

POLITECNICO DI TORINO

Collegio di Ingegneria Edile
Corso di Laurea Magistrale
in Ingegneria Edile

Tesi di Laurea Magistrale

**La quinta dimensione del BIM: gestione flessibile dei
costi con Dynamo**



Relatori

firma dei relatori

Ch.ma prof.ssa Anna Osello

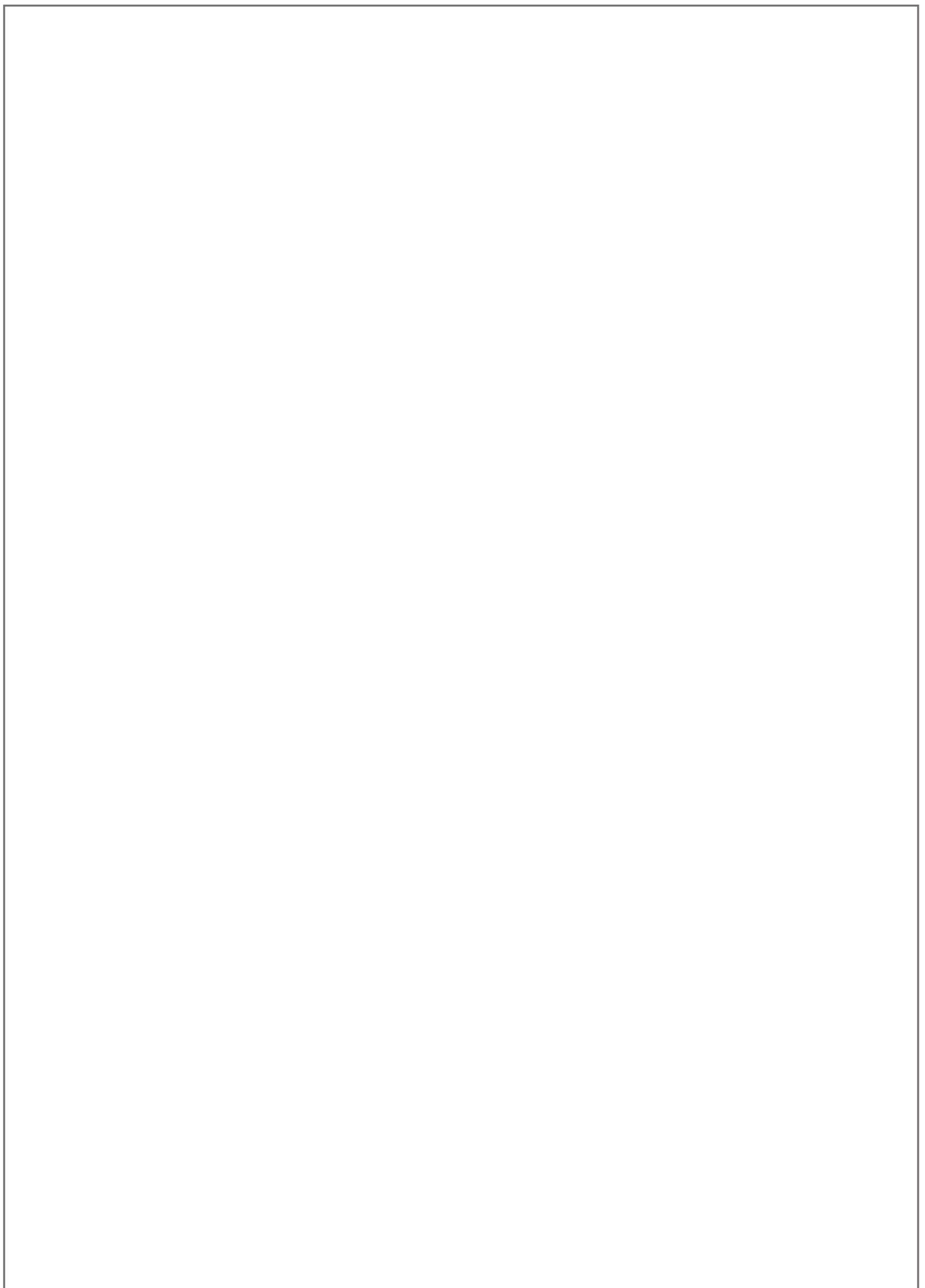
ing. Matteo Del Giudice

Candidato

firma del candidato

Valentina Pellicorio

Luglio 2020



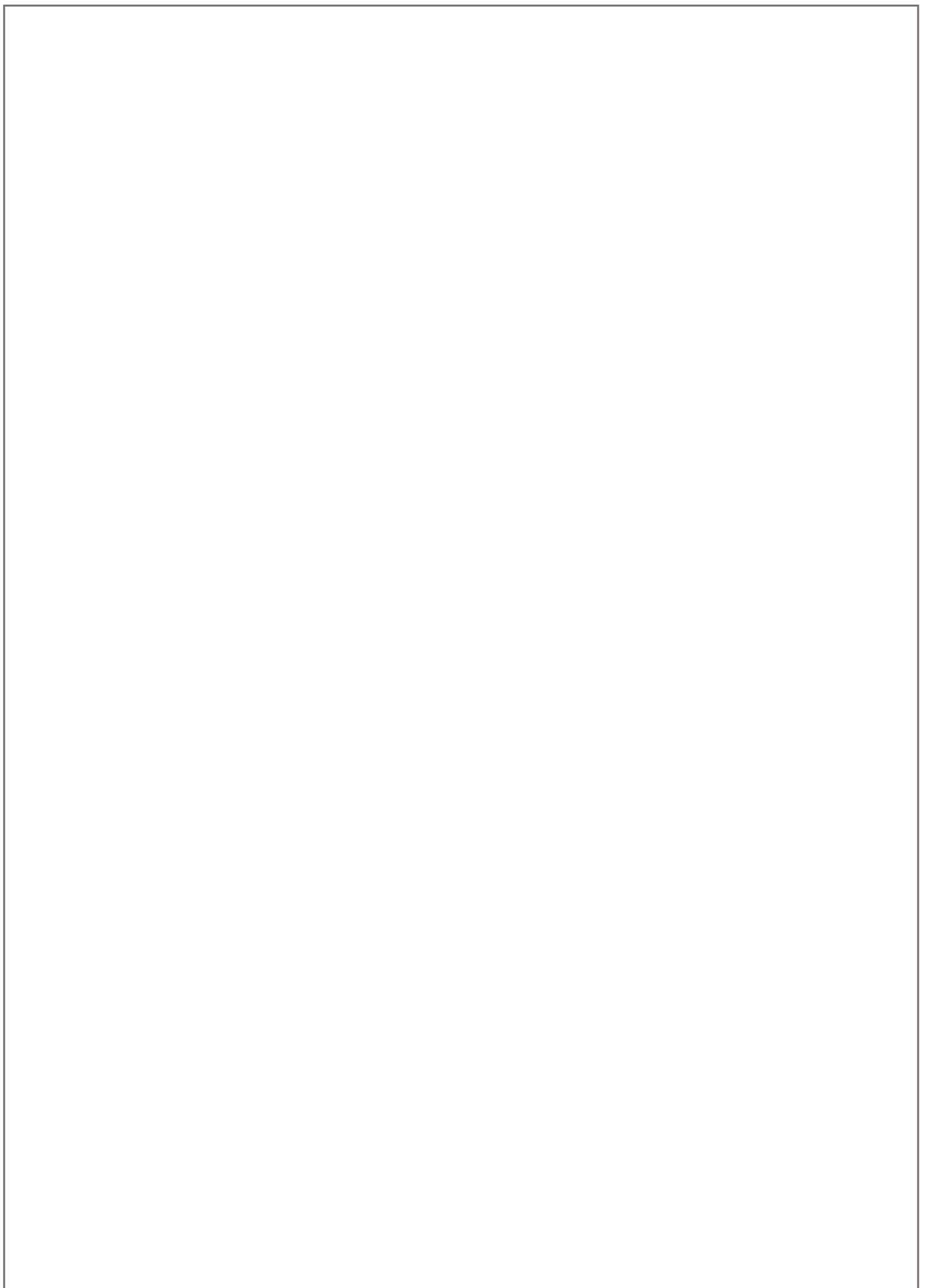
Ringraziamenti

Ringrazio la mia relattrice Prof.ssa Anna Osello e l'ing. Matteo Del Giudice per avermi guidato