; 262] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 21	Coordinate: [262 ; 275,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460

Rapporto	0
-----------------	---

Concio 22	Coordinate: [275,1 ; 288,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 23	Coordinate: [288,2 ; 301,3] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 24	Coordinate: [301,3 ; 314,4] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 25	Coordinate: [314,4 ; 327,5] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 26	Coordinate: [327,5 ; 340,6] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 27	Coordinate: [340,6 ; 353,7] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 28	Coordinate: [353,7 ; 366,8] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 29	Coordinate: [366,8 ; 379,9] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 30	Coordinate: [379,9 ; 393] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01IgoW**
Livello: **L 08_+34,16**

Concio 1	Coordinate: [0 ; 13,1] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 2	Coordinate: [13,1 ; 26,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 3	Coordinate: [26,2 ; 39,3] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 4	Coordinate: [39,3 ; 52,4] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 5	Coordinate: [52,4 ; 65,5] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 6	Coordinate: [65,5 ; 78,6] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 7	Coordinate: [78,6 ; 91,7] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 8	Coordinate: [91,7 ; 104,8] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 9	Coordinate: [104,8 ; 117,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 10	Coordinate: [117,9 ; 131] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 11	Coordinate: [131 ; 144,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 12	Coordinate: [144,1 ; 157,2] cm

Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 13	Coordinate: [157,2 ; 170,3] cm
Volume ferri [cm³]	542,87
Volume concio [cm³]	85917,13
Rapporto	0,006

Concio 14	Coordinate: [170,3 ; 183,4] cm
Volume ferri [cm³]	3950,87
Volume concio [cm³]	82509,13
Rapporto	0,048

Concio 15	Coordinate: [183,4 ; 196,5] cm
Volume ferri [cm³]	3950,87
Volume concio [cm³]	82509,13
Rapporto	0,048

Concio 16	Coordinate: [196,5 ; 209,6] cm
Volume ferri [cm³]	3950,87
Volume concio [cm³]	82509,13
Rapporto	0,048

Concio 17	Coordinate: [209,6 ; 222,7] cm
Volume ferri [cm³]	3950,87
Volume concio [cm³]	82509,13

Rapporto	0,048
-----------------	-------

Concio 18	Coordinate: [222,7 ; 235,8] cm
Volume ferri [cm³]	542,87
Volume concio [cm³]	85917,13
Rapporto	0,006

Concio 19	Coordinate: [235,8 ; 248,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 20	Coordinate: [248,9 ; 262] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 21	Coordinate: [262 ; 275,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 22	Coordinate: [275,1 ; 288,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 23	Coordinate: [288,2 ; 301,3] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 24	Coordinate: [301,3 ; 314,4] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 25	Coordinate: [314,4 ; 327,5] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 26	Coordinate: [327,5 ; 340,6] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 27	Coordinate: [340,6 ; 353,7] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 28	Coordinate: [353,7 ; 366,8] cm
------------------	--------------------------------

Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 29	Coordinate: [366,8 ; 379,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 30	Coordinate: [379,9 ; 393] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01Igc**
Livello: **L 08_+34.16**

Concio 1	Coordinate: [0 ; 13,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 2	Coordinate: [13,1 ; 26,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 3	Coordinate: [26,2 ; 39,3] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 4	Coordinate: [39,3 ; 52,4] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 5	Coordinate: [52,4 ; 65,5] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 6	Coordinate: [65,5 ; 78,6] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 7	Coordinate: [78,6 ; 91,7] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 8	Coordinate: [91,7 ; 104,8] cm

Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 9	Coordinate: [104,8 ; 117,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 10	Coordinate: [117,9 ; 131] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 11	Coordinate: [131 ; 144,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 12	Coordinate: [144,1 ; 157,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 13	Coordinate: [157,2 ; 170,3] cm
Volume ferri [cm³]	542,87
Volume concio [cm³]	85917,13

Rapporto	0,006
-----------------	-------

Concio 14	Coordinate: [170,3 ; 183,4] cm
Volume ferri [cm³]	3950,87
Volume concio [cm³]	82509,13
Rapporto	0,048

Concio 15	Coordinate: [183,4 ; 196,5] cm
Volume ferri [cm³]	3950,87
Volume concio [cm³]	82509,13
Rapporto	0,048

Concio 16	Coordinate: [196,5 ; 209,6] cm
Volume ferri [cm³]	3950,87
Volume concio [cm³]	82509,13
Rapporto	0,048

Concio 17	Coordinate: [209,6 ; 222,7] cm
Volume ferri [cm³]	3950,87
Volume concio [cm³]	82509,13
Rapporto	0,048

Concio 18	Coordinate: [222,7 ; 235,8] cm
Volume ferri [cm³]	542,87
Volume concio [cm³]	85917,13
Rapporto	0,006

Concio 19	Coordinate: [235,8 ; 248,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 20	Coordinate: [248,9 ; 262] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 21	Coordinate: [262 ; 275,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 22	Coordinate: [275,1 ; 288,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 23	Coordinate: [288,2 ; 301,3] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 24	Coordinate: [301,3 ; 314,4] cm
------------------	--------------------------------

Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 25	Coordinate: [314,4 ; 327,5] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 26	Coordinate: [327,5 ; 340,6] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 27	Coordinate: [340,6 ; 353,7] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 28	Coordinate: [353,7 ; 366,8] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 29	Coordinate: [366,8 ; 379,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460

Rapporto	0
-----------------	---

Concio 30	Coordinate: [379,9 ; 393] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01Igow**
Livello: **L 08_+34.16**

Concio 1	Coordinate: [0 ; 13,1] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 2	Coordinate: [13,1 ; 26,2] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 3	Coordinate: [26,2 ; 39,3] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 4	Coordinate: [39,3 ; 52,4] cm
Volume ferri [cm^3]	0

Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 5	Coordinate: [52,4 ; 65,5] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 6	Coordinate: [65,5 ; 78,6] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 7	Coordinate: [78,6 ; 91,7] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 8	Coordinate: [91,7 ; 104,8] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 9	Coordinate: [104,8 ; 117,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 10	Coordinate: [117,9 ; 131] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 11	Coordinate: [131 ; 144,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 12	Coordinate: [144,1 ; 157,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 13	Coordinate: [157,2 ; 170,3] cm
Volume ferri [cm³]	452,39
Volume concio [cm³]	86007,61
Rapporto	0,005

Concio 14	Coordinate: [170,3 ; 183,4] cm
Volume ferri [cm³]	3292,39
Volume concio [cm³]	83167,61
Rapporto	0,039

Concio 15	Coordinate: [183,4 ; 196,5] cm
Volume ferri [cm³]	3292,39
Volume concio [cm³]	83167,61
Rapporto	0,039

Concio 16	Coordinate: [196,5 ; 209,6] cm
Volume ferri [cm³]	3292,39
Volume concio [cm³]	83167,61
Rapporto	0,039

Concio 17	Coordinate: [209,6 ; 222,7] cm
Volume ferri [cm³]	3292,39
Volume concio [cm³]	83167,61
Rapporto	0,039

Concio 18	Coordinate: [222,7 ; 235,8] cm
Volume ferri [cm³]	452,39
Volume concio [cm³]	86007,61
Rapporto	0,005

Concio 19	Coordinate: [235,8 ; 248,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 20	Coordinate: [248,9 ; 262] cm

Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 21	Coordinate: [262 ; 275,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 22	Coordinate: [275,1 ; 288,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 23	Coordinate: [288,2 ; 301,3] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 24	Coordinate: [301,3 ; 314,4] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 25	Coordinate: [314,4 ; 327,5] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460

Rapporto	0
-----------------	---

Concio 26	Coordinate: [327,5 ; 340,6] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 27	Coordinate: [340,6 ; 353,7] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 28	Coordinate: [353,7 ; 366,8] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 29	Coordinate: [366,8 ; 379,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 30	Coordinate: [379,9 ; 393] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01Igon**
Livello: **L 08_+34,16**

Concio 1	Coordinate: [0 ; 13,1] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 2	Coordinate: [13,1 ; 26,2] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 3	Coordinate: [26,2 ; 39,3] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 4	Coordinate: [39,3 ; 52,4] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 5	Coordinate: [52,4 ; 65,5] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 6	Coordinate: [65,5 ; 78,6] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 7	Coordinate: [78,6 ; 91,7] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 8	Coordinate: [91,7 ; 104,8] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 9	Coordinate: [104,8 ; 117,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 10	Coordinate: [117,9 ; 131] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 11	Coordinate: [131 ; 144,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 12	Coordinate: [144,1 ; 157,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 13	Coordinate: [157,2 ; 170,3] cm
Volume ferri [cm³]	407,15
Volume concio [cm³]	86052,85
Rapporto	0,005

Concio 14	Coordinate: [170,3 ; 183,4] cm
Volume ferri [cm³]	2963,15
Volume concio [cm³]	83496,85
Rapporto	0,035

Concio 15	Coordinate: [183,4 ; 196,5] cm
Volume ferri [cm³]	2963,15
Volume concio [cm³]	83496,85
Rapporto	0,035

Concio 16	Coordinate: [196,5 ; 209,6] cm

Volume ferri [cm³]	2963,15
Volume concio [cm³]	83496,85
Rapporto	0,035

Concio 17	Coordinate: [209,6 ; 222,7] cm
Volume ferri [cm³]	2963,15
Volume concio [cm³]	83496,85
Rapporto	0,035

Concio 18	Coordinate: [222,7 ; 235,8] cm
Volume ferri [cm³]	407,15
Volume concio [cm³]	86052,85
Rapporto	0,005

Concio 19	Coordinate: [235,8 ; 248,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 20	Coordinate: [248,9 ; 262] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 21	Coordinate: [262 ; 275,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460

Rapporto	0
-----------------	---

Concio 22	Coordinate: [275,1 ; 288,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 23	Coordinate: [288,2 ; 301,3] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 24	Coordinate: [301,3 ; 314,4] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 25	Coordinate: [314,4 ; 327,5] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 26	Coordinate: [327,5 ; 340,6] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 27	Coordinate: [340,6 ; 353,7] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 28	Coordinate: [353,7 ; 366,8] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 29	Coordinate: [366,8 ; 379,9] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 30	Coordinate: [379,9 ; 393] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01Igo_**
Livello: **L 08_+34,16**

Concio 1	Coordinate: [0 ; 13,1] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 2	Coordinate: [13,1 ; 26,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 3	Coordinate: [26,2 ; 39,3] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 4	Coordinate: [39,3 ; 52,4] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 5	Coordinate: [52,4 ; 65,5] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 6	Coordinate: [65,5 ; 78,6] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 7	Coordinate: [78,6 ; 91,7] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 8	Coordinate: [91,7 ; 104,8] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 9	Coordinate: [104,8 ; 117,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 10	Coordinate: [117,9 ; 131] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 11	Coordinate: [131 ; 144,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 12	Coordinate: [144,1 ; 157,2] cm

Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 13	Coordinate: [157,2 ; 170,3] cm
Volume ferri [cm³]	407,15
Volume concio [cm³]	86052,85
Rapporto	0,005

Concio 14	Coordinate: [170,3 ; 183,4] cm
Volume ferri [cm³]	2963,15
Volume concio [cm³]	83496,85
Rapporto	0,035

Concio 15	Coordinate: [183,4 ; 196,5] cm
Volume ferri [cm³]	2963,15
Volume concio [cm³]	83496,85
Rapporto	0,035

Concio 16	Coordinate: [196,5 ; 209,6] cm
Volume ferri [cm³]	2963,15
Volume concio [cm³]	83496,85
Rapporto	0,035

Concio 17	Coordinate: [209,6 ; 222,7] cm
Volume ferri [cm³]	2963,15
Volume concio [cm³]	83496,85

Rapporto	0,035
-----------------	-------

Concio 18	Coordinate: [222,7 ; 235,8] cm
Volume ferri [cm³]	407,15
Volume concio [cm³]	86052,85
Rapporto	0,005

Concio 19	Coordinate: [235,8 ; 248,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 20	Coordinate: [248,9 ; 262] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 21	Coordinate: [262 ; 275,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 22	Coordinate: [275,1 ; 288,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 23	Coordinate: [288,2 ; 301,3] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 24	Coordinate: [301,3 ; 314,4] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 25	Coordinate: [314,4 ; 327,5] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 26	Coordinate: [327,5 ; 340,6] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 27	Coordinate: [340,6 ; 353,7] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 28	Coordinate: [353,7 ; 366,8] cm
------------------	--------------------------------

Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 29	Coordinate: [366,8 ; 379,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 30	Coordinate: [379,9 ; 393] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01Igoy**
Livello: **L 08_+34.16**

Concio 1	Coordinate: [0 ; 13,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 2	Coordinate: [13,1 ; 26,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 3	Coordinate: [26,2 ; 39,3] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 4	Coordinate: [39,3 ; 52,4] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 5	Coordinate: [52,4 ; 65,5] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 6	Coordinate: [65,5 ; 78,6] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 7	Coordinate: [78,6 ; 91,7] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 8	Coordinate: [91,7 ; 104,8] cm

Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 9	Coordinate: [104,8 ; 117,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 10	Coordinate: [117,9 ; 131] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 11	Coordinate: [131 ; 144,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 12	Coordinate: [144,1 ; 157,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 13	Coordinate: [157,2 ; 170,3] cm
Volume ferri [cm³]	407,15
Volume concio [cm³]	86052,85

Rapporto	0,005
-----------------	-------

Concio 14	Coordinate: [170,3 ; 183,4] cm
Volume ferri [cm³]	2963,15
Volume concio [cm³]	83496,85
Rapporto	0,035

Concio 15	Coordinate: [183,4 ; 196,5] cm
Volume ferri [cm³]	2963,15
Volume concio [cm³]	83496,85
Rapporto	0,035

Concio 16	Coordinate: [196,5 ; 209,6] cm
Volume ferri [cm³]	2963,15
Volume concio [cm³]	83496,85
Rapporto	0,035

Concio 17	Coordinate: [209,6 ; 222,7] cm
Volume ferri [cm³]	2963,15
Volume concio [cm³]	83496,85
Rapporto	0,035

Concio 18	Coordinate: [222,7 ; 235,8] cm
Volume ferri [cm³]	407,15
Volume concio [cm³]	86052,85
Rapporto	0,005

Concio 19	Coordinate: [235,8 ; 248,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 20	Coordinate: [248,9 ; 262] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 21	Coordinate: [262 ; 275,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 22	Coordinate: [275,1 ; 288,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 23	Coordinate: [288,2 ; 301,3] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 24	Coordinate: [301,3 ; 314,4] cm
------------------	--------------------------------

Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 25	Coordinate: [314,4 ; 327,5] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 26	Coordinate: [327,5 ; 340,6] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 27	Coordinate: [340,6 ; 353,7] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 28	Coordinate: [353,7 ; 366,8] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 29	Coordinate: [366,8 ; 379,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460

Rapporto	0
-----------------	---

Concio 30	Coordinate: [379,9 ; 393] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01Igoo**
Livello: **L 08_+34.16**

Concio 1	Coordinate: [0 ; 13,1] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 2	Coordinate: [13,1 ; 26,2] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 3	Coordinate: [26,2 ; 39,3] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 4	Coordinate: [39,3 ; 52,4] cm
Volume ferri [cm^3]	0

Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 5	Coordinate: [52,4 ; 65,5] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 6	Coordinate: [65,5 ; 78,6] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 7	Coordinate: [78,6 ; 91,7] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 8	Coordinate: [91,7 ; 104,8] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 9	Coordinate: [104,8 ; 117,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 10	Coordinate: [117,9 ; 131] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 11	Coordinate: [131 ; 144,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 12	Coordinate: [144,1 ; 157,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 13	Coordinate: [157,2 ; 170,3] cm
Volume ferri [cm³]	452,39
Volume concio [cm³]	86007,61
Rapporto	0,005

Concio 14	Coordinate: [170,3 ; 183,4] cm
Volume ferri [cm³]	3292,39
Volume concio [cm³]	83167,61
Rapporto	0,039

Concio 15	Coordinate: [183,4 ; 196,5] cm
Volume ferri [cm³]	3292,39
Volume concio [cm³]	83167,61
Rapporto	0,039

Concio 16	Coordinate: [196,5 ; 209,6] cm
Volume ferri [cm³]	3292,39
Volume concio [cm³]	83167,61
Rapporto	0,039

Concio 17	Coordinate: [209,6 ; 222,7] cm
Volume ferri [cm³]	3292,39
Volume concio [cm³]	83167,61
Rapporto	0,039

Concio 18	Coordinate: [222,7 ; 235,8] cm
Volume ferri [cm³]	452,39
Volume concio [cm³]	86007,61
Rapporto	0,005

Concio 19	Coordinate: [235,8 ; 248,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 20	Coordinate: [248,9 ; 262] cm

Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 21	Coordinate: [262 ; 275,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 22	Coordinate: [275,1 ; 288,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 23	Coordinate: [288,2 ; 301,3] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 24	Coordinate: [301,3 ; 314,4] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 25	Coordinate: [314,4 ; 327,5] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460

Rapporto	0
-----------------	---

Concio 26	Coordinate: [327,5 ; 340,6] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 27	Coordinate: [340,6 ; 353,7] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460,0000000003
Rapporto	0

Concio 28	Coordinate: [353,7 ; 366,8] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 29	Coordinate: [366,8 ; 379,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 30	Coordinate: [379,9 ; 393] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01Igom**
Livello: **L 08_+34,16**

Concio 1	Coordinate: [0 ; 13,1] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 2	Coordinate: [13,1 ; 26,2] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 3	Coordinate: [26,2 ; 39,3] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 4	Coordinate: [39,3 ; 52,4] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 5	Coordinate: [52,4 ; 65,5] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 6	Coordinate: [65,5 ; 78,6] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 7	Coordinate: [78,6 ; 91,7] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 8	Coordinate: [91,7 ; 104,8] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 9	Coordinate: [104,8 ; 117,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 10	Coordinate: [117,9 ; 131] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 11	Coordinate: [131 ; 144,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 12	Coordinate: [144,1 ; 157,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 13	Coordinate: [157,2 ; 170,3] cm
Volume ferri [cm³]	407,15
Volume concio [cm³]	86052,85
Rapporto	0,005

Concio 14	Coordinate: [170,3 ; 183,4] cm
Volume ferri [cm³]	2963,15
Volume concio [cm³]	83496,85
Rapporto	0,035

Concio 15	Coordinate: [183,4 ; 196,5] cm
Volume ferri [cm³]	2963,15
Volume concio [cm³]	83496,85
Rapporto	0,035

Concio 16	Coordinate: [196,5 ; 209,6] cm

Volume ferri [cm³]	2963,15
Volume concio [cm³]	83496,85
Rapporto	0,035

Concio 17	Coordinate: [209,6 ; 222,7] cm
Volume ferri [cm³]	2963,15
Volume concio [cm³]	83496,85
Rapporto	0,035

Concio 18	Coordinate: [222,7 ; 235,8] cm
Volume ferri [cm³]	407,15
Volume concio [cm³]	86052,85
Rapporto	0,005

Concio 19	Coordinate: [235,8 ; 248,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 20	Coordinate: [248,9 ; 262] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 21	Coordinate: [262 ; 275,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460

Rapporto	0
-----------------	---

Concio 22	Coordinate: [275,1 ; 288,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 23	Coordinate: [288,2 ; 301,3] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 24	Coordinate: [301,3 ; 314,4] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 25	Coordinate: [314,4 ; 327,5] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 26	Coordinate: [327,5 ; 340,6] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 27	Coordinate: [340,6 ; 353,7] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 28	Coordinate: [353,7 ; 366,8] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 29	Coordinate: [366,8 ; 379,9] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 30	Coordinate: [379,9 ; 393] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01Igos**
Livello: **L 08_+34,16**

Concio 1	Coordinate: [0 ; 13,1] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 2	Coordinate: [13,1 ; 26,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 3	Coordinate: [26,2 ; 39,3] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 4	Coordinate: [39,3 ; 52,4] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 5	Coordinate: [52,4 ; 65,5] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 6	Coordinate: [65,5 ; 78,6] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 7	Coordinate: [78,6 ; 91,7] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 8	Coordinate: [91,7 ; 104,8] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 9	Coordinate: [104,8 ; 117,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 10	Coordinate: [117,9 ; 131] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 11	Coordinate: [131 ; 144,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 12	Coordinate: [144,1 ; 157,2] cm

Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 13	Coordinate: [157,2 ; 170,3] cm
Volume ferri [cm³]	407,15
Volume concio [cm³]	86052,85
Rapporto	0,005

Concio 14	Coordinate: [170,3 ; 183,4] cm
Volume ferri [cm³]	2963,15
Volume concio [cm³]	83496,85
Rapporto	0,035

Concio 15	Coordinate: [183,4 ; 196,5] cm
Volume ferri [cm³]	2963,15
Volume concio [cm³]	83496,85
Rapporto	0,035

Concio 16	Coordinate: [196,5 ; 209,6] cm
Volume ferri [cm³]	2963,15
Volume concio [cm³]	83496,85
Rapporto	0,035

Concio 17	Coordinate: [209,6 ; 222,7] cm
Volume ferri [cm³]	2963,15
Volume concio [cm³]	83496,85

Rapporto	0,035
-----------------	-------

Concio 18	Coordinate: [222,7 ; 235,8] cm
Volume ferri [cm³]	407,15
Volume concio [cm³]	86052,85
Rapporto	0,005