in questo percorso di tesi che è stato per me un importante momento formativo, che mi ha permesso di confrontarmi con tematiche che hanno suscitato in me grande stimolo e interesse.

Grazie alla mia mamma, a papà, a mio fratello e tutta la mia famiglia, che, nonostante le mie ricorrenti deviazioni, hanno costantemente supportato tutte le mie scelte, offrendomi sempre tutta la comprensione e l'affetto che si possa desiderare. Grazie a Silvio e Marilena, che sono stati per me una luce quando mi sentivo sola e avevo paura di un percorso buio e in salita. Grazie per essere stati una presenza cara e costante, quanto avete fatto per me non andrà mai dimenticato.

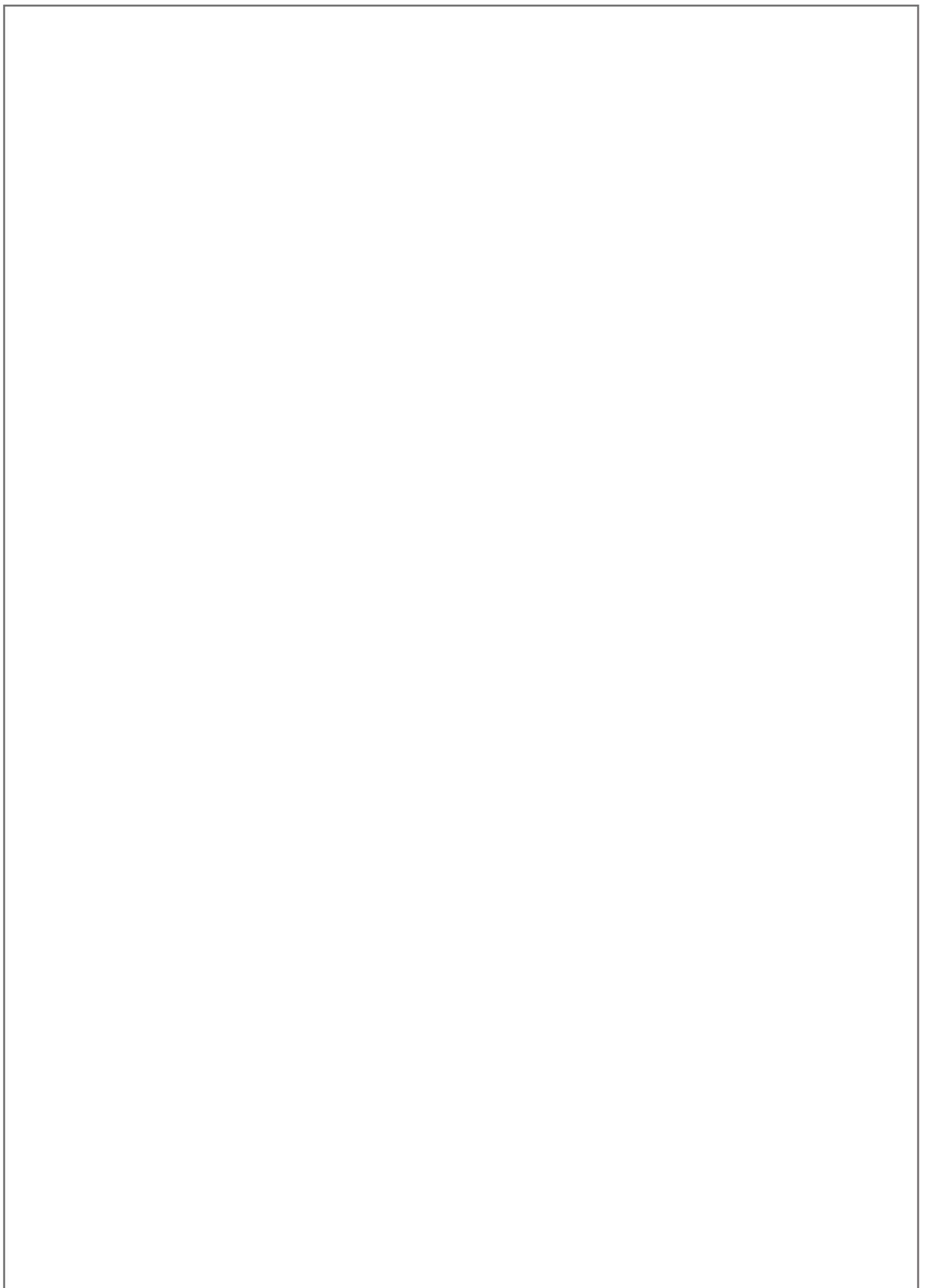
Grazie a tutti i miei amici, sempre pronti a sopportare ansie, preoccupazioni, nervosismi e stanchezze. Grazie perché anche nei momenti più tristi e solitari di questo strano anno mi avete permesso di non sentire mai davvero la lontananza. Grazie a Riccardo, che quando nella mia testa regnava il caos e non trovavo le parole, ha sempre saputo come interpretare la lingua straniera dei miei pensieri.