Concio 19	Coordinate: [235,8 ; 248,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 20	Coordinate: [248,9 ; 262] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 21	Coordinate: [262 ; 275,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 22	Coordinate: [275,1 ; 288,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 23	Coordinate: [288,2 ; 301,3] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 24	Coordinate: [301,3 ; 314,4] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 25	Coordinate: [314,4 ; 327,5] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 26	Coordinate: [327,5 ; 340,6] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 27	Coordinate: [340,6 ; 353,7] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 28	Coordinate: [353,7 ; 366,8] cm
------------------	--------------------------------

Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 29	Coordinate: [366,8 ; 379,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 30	Coordinate: [379,9 ; 393] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01Igoq**
Livello: **L 08_+34.16**

Concio 1	Coordinate: [0 ; 13,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 2	Coordinate: [13,1 ; 26,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 3	Coordinate: [26,2 ; 39,3] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 4	Coordinate: [39,3 ; 52,4] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 5	Coordinate: [52,4 ; 65,5] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 6	Coordinate: [65,5 ; 78,6] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 7	Coordinate: [78,6 ; 91,7] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 8	Coordinate: [91,7 ; 104,8] cm

Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 9	Coordinate: [104,8 ; 117,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 10	Coordinate: [117,9 ; 131] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 11	Coordinate: [131 ; 144,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 12	Coordinate: [144,1 ; 157,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 13	Coordinate: [157,2 ; 170,3] cm
Volume ferri [cm³]	407,15
Volume concio [cm³]	86052,85

Rapporto	0,005
-----------------	-------

Concio 14	Coordinate: [170,3 ; 183,4] cm
Volume ferri [cm³]	2963,15
Volume concio [cm³]	83496,85
Rapporto	0,035

Concio 15	Coordinate: [183,4 ; 196,5] cm
Volume ferri [cm³]	2963,15
Volume concio [cm³]	83496,85
Rapporto	0,035

Concio 16	Coordinate: [196,5 ; 209,6] cm
Volume ferri [cm³]	2963,15
Volume concio [cm³]	83496,85
Rapporto	0,035

Concio 17	Coordinate: [209,6 ; 222,7] cm
Volume ferri [cm³]	2963,15
Volume concio [cm³]	83496,85
Rapporto	0,035

Concio 18	Coordinate: [222,7 ; 235,8] cm
Volume ferri [cm³]	407,15
Volume concio [cm³]	86052,85
Rapporto	0,005

Concio 19	Coordinate: [235,8 ; 248,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 20	Coordinate: [248,9 ; 262] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 21	Coordinate: [262 ; 275,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 22	Coordinate: [275,1 ; 288,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 23	Coordinate: [288,2 ; 301,3] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 24	Coordinate: [301,3 ; 314,4] cm
------------------	--------------------------------

Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 25	Coordinate: [314,4 ; 327,5] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 26	Coordinate: [327,5 ; 340,6] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 27	Coordinate: [340,6 ; 353,7] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 28	Coordinate: [353,7 ; 366,8] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 29	Coordinate: [366,8 ; 379,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460

Rapporto	0
-----------------	---

Concio 30	Coordinate: [379,9 ; 393] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01IgoA**
Livello: **L 08_+34.16**

Concio 1	Coordinate: [0 ; 13,1] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 2	Coordinate: [13,1 ; 26,2] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 3	Coordinate: [26,2 ; 39,3] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 4	Coordinate: [39,3 ; 52,4] cm
Volume ferri [cm^3]	0

Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 5	Coordinate: [52,4 ; 65,5] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 6	Coordinate: [65,5 ; 78,6] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 7	Coordinate: [78,6 ; 91,7] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 8	Coordinate: [91,7 ; 104,8] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 9	Coordinate: [104,8 ; 117,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 10	Coordinate: [117,9 ; 131] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 11	Coordinate: [131 ; 144,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 12	Coordinate: [144,1 ; 157,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 13	Coordinate: [157,2 ; 170,3] cm
Volume ferri [cm³]	407,15
Volume concio [cm³]	86052,85
Rapporto	0,005

Concio 14	Coordinate: [170,3 ; 183,4] cm
Volume ferri [cm³]	2963,15
Volume concio [cm³]	83496,85
Rapporto	0,035

Concio 15	Coordinate: [183,4 ; 196,5] cm
Volume ferri [cm³]	2963,15
Volume concio [cm³]	83496,85
Rapporto	0,035

Concio 16	Coordinate: [196,5 ; 209,6] cm
Volume ferri [cm³]	2963,15
Volume concio [cm³]	83496,85
Rapporto	0,035

Concio 17	Coordinate: [209,6 ; 222,7] cm
Volume ferri [cm³]	2963,15
Volume concio [cm³]	83496,85
Rapporto	0,035

Concio 18	Coordinate: [222,7 ; 235,8] cm
Volume ferri [cm³]	407,15
Volume concio [cm³]	86052,85
Rapporto	0,005

Concio 19	Coordinate: [235,8 ; 248,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 20	Coordinate: [248,9 ; 262] cm

Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 21	Coordinate: [262 ; 275,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 22	Coordinate: [275,1 ; 288,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 23	Coordinate: [288,2 ; 301,3] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 24	Coordinate: [301,3 ; 314,4] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 25	Coordinate: [314,4 ; 327,5] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460

Rapporto	0
-----------------	---

Concio 26	Coordinate: [327,5 ; 340,6] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 27	Coordinate: [340,6 ; 353,7] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 28	Coordinate: [353,7 ; 366,8] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 29	Coordinate: [366,8 ; 379,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 30	Coordinate: [379,9 ; 393] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01Igt**
Livello: **L 08_+34,16**

Concio 1	Coordinate: [0 ; 13,1] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 2	Coordinate: [13,1 ; 26,2] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 3	Coordinate: [26,2 ; 39,3] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 4	Coordinate: [39,3 ; 52,4] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 5	Coordinate: [52,4 ; 65,5] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 6	Coordinate: [65,5 ; 78,6] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 7	Coordinate: [78,6 ; 91,7] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 8	Coordinate: [91,7 ; 104,8] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 9	Coordinate: [104,8 ; 117,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 10	Coordinate: [117,9 ; 131] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 11	Coordinate: [131 ; 144,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 12	Coordinate: [144,1 ; 157,2] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 13	Coordinate: [157,2 ; 170,3] cm
Volume ferri [cm³]	407,150407905233
Volume concio [cm³]	86052,8495920948
Rapporto	0,00473139948107699

Concio 14	Coordinate: [170,3 ; 183,4] cm
Volume ferri [cm³]	2963,15
Volume concio [cm³]	83496,85
Rapporto	0,035

Concio 15	Coordinate: [183,4 ; 196,5] cm
Volume ferri [cm³]	2963,15
Volume concio [cm³]	83496,85
Rapporto	0,035

Concio 16	Coordinate: [196,5 ; 209,6] cm

Volume ferri [cm³]	2963,15
Volume concio [cm³]	83496,85
Rapporto	0,035

Concio 17	Coordinate: [209,6 ; 222,7] cm
Volume ferri [cm³]	2963,15
Volume concio [cm³]	83496,85
Rapporto	0,035

Concio 18	Coordinate: [222,7 ; 235,8] cm
Volume ferri [cm³]	407,15
Volume concio [cm³]	86052,85
Rapporto	0,005

Concio 19	Coordinate: [235,8 ; 248,9] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 20	Coordinate: [248,9 ; 262] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460
Rapporto	0