Grazie a Marco, Elsa, Annamaria e tutti gli splendidi colleghi che si sono fermati stanchi dopo una giornata di lavoro per darmi un consiglio, rileggere un concetto, consigliarmi il libro giusto in cui cercare. Siete persone preziose. Grazie a Federico Germani, che con infinita pazienza mi ha insegnato la lingua delle fatture, dei contratti, del mondo degli adulti. Grazie all'ing. Giampiero Brioni, che mi ha aiutato a crescere e a imparare quel lavoro in cui ho trovato me stessa, che in me ha creduto prima di chiunque altro e che, nonostante la mia testa dura e il mio carattere complicato, su di me non ha mai smesso di scommettere.



Abstract

L'elaborato di tesi si inquadra nell'ambito della preventivazione sintetica finalizzata alla valutazione del costo di costruzione di un edificio progettato in ambiente BIM. Gli obiettivi, sebbene tutti ricompresi in questo ambito e in generale in quello della fase preliminare della progettazione, sono molteplici. Assume grande importanza la progettazione informativa del modello, mirata ad individuare quali parametri possano permettere una gestione efficace del modello virtuale dell'edificio sviluppato con software BIM Authoring e renderlo completo ai fini di analisi economiche che si inquadrano nella quinta dimensione del BIM (5D). Una volta individuato uno strumento utile alla gestione di informazioni che riguardano classificazioni e codifiche degli elementi di progetto, esso viene implementato con tutte le informazioni derivanti dalle analisi economiche, fino a costituire, oltre che un database dei codici, anche un elenco dei prezzi unitari. Un ulteriore aspetto di importanza fondamentale è tutto quanto riguarda la corretta individuazione degli aspetti metrici di un progetto: il lavoro di tesi cerca un compromesso tra le stime sintetiche mono-parametriche spesso utilizzate in fase di progetto preliminare, ma che non si possono definire sufficientemente accurate né troppo calate nella specifica realtà progettuale, e quelle analitiche che nel caso più generale coinvolgono la redazione di un computo metrico estimativo e la gestione della metrica di progetto attraverso l'esportazione di un file IFC, procedura che richiederebbe un livello di definizione degli elementi progettuali raramente raggiunto in fase preliminare. Questi aspetti verranno gestiti all'interno del software stesso in cui è stato sviluppato il modello virtuale, attraverso una serie di strumenti ottenuti grazie alla programmazione visuale, che permettono la gestione di un flusso di informazioni tra il modello stesso e il database informativo di progetto. Lo scopo finale sarà pertanto quello di ottenere degli strumenti adatti ad una preventivazione sintetica a parametrizzazione multifunzionale attraverso una gestione del progetto che si inquadri correttamente nelle dimensioni del BIM, permettendo così di sfruttare al meglio le potenzialità di questa tecnologia.



Sommario

1.	Introduzione	1
1.1.	Lo stato dell'arte della progettazione in BIM	1
1.2.	La quinta dimensione del BIM	4
1.3.	Obiettivi della tesi	5
2.	Presentazione del caso studio: Trompone	8
2.1.	Presentazione del Progetto	8
2.1.1.	Progetto strutture	9
2.1.2.	Progetto architettonico	10
3.	Gestione informativa ed economica del Progetto	12
3.1.	Strumenti di gestione informativa: navigatore di Progetto	12
3.2.	Sistemi di classificazione e codifica	14
3.2.1.	Introduzione generale	14
3.2.2.	Panoramica dei sistemi di codifica	15
3.2.3.	Valutazione e comparazione dei sistemi di codifica	24
3.2.4.	Impostazione del navigatore di Progetto e dei parametri di codifica	26
3.3.	Analisi economiche	47
3.3.1.	Impostazione della stima preliminare	47
3.3.2.	Analisi dei prezzi	61
3.4.	Gestione informazioni e quantificazione con la programmazione visuale	67
3.4.1.	Programmazione visuale con Dynamo	68
3.4.2.	Script per l'elaborazione della stima economica preliminare	74
3.4.3.	Script per la compilazione del parametro di localizzazione	91
3.4.4.	Script per il quantity take-off di elementi complessi	93
3.4.5.	Script per la gestione e il quantity take-off delle parti	97
4.	Gestione completa dell'informazione del 5D	99

4.1. Utilizzo del navigatore di Progetto.....	99
4.1.1. Navigatore del Progetto	99
4.1.2. Analisi critica dello strumento.....	101
4.1.3. Elaborazione del Quadro di stima economica	102
5. Confronto e verifica di attendibilità del risultato ottenuto.....	104
5.1. Interoperabilità tra software tramite esportazione dell'IFC.....	106
5.1.1. Esportazione del file IFC.....	106
5.2. Impostazione della stima economica preliminare.....	111
5.2.1. Importazione IFC e impostazione regole di calcolo	111
5.2.2. Elaborazione del preventivo parametrico.....	114
5.3. Confronto dei risultati ottenuti.....	120
6. Conclusioni	121
6.1. Analisi critica del metodo e dei risultati ottenuti	121
6.2. Sviluppi futuri	124
Indice delle Figure	126
Bibliografia	130
Allegato A – Analisi dei Prezzi	134
Allegato B – Navigatori del progetto.....	164

1. Introduzione

1.1. Lo stato dell'arte della progettazione in BIM

Il Building Information Modeling (BIM) è una tecnologia che permette, attraverso la realizzazione di un modello tridimensionale parametrico, la creazione di un unico luogo virtuale in cui conferiscono tutte le informazioni necessarie allo sviluppo di un progetto e delle successive fasi di vita di un edificio, relative alle diverse discipline e alla pluralità di stakeholders coinvolti nel processo. E' necessario sottolineare però come una definizione univoca di BIM non esista: il BIM infatti è un mondo in continua evoluzione e i confini delle definizioni in cui è possibile inquadrarlo sono sicuramente molto fluidi. Si riporta per inquadrarne l'ambito, la definizione data da Chuck Eastman nel BIM Handbook.

“Il BIM è uno tra i più promettenti sviluppi che consentono l'accurata creazione digitale di uno o più modelli virtuali di un edificio, facilitandone le attività di progettazione, costruzione, fabbricazione ed approvvigionamento che portano alla sua realizzazione”.