Concio 21	Coordinate: [262 ; 275,1] cm
Volume ferri [cm³]	0
Volume concio [cm³]	86460

Rapporto	0
-----------------	---

Concio 22	Coordinate: [275,1 ; 288,2] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 23	Coordinate: [288,2 ; 301,3] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 24	Coordinate: [301,3 ; 314,4] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 25	Coordinate: [314,4 ; 327,5] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 26	Coordinate: [327,5 ; 340,6] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 27	Coordinate: [340,6 ; 353,7] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 28	Coordinate: [353,7 ; 366,8] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 29	Coordinate: [366,8 ; 379,9] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

Concio 30	Coordinate: [379,9 ; 393] cm
Volume ferri [cm^3]	0
Volume concio [cm^3]	86460
Rapporto	0

RAPPORTO FERRO/CALCESTRUZZO

Elemento: **Trave**

Global ID: **1MSz7pWlrBSAuswHiapR_6**

Livello: **L 09_+38.43**

Concio 1	Coordinate: [0 ; 8,37] cm
Volume ferri [cm^3]	524,03
Volume concio [cm^3]	27953,24
Rapporto	0,019

Concio 2	Coordinate: [8,37 ; 16,75] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 3	Coordinate: [16,75 ; 25,13] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 4	Coordinate: [25,13 ; 33,50] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 5	Coordinate: [33,50 ; 41,88] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 6	Coordinate: [41,88 ; 50,25] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 7	Coordinate: [50,25 ; 58,63] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 8	Coordinate: [58,63 ; 67,00] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 9	Coordinate: [67,00 ; 75,38] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 10	Coordinate: [75,38 ; 83,76] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 11	Coordinate: [83,76 ; 92,13] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 12	Coordinate: [92,13 ; 100,51] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 13	Coordinate: [100,51 ; 108,88] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 14	Coordinate: [108,88 ; 117,26] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 15	Coordinate: [117,26 ; 125,639] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 16	Coordinate: [125,63 ; 134,01] cm

Volume ferri [cm³]	638,35
Volume concio [cm³]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 17	Coordinate: [134,01 ; 142,39] cm
Volume ferri [cm³]	638,35
Volume concio [cm³]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 18	Coordinate: [142,39 ; 150,76] cm
Volume ferri [cm³]	638,35
Volume concio [cm³]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 19	Coordinate: [150,76 ; 159,14] cm
Volume ferri [cm³]	638,35
Volume concio [cm³]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 20	Coordinate: [159,14 ; 167,51] cm
Volume ferri [cm³]	638,35
Volume concio [cm³]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 21	Coordinate: [167,51 ; 175,89] cm
Volume ferri [cm³]	638,35
Volume concio [cm³]	27838,91

Rapporto	0,023
-----------------	-------

Concio 22	Coordinate: [175,89 ; 184,26] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 23	Coordinate: [184,26 ; 192,64] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 24	Coordinate: [192,64 ; 201,01] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 25	Coordinate: [201,01 ; 209,39] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 26	Coordinate: [209,39 ; 217,78] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 27	Coordinate: [217,77 ; 226,14] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 28	Coordinate: [226,14 ; 234,52] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 29	Coordinate: [234,52 ; 242,89] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 30	Coordinate: [242,89 ; 251,27] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 31	Coordinate: [251,27 ; 259,64] cm
Volume ferri [cm^3]	246,17
Volume concio [cm^3]	28231,09
Rapporto	0,009

Elemento: **Trave**
Global ID: **1MSz7pWlrBSAuswHiapRrq**
Livello: **L 09_+38.43**

Concio 1	Coordinate: [0 ; 8,37] cm
Volume ferri [cm^3]	524,03
Volume concio [cm^3]	27953,24
Rapporto	0,019

Concio 2	Coordinate: [8,37 ; 16,75] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 3	Coordinate: [16,75 ; 25,13] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 4	Coordinate: [25,13 ; 33,50] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 5	Coordinate: [33,50 ; 41,88] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 6	Coordinate: [41,88; 50,25] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 7	Coordinate: [50,25 ; 58,63] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 8	Coordinate: [58,63 ; 67,00] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 9	Coordinate: [67,00 ; 75,38] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 10	Coordinate: [75,38 ; 83,76] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 11	Coordinate: [83,76 ; 92,13] cm

Volume ferri [cm³]	638,35
Volume concio [cm³]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 12	Coordinate: [92,13 ; 100,51] cm
Volume ferri [cm³]	638,35
Volume concio [cm³]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 13	Coordinate: [100,51 ; 108,88] cm
Volume ferri [cm³]	638,35
Volume concio [cm³]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 14	Coordinate: [108,88 ; 117,26] cm
Volume ferri [cm³]	638,35
Volume concio [cm³]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 15	Coordinate: [117,26 ; 125,63] cm
Volume ferri [cm³]	638,35
Volume concio [cm³]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 16	Coordinate: [125,63 ; 134,01] cm
Volume ferri [cm³]	638,35
Volume concio [cm³]	27838,91

Rapporto	0,023
-----------------	-------

Concio 17	Coordinate: [134,01 ; 142,30] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 18	Coordinate: [142,30 ; 150,76] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 19	Coordinate: [150,76 ; 159,14] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,0229301951366593

Concio 20	Coordinate: [159,14 ; 167,51] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 21	Coordinate: [167,51 ; 175,89] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 22	Coordinate: [175,89 ; 184,26] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 23	Coordinate: [184,26 ; 192,64] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 24	Coordinate: [192,64 ; 201,01] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 25	Coordinate: [201,01 ; 209,39] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 26	Coordinate: [209,39 ; 217,77] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 27	Coordinate: [217,77 ; 226,14] cm
------------------	----------------------------------

Volume ferri [cm³]	638,35
Volume concio [cm³]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 28	Coordinate: [226,14 ; 234,5] cm
Volume ferri [cm³]	638,35
Volume concio [cm³]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 29	Coordinate: [234,52 ; 242,892] cm
Volume ferri [cm³]	638,35
Volume concio [cm³]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 30	Coordinate: [242,89 ; 251,27] cm
Volume ferri [cm³]	638,35
Volume concio [cm³]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 31	Coordinate: [251,27 ; 259,64] cm
Volume ferri [cm³]	246,17
Volume concio [cm³]	28231,09
Rapporto	0,009

Elemento: **Trave**
 Global ID: **1MSz7pWlrBSAuswHiapRZK**
 Livello: **L 09_+38.43**

Concio 1	Coordinate: [0 ; 8,37] cm
Volume ferri [cm³]	524,03
Volume concio [cm³]	27953,24
Rapporto	0,019

Concio 2	Coordinate: [8,37 ; 16,75] cm
Volume ferri [cm³]	638,35
Volume concio [cm³]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 3	Coordinate: [16,75 ; 25,13] cm
Volume ferri [cm³]	638,35
Volume concio [cm³]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 4	Coordinate: [25,13 ; 33,50] cm
Volume ferri [cm³]	638,35
Volume concio [cm³]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 5	Coordinate: [33,50 ; 41,88] cm
Volume ferri [cm³]	638,35
Volume concio [cm³]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 6	Coordinate: [41,88 ; 50,25] cm