La gestione di un progetto in ambiente BIM implica infatti la modellazione di “oggetti parametrici”, a cui sono associate non solo caratteristiche di tipo geometrico proprie della rappresentazione tridimensionale, ma anche dati e informazioni di varia natura che restano connesse alle famiglie di oggetti modellati come parametri di progetto, trasformato il modello in un database informativo e non una semplice rappresentazione grafica come avveniva con l'utilizzo di metodi tradizionali.

L'impiego di metodologie di tipo tradizionale conduce inoltre ad un aumento dei costi di commessa dovuto alle modifiche che il progetto subisce nei suoi livelli di approfondimento; la logica BIM offre invece la possibilità coinvolgere fin dalle prime fasi tutti gli stakeholders, permettendo l'individuazione di scelte strategiche già nelle fasi iniziali di pianificazione. Tale processo comporterà un incremento dei costi e dello sforzo progettuale nelle fasi di pianificazione e progettazione, in previsione però

di una maggiore efficacia nelle fasi realizzative ed una migliore gestione del budget grazie ad una notevole riduzione di possibilità di varianti progettuali.

Un pilastro fondante dei processi di progettazione integrata sviluppati con metodologia BIM è il concetto di interoperabilità, ovvero la possibilità di scambiare dati, informazioni, geometrie contenuti nel modello parametrico di progetto tra le diverse piattaforme di software BIM Authoring e i vari applicativi destinati alle funzionalità coinvolte nelle attività progettuali; l'interoperabilità permette un corretto flusso di comunicazione e coordinamento tra gli stakeholders e una corretta gestione di informazioni non solo metriche ma anche qualitative, di difficile lettura con i processi tradizionali perché spesso contenute in relazioni e altri documenti differenti da quelli grafici di progetto. Il BIM infatti rappresenta uno dei più potenti strumenti a servizio della progettazione integrata o Integrated Project Delivery (IPD), di cui si riporta la definizione data dall' American Institute of Architects (AIA).

“Un approccio progettuale che integri persone, sistemi, strutture aziendali e prassi in un processo capace di sfruttare in modo collaborativo i talenti e le conoscenze di tutti i partecipanti per ottimizzare i risultati del progetto, aumentare il valore per il proprietario, ridurre gli sprechi e massimizzare l'efficienza in tutte le fasi di progettazione, fabbricazione e costruzione.”

La chiave di tale accessibilità risiede nel formato Industry Foundation Classes (IFC), lo standard internazionale sviluppato da BuildingSmart International, caratterizzato dalla possibilità di essere gestito tra tutte le piattaforme BIM Oriented. Tale formato consente al progettista la visualizzazione del modello, l'implementazione dei suoi contenuti geometrici e informativi la fruizione all'interno di svariate piattaforme di software BIM Authoring impiegate e dedicate a tutte le discipline e gli aspetti dell'opera: strutturali, gestionali, economici e realizzativi.

Riprendendo la definizione dell'International Project Management Association (IPMA), si introduce la definizione di "Progetto" come:

"un'operazione, con forti vincoli di tempi e di costi, che ha lo scopo di realizzare un insieme di risultati al fine di raggiungere gli obiettivi del progetto, rispettando i requisiti fissati e gli standard di qualità richiesti."

Da questa definizione risulta chiara l'importanza assunta dai processi messi in campo per il raggiungimento degli obiettivi di progetto in una chiave di efficacia dal punto di vista di costi e tempi; risulta evidente come la decisione di sviluppare un progetto in logica BIM comporti l'ideazione di processi completamente differenti rispetto alle logiche tradizionali. Una regolamentazione di processi, ruoli e responsabilità si ritrova all'interno del BIM Execution Plan (BEP) che contiene le principali informazioni del progetto e del suo contesto, la sua georeferenziazione, l'identificazione di tutti gli stakeholders e dei relativi ruoli e responsabilità all'interno di tutti i processi BIM individuati. Il BEP è un documento tecnico che indaga anche alcuni aspetti della modellazione individuando i parametri di progetto, le logiche di destrutturazione, i processi di controllo delle interferenze tra i modelli (clash detection) e le relative checklist; un aspetto fondamentale risiede inoltre nell'individuazione di un livello di sviluppo degli oggetti modellati (LOD), che indicano i contenuti e i livelli di approfondimento raggiunti dagli elementi del modello da un punto di vista geometrico (LOG) e informativo (LOI).