Volume ferri [cm³]	638,35
Volume concio [cm³]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 7	Coordinate: [50,25 ; 58,63] cm
Volume ferri [cm³]	638,35
Volume concio [cm³]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 8	Coordinate: [58,63 ; 67,00] cm
Volume ferri [cm³]	638,35
Volume concio [cm³]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 9	Coordinate: [67,00 ; 75,38] cm
Volume ferri [cm³]	638,35
Volume concio [cm³]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 10	Coordinate: [75,38 ; 83,76] cm
Volume ferri [cm³]	638,35
Volume concio [cm³]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 11	Coordinate: [83,76 ; 92,13] cm
Volume ferri [cm³]	638,35
Volume concio [cm³]	27838,91

Rapporto	0,023
-----------------	-------

Concio 12	Coordinate: [92,13 ; 100,51] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 13	Coordinate: [100,51 ; 108,88] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 14	Coordinate: [108,88 ; 117,26] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 15	Coordinate: [117,26 ; 125,63] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 16	Coordinate: [125,63 ; 134,01] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 17	Coordinate: [134,01 ; 142,39] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 18	Coordinate: [142,39 ; 150,76] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 19	Coordinate: [150,76 ; 159,14] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 20	Coordinate: [159,14 ; 167,51] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 21	Coordinate: [167,51 ; 175,89] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 22	Coordinate: [175,89 ; 184,26] cm
------------------	----------------------------------

Volume ferri [cm³]	638,35
Volume concio [cm³]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 23	Coordinate: [184,26 ; 192,64] cm
Volume ferri [cm³]	638,35
Volume concio [cm³]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 24	Coordinate: [192,64 ; 201,01] cm
Volume ferri [cm³]	638,35
Volume concio [cm³]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 25	Coordinate: [201,015999999998 ; 209,391666666664] cm
Volume ferri [cm³]	638,351751399917
Volume concio [cm³]	27838,9149152665
Rapporto	0,0229301951366593

Concio 26	Coordinate: [209,39 ; 217,77] cm
Volume ferri [cm³]	638,35
Volume concio [cm³]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 27	Coordinate: [217,77 ; 226,14] cm
Volume ferri [cm³]	638,35
Volume concio [cm³]	27838,91

Rapporto	0,023
-----------------	-------

Concio 28	Coordinate: [226,14 ; 234,52] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 29	Coordinate: [234,52 ; 242,89] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 30	Coordinate: [242,89 ; 251,27] cm
Volume ferri [cm^3]	638,35
Volume concio [cm^3]	27838,91
Rapporto	0,023

Concio 31	Coordinate: [251,27 ; 259,64] cm
Volume ferri [cm^3]	246,17
Volume concio [cm^3]	28231,09
Rapporto	0,009

B.2 Report regola 2

QUANTITATIVO MINIMO DI ARMATURA

Elemento: **Pilastro**

Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01Igog**

Livello: **L 08_+34.16**

Punto sezione [cm]	84,25
Area barre totale [cm ²]	0
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Non Verificato

Punto sezione [cm]	196,5
Area barre totale [cm ²]	251,33
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Verificato

Punto sezione [cm]	308,75
Area barre totale [cm ²]	0
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Non Verificato

Elemento: **Pilastro**

Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01Igoe**

Livello: **L 08_+34.16**

Punto sezione [cm]	84,25
Area barre totale [cm ²]	0
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Non Verificato

Punto sezione [cm]	196,5
Area barre totale [cm ²]	301,59
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Verificato

Punto sezione [cm]	308,75
--------------------	--------

Area barre totale [cm ²]	0
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Non Verificato

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01Igok**
Livello: **L 08_+34.16**

Punto sezione [cm]	84,25
Area barre totale [cm ²]	0
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Non Verificato

Punto sezione [cm]	196,5
Area barre totale [cm ²]	301,59
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Verificato

Punto sezione [cm]	308,75
Area barre totale [cm ²]	0
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Non Verificato

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01Igoi**
Livello: **L 08_+34.16**

Punto sezione [cm]	84,25
Area barre totale [cm ²]	0
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Non Verificato

Punto sezione [cm]	196,5
Area barre totale [cm ²]	301,59
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89

	Verificato
--	------------

Punto sezione [cm]	308,75
Area barre totale [cm ²]	0
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Non Verificato

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01IgoY**
Livello: **L 08_+34.16**

Punto sezione [cm]	84,25
Area barre totale [cm ²]	0
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Non Verificato

Punto sezione [cm]	196,5
Area barre totale [cm ²]	301,59
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Verificato

Punto sezione [cm]	308,75
Area barre totale [cm ²]	0
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Non Verificato

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01IgoW**
Livello: **L 08_+34.16**

Punto sezione [cm]	84,25
Area barre totale [cm ²]	0
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Non Verificato

Punto sezione [cm]	196,5
Area barre totale [cm ²]	301,59
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Verificato

Punto sezione [cm]	308,75
Area barre totale [cm ²]	0
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Non Verificato

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01Igc**
Livello: **L 08_+34.16**

Punto sezione [cm]	84,25
Area barre totale [cm ²]	0
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Non Verificato

Punto sezione [cm]	196,5
Area barre totale [cm ²]	301,59
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Verificato

Punto sezione [cm]	308,75
Area barre totale [cm ²]	0
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Non Verificato

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01Igow**
Livello: **L 08_+34.16**

Punto sezione [cm]	84,25
Area barre totale [cm ²]	0

Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Non Verificato

Punto sezione [cm]	196,5
Area barre totale [cm ²]	251,33
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Verificato

Punto sezione [cm]	308,75
Area barre totale [cm ²]	0
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Non Verificato

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01Igou**
Livello: **L 08_+34.16**

Punto sezione [cm]	84,25
Area barre totale [cm ²]	0
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Non Verificato

Punto sezione [cm]	196,5
Area barre totale [cm ²]	226,19
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Verificato

Punto sezione [cm]	308,75
Area barre totale [cm ²]	0
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Non Verificato

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01Igo_**

Livello: L 08_+34.16

Punto sezione [cm]	84,25
Area barre totale [cm ²]	0
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Non Verificato

Punto sezione [cm]	196,5
Area barre totale [cm ²]	226,19
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Verificato

Punto sezione [cm]	308,75
Area barre totale [cm ²]	0
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Non Verificato

Elemento: Pilastro

Global ID: 3HHkpi3J58fQEiox01IgoY

Livello: L 08_+34.16

Punto sezione [cm]	84,25
Area barre totale [cm ²]	0
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Non Verificato

Punto sezione [cm]	196,5
Area barre totale [cm ²]	226,19
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Verificato

Punto sezione [cm]	308,75
Area barre totale [cm ²]	0
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Non Verificato

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01Igoo**
Livello: **L 08_+34.16**

Punto sezione [cm]	84,25
Area barre totale [cm ²]	0
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Non Verificato

Punto sezione [cm]	196,5
Area barre totale [cm ²]	251,33
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Verificato

Punto sezione [cm]	308,75
Area barre totale [cm ²]	0
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Non Verificato

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01Igom**
Livello: **L 08_+34.16**

Punto sezione [cm]	84,25
Area barre totale [cm ²]	0
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Non Verificato

Punto sezione [cm]	196,5
Area barre totale [cm ²]	226,19
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Verificato

Punto sezione [cm]	308,75
--------------------	--------

Area barre totale [cm ²]	0
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Non Verificato

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01Igos**
Livello: **L 08_+34.16**

Punto sezione [cm]	84,25
Area barre totale [cm ²]	0
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Non Verificato