Le procedure metodologiche BIM si articolano inoltre in sette livelli differenti, come indicato dalla Norma UNI 11337, che nelle sue dieci parti disciplina l'intera Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni in logica BIM. Di seguito in Figura 1 sono illustrati sinteticamente le dimensioni del BIM.



Figura 1 - Schematizzazione delle dimensioni del BIM

Coerentemente con la definizione ufficiale del National Institute of Building Sciences (NIBS), di seguito riportata.

“Il BIM, è per sua natura connesso, oltre che alla modellazione 3D, anche ai tempi di costruzione, definiti 4D, e alla gestione dei costi di costruzione, definiti 5D.”

La quinta dimensione del BIM associata al modello 3D e al BIM-4D (tempi) consente quindi di stimare i costi del progetto, adattandosi in maniera più flessibile ai cambiamenti progettuali, siano essi variazioni di tipo quantitativo o qualitativo; è principalmente all'interno di questa specifica dimensione, di seguito approfondita, che si inquadra il lavoro di tesi.

1.2. La quinta dimensione del BIM

La quinta dimensione del BIM riguarda, come illustrato nella Figura 1 del capitolo precedente, la sfera economica dei progetti che comprende la stima e la gestione dei costi di commessa.

Le informazioni di tipo quantitativo e qualitativo associate agli elementi modellati possono essere utilizzate direttamente per determinare le quantità e i prezzi unitari delle lavorazioni che devono essere eseguite e per definire, nell'ambito del BIM 5D, la stima dei costi che ad esse sono associati.

Uno degli aspetti limitanti, per cui si rende necessario intraprendere un'attività di ricerca e sviluppo, è che, ad oggi, per quanto esistano software BIM Authoring al cui interno sia possibile gestire i processi di valorizzazione economica di un progetto (si faccia riferimento ad esempio a STR Vision CPM), questi si dimostrano spesso rigidi nelle fasi preliminari in cui i cambiamenti del progetto sono molteplici e frequenti. Da questo deriva l'esigenza di dotarsi di strumenti più flessibili e che comportino la minore perdita di dati possibile, riducendo al minimo i passaggi di import/export.

Ai fini dell'interoperabilità tra software BIM sono stati introdotti i file formato IFC che costituiscono una risorsa fondamentale anche nell'ambito della computazione,

poiché permettono di caricare nei software dedicati al 5D tutta la geometria e le informazioni desiderate dal modello. Nelle fasi preliminari però i modelli non sempre possiedono un adeguato livello di approfondimento e possono presentare situazioni legate alla modellazione che mettono in crisi la gestione tramite file .ifc delle metriche di progetto, conducendo a grandi perdite di dati.

In quest'ottica un limite è rappresentato anche dall'assenza di una cultura diffusa di modellazione e soprattutto di classificazione delle categorie e tipologie di elementi nell'ottica di una successiva computazione: le categorie e tipologie raramente vengono codificate con l'intento di agevolare la stima economica da parte del team di progetto delle diverse discipline architettoniche, strutturali e impiantistiche. Anche l'individuazione dei parametri non è spesso funzionale alla quinta dimensione ed è necessario tenere presente che mappare manualmente dei parametri su modelli di medio-grande dimensioni richiede una notevole quantità di tempo.