Punto sezione [cm]	196,5
Area barre totale [cm ²]	226,19
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Verificato

Punto sezione [cm]	308,75
Area barre totale [cm ²]	0
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Non Verificato

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01Igoq**
Livello: **L 08_+34.16**

Punto sezione [cm]	84,25
Area barre totale [cm ²]	0
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Non Verificato

Punto sezione [cm]	196,5
Area barre totale [cm ²]	226,19
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89

	Verificato
--	------------

Punto sezione [cm]	308,75
Area barre totale [cm ²]	0
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Non Verificato

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01IgoA**
Livello: **L 08_+34.16**

Punto sezione [cm]	84,25
Area barre totale [cm ²]	0
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Non Verificato

Punto sezione [cm]	196,5
Area barre totale [cm ²]	226,19
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Verificato

Punto sezione [cm]	308,75
Area barre totale [cm ²]	0
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Non Verificato

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01IgtP**
Livello: **L 08_+34.16**

Punto sezione [cm]	84,25
Area barre totale [cm ²]	0
Limite superiore imposto da normativa [cm ²]	23,89
	Non Verificato

Punto sezione [cm]	196,5
Area barre totale [cm²]	226,19
Limite superiore imposto da normativa [cm²]	23,89
	Verificato

Punto sezione [cm]	308,75
Area barre totale [cm²]	0
Limite superiore imposto da normativa [cm²]	23,89
	Non Verificato

QUANTITATIVO MINIMO DI ARMATURA

Elemento: **Trave**

Global ID: **1MSz7pWlrBSAuswHiapR_6**

Livello: **L 09_+38.43**

Punto sezione [cm]	0,75	
Area barre - zona superiore [cm^2]	0	Non Verificato
Limite superiore imposto da normativa [cm^2]	4,04	
Area barre - zona inferiore [cm^2]	0	Non Verificato
Limite inferiore imposto da normativa [cm^2]	4,12	
	Non Verificato	

Punto sezione [cm]	126,38	
Area barre - zona superiore [cm^2]	45,18	Verificato
Limite superiore imposto da normativa [cm^2]	4,04	
Area barre - zona inferiore [cm^2]	31,04	Verificato
Limite inferiore imposto da normativa [cm^2]	4,12	
	Verificato	

Elemento: **Trave**

Global ID: **1MSz7pWlrBSAuswHiapRrq**

Livello: **L 09_+38.43**

Punto sezione [cm]	0,75	
Area barre - zona superiore [cm^2]	0	Non Verificato
Limite superiore imposto da normativa [cm^2]	4,04	
Area barre - zona inferiore [cm^2]	0	Non Verificato
Limite inferiore imposto da normativa [cm^2]	4,12	
	Non Verificato	

Punto sezione [cm]	126,38	
Area barre - zona superiore [cm^2]	45,18	Verificato
Limite superiore imposto da normativa [cm^2]	4,04	
Area barre - zona inferiore [cm^2]	31,04	Verificato
Limite inferiore imposto da normativa [cm^2]	4,12	
	Verificato	

Elemento: **Trave**

Global ID: 1MSz7pWlrBSAuswHiapRZK

Livello: L 09_+38.43

Punto sezione [cm]	0,75	
Area barre - zona superiore [cm^2]	0	Non Verificato
Limite superiore imposto da normativa [cm^2]	4,04	
Area barre - zona inferiore [cm^2]	0	Non Verificato
Limite inferiore imposto da normativa [cm^2]	4,12	
	Non Verificato	

Punto sezione [cm]	126,38	
Area barre - zona superiore [cm^2]	45,18	Verificato
Limite superiore imposto da normativa [cm^2]	4,04	
Area barre - zona inferiore [cm^2]	31,04	Verificato
Limite inferiore imposto da normativa [cm^2]	4,12	
	Verificato	

B.3 Report regola 3

DETTAGLI COSTRUTTIVI

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01Igog**
Livello: **L 08_+34.16**

Diametro minimo	Verificato
Distanza massima tra due staffe	Verificato

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01Igoe**
Livello: **L 08_+34.16**

Diametro minimo	Verificato
Distanza massima tra due staffe	Verificato

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01Igok**
Livello: **L 08_+34.16**

Diametro minimo	Verificato
Distanza massima tra due staffe	Verificato

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01Igoi**
Livello: **L 08_+34.16**

Diametro minimo	Verificato
Distanza massima tra due staffe	Verificato

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01IgoY**
Livello: **L 08_+34.16**

Diametro minimo	Verificato
Distanza massima tra due staffe	Verificato

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01IgoW**
Livello: **L 08_+34.16**

Diametro minimo	Verificato
Distanza massima tra due staffe	Verificato

Elemento: **Pilastro**

Global ID: 3HHkpi3J58fQEiox01Igc

Livello: L 08_+34.16

Diametro minimo	Verificato
Distanza massima tra due staffe	Verificato

Elemento: Pilastro

Global ID: 3HHkpi3J58fQEiox01Igow

Livello: L 08_+34.16

Diametro minimo	Verificato
Distanza massima tra due staffe	Verificato

Elemento: Pilastro

Global ID: 3HHkpi3J58fQEiox01Igou

Livello: L 08_+34.16

Diametro minimo	Verificato
Distanza massima tra due staffe	Verificato

Elemento: Pilastro

Global ID: 3HHkpi3J58fQEiox01Igo_

Livello: L 08_+34.16

Diametro minimo	Verificato
Distanza massima tra due staffe	Verificato

Elemento: Pilastro

Global ID: 3HHkpi3J58fQEiox01Igoy

Livello: L 08_+34.16

Diametro minimo	Verificato
Distanza massima tra due staffe	Verificato

Elemento: Pilastro

Global ID: 3HHkpi3J58fQEiox01Igoo

Livello: L 08_+34.16

Diametro minimo	Verificato
Distanza massima tra due staffe	Verificato

Elemento: Pilastro

Global ID: 3HHkpi3J58fQEiox01Igom

Livello: L 08_+34.16

Diametro minimo	Verificato
-----------------	------------

Distanza massima tra due staffe	Verificato
---------------------------------	------------

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01Igos**
Livello: **L 08_+34.16**

Diametro minimo	Verificato
Distanza massima tra due staffe	Verificato

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01Igoq**
Livello: **L 08_+34.16**

Diametro minimo	Verificato
Distanza massima tra due staffe	Verificato

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01IgoA**
Livello: **L 08_+34.16**

Diametro minimo	Verificato
Distanza massima tra due staffe	Verificato

Elemento: **Pilastro**
Global ID: **3HHkpi3J58fQEiox01Igtg**
Livello: **L 08_+34.16**

Diametro minimo	Verificato
Distanza massima tra due staffe	Verificato

DETTAGLI COSTRUTTIVI

Elemento: **Trave**

Global ID: **1MSz7pWlrBSAuswHiapR_6**

Livello: **L 09_+38.43**

Area minima staffe	Verificata
Tre staffe al metro	Verificata
Distanza massima staffe	Verificata

Elemento: **Trave**

Global ID: **1MSz7pWlrBSAuswHiapRrq**

Livello: **L 09_+38.43**

Area minima staffe	Verificata
Tre staffe al metro	Verificata
Distanza massima staffe	Verificata

Elemento: **Trave**

Global ID: **1MSz7pWlrBSAuswHiapRZK**

Livello: **L 09_+38.43**

Area minima staffe	Verificata
Tre staffe al metro	Verificata
Distanza massima staffe	Verificata

Riferimenti

1. T. Dalla Mora, F. Peron, F. Cappelletti, P. Romagnoni, P. Ruggeri. [Online] [Riportato: 20 Giugno 2017.] <http://www.corviale.com/wp-content/uploads/2015/01/panoramica-sul-bim.pdf>.
2. *theBIMhub*. [Online] [Riportato: 20 Luglio 2017.] <https://thebimhub.com/2016/12/28/bim-level-3-change-management/#.Wce-y7puJrQ>.
3. *Autodesk*. [Online] [Riportato: 24 Settembre 2017.] <http://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/campaigns/emea/docs/livre-blanc-ifc-it.pdf>.
4. Ciribini, Bolpagni, Ventura. [Online] [Riportato: 12 Settembre 2017.] <http://www.agenziaentrate.gov.it/wps/file/Nsilib/Nsi/Documentazione/Archivio/Agenzia+comunica/Prodotti+editoriali/Territorio+Italia/Archivio+Territorio+Italia+-+Versione+Italiana/Territorio+Italia+2+2015/Bim+based/BIM-based+IT.pdf>.
5. You tube. [Online] [Riportato: 15 Luglio 2017.] <https://www.youtube.com/watch?v=EOJgVOD-fzU>.
6. Kasim, Tala. [Online] [Riportato: 22 Settembre 2017.] <https://orca.cf.ac.uk/78325/1/2015KasimTPhD.pdf>.
7. Eilif, Hjelseth. [Online] [Riportato: 16 Settembre 2017.] http://ibim.no/Eilif_Hjelseth_PhD_Foundations_for_BIM-based_model_checking_systems_2015-11-06.pdf.
8. *Biblius-net*. [Online] [Riportato: 25 Luglio 2017 .] <http://biblus.acca.it/focus/ifc-cose-e-quali-sono-i-vantaggi/>.
9. *Geocorsi*. [Online] [Riportato: 2 Settembre 2017.] https://www.geocorsi.it/files/download/anteprime-dispense/building_information_modeling_progettazione_parametrica.pdf.
10. [Online] 12 10 2017. https://www.google.it/search?q=architettura+IFC&tbm=isch&source=iu&pf=m&ictx=1&fir=2oPD2D1yGJY9vM%253A%252CbBqFE0EtCEhYM%252C_&usg=__ISvwEka5bQd-frMGgRXUjZGiXI0%3D&sa=X&ved=0ahUKEwiA_76CwevWAhWCLhoKHUcSAKkQ9QEIVzAJ#imgsrc=K_haKIRWY81HSM:
11. *La nuova sede delle Regione Piemonte in Torino, Davide Ruggeri, Progetto CONCRETE*. Ruggeri, Davide. Ingenio, p. 4.
12. NBS. [Online] [Riportato: 20 Giugno 2017.] <https://www.thenbs.com/knowledge/the-20-key-bim-terms-you-need-to-know>.

13. [Online] [Riportato: 11 Luglio 2017.] <http://www.biminteroperabilitytools.com/>.
14. *Building Smart*. [Online] [Riportato: 24 Settembre 2017.] <http://www.buildingsmart-tech.org/ifc/IFC2x3/TC1/html/index.htm>.
15. *ISO*. [Online] [Riportato: 18 Giugno 2017.] <https://www.iso.org/standard/51622.html>.
16. *iBIMi*. [Online] [Riportato: 18 Giugno 2017.] <http://www.ibimi.it/ifc-cose-e-come-e-fatto/>.
17. *Harpaceas*. [Online] [Riportato: 20 Luglio 2017.] <http://www.harpaceas.it/il-controllo-normativo-con-solibri-model-checker-code-checking/>.
18. *Biblius-net*. [Online] [Riportato: 20 Luglio 2017 .] <http://biblus.acca.it/il-bim-e-lattivita-di-model-checking-il-clash-detection-e-il-code-checking/>.
19. *Harpaceas*. [Online] [Riportato: 18 Giugno 2017.] <http://www.harpaceas.it/project/bim-pubblica-amministrazione/>.
20. [Online] [Riportato: 20 Giugno 2017.]
<https://www.google.it/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiPnODX5bXWAhWQbVAKHehRA8YQFghrMAc&url=http%3A%2F%2Fwww.bimnet.co.uk%2Fdocuments%2FBIMnet%2520-%2520Validating%2520Data%2520in%2520BIM%2520Models.pdf&usg=AFQjCNEKjF-Yi>.
21. Stefani, Massimo. *Ingenio*. [Online] 2015. [Riportato: 20 Luglio 2017.] http://www.ingenio-web.it/Articolo/2802/Piattaforme_per_il_code_checking.html.
22. —. *Ingenio*. [Online] [Riportato: 24 Settembre 2017.] <http://www.ingenio-web.it/immagini/CKEditor/Il%20futuro%20dei%20software%20per%20il%20mondo%20della%20progettazione.pdf>.
23. *Solibri*. [Online] [Riportato: 10 Giugno 2017.] <https://www.solibri.com/>.
24. *Ergodomus*. [Online] [Riportato: 24 Settembre 2017.] <http://www.ergodomus.it/it/la-nuova-frontiera-della-progettazione-il-bim-parte-2-il-formato-ifc/>.
25. Alberto Abbi, Valentina Napoleoni, Caterina Trebbi. *Ingenio*. [Online] [Riportato: 26 Luglio 2017.] http://www.ingenio-web.it/Articolo/4899/Esemplificazione_di_code_checking_delle_norme_edilizie_nazionali_attraverso_l_uso_di_Solibri_Model_Checker.html.
26. [Online] [Riportato: 24 Luglio 2017.] <http://www.shelidon.it/?p=2741>.
27. Li, Yunxue. [Online] [Riportato: 19 Settembre 2017.]
https://paginas.fe.up.pt/~gequaltec/w/images/Final_dissertation-Yunxue_Li.pdf.
28. Eilif, Hjelseth. *Researchgate*. [Online] [Riportato: 24 Settembre 2017.]
https://www.researchgate.net/publication/300580354_BIM-based_model_checking_BMC.

29. Malsane, Sagar. [Online] [Riportato: 24 Settembre 2017.]
http://nrl.northumbria.ac.uk/25328/1/malsane.sagar_phd.pdf.
30. Jae, Lee. [Online] [Riportato: 20 Settembre 2017.]
https://smartech.gatech.edu/bitstream/handle/1853/34802/lee_jae_m_201008_phd.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
31. [Online] 15 Febbraio 2013. [Riportato: 20 Luglio 2017.] <http://aecmag.com/software-mainmenu-32/527-solibri-model-checker-v8>.
32. Eilif, Hjelseth. [Online] [Riportato: 24 Settembre 2017.]
https://www.researchgate.net/publication/265821429_EXPLORING_SEMANTIC_BASED_MODEL_CHECKING.
33. Stefani, Massimo. *Ingenio*. [Online] [Riportato: 01 10 2017.] http://www.ingenio-web.it/immagini/Articoli/PDF/Piattaforme_per_il_code_checking___BIM___harpaceas_liWk.pdf.
34. [Online] [Riportato: 06 10 2017.] <http://www.jotneit.no/>.