Il lavoro di tesi si inquadra infatti nella fase di progettazione preliminare e conduce le relative analisi economiche attraverso metodi di preventivazione sintetica che sono più funzionali a questa fase progettuale; questi metodi vengono inquadrati inoltre in logiche di destrutturazione che analizzino il progetto fin da subito anche dal punto di vista economico, inserendo informazioni codificate nel modello da porre alla base di tutto il processo di preventivazione.

L'obiettivo che questo lavoro si pone è infatti quello di ricercare uno strumento che possa costituire un support valido ed efficace per la gestione informativa dei progetti, classificando gli elementi tecnici del Progetto in maniera funzionale rispetto alle logiche della stima economica.

1.3. Obiettivi della tesi

Il lavoro di tesi si inquadra nella preventivazione per la valutazione preliminare del costo di costruzione di un edificio progettato in logica BIM. Nonostante esistano modelli contenenti già una serie di parametri e informazioni relative al progetto, spesso le stime preliminari vengono condotte in maniera sintetica mono-parametrica o multi-parametrica, tenendo in conto solo un numero decisamente limitato di caratteristiche del progetto. Le valutazioni economiche condotte nelle fasi

preliminari però rivestono un ruolo molto importante anche nelle fasi successive, che dovrebbero procedere senza eccessivi stravolgimenti dal punto di vista dei budget messi a base di commessa. Per questa ragione diviene molto importante che l'Ingegnere dei costi possa dotarsi di strumenti che permettano di sfruttare a pieno il modello di progetto sviluppo e tutte le prerogative tipiche dei progetti nati in logica BIM. Gli obiettivi della tesi infatti si inquadrano nella gestione dei diversi aspetti che possono condurre il responsabile dei costi a massimizzare l'utilità delle logiche BIM per produrre una valutazione del costo di costruzione più accurata rispetto ai metodi tradizionali e sicuramente più calata nella realtà dello specifico progetto.

Gli aspetti ricompresi in questo processo, a tutti gli effetti gli obiettivi posti alla base della tesi, possono riassumersi nei seguenti punti:

- ricerca di un sistema di classificazione degli elementi tecnici e delle lavorazioni (anche relativamente ad eventuali elementi non modellati) che sia efficace e funzionale anche per le analisi economiche;
- utilizzo della programmazione visuale per la gestione dei processi di scrittura di codici nel modello e di QTO (Quantity take-off) necessari ai fini della valutazione metrica di un intervento;
- individuazione di un metodo di preventivazione che possa calarsi nella fase di progettazione preliminare permettendo la gestione economica a partire dai modelli parametrici dell'edificio;
- individuazione di un sistema efficace che consenta ai progettisti una gestione informativa del progetto ottimale, permettendo un controllo dei costi e un'elevata flessibilità rispetto ai cambiamenti progettuali tipici delle prime fasi di sviluppo di un Progetto.

Lo scopo potrà dirsi raggiunto se, al termine del lavoro svolto, saranno state individuate e testate delle soluzioni che conducano ad individuare una possibile risposta ai seguenti quesiti.

- Si possono individuare **criteri di destrutturazione e sistemi di codifica** funzionali sia agli aspetti progettuali che alle analisi economiche, ed implementarli all'interno dei modelli senza un impiego eccessivo di risorse?

- Si possono condurre operazioni di **computazione metrica** internamente al modello per limitare la perdita di dati che avviene nelle fasi preliminari con l'esportazione del file IFC e che siano strutturate sempre sulla base delle analisi economiche da condurre?
- Si può pensare ad una tipologia di preventivazione che si possa collocare in questo preciso contesto e a degli **strumenti semplici di gestione informativa** che consentano di tenere sotto controllo le metriche e gli aspetti estimativi del progetto nei confronti di possibili variazioni progettuali?

Per riassumere tutto in una sola domanda, **si possono individuare dei processi che permettano di massimizzare la precisione e l'efficacia delle stime preliminari sfruttando le potenzialità offerte dai modelli BIM, seppur in fase di progettazione preliminare?**

2. Presentazione del caso studio: Trompone

2.1. Presentazione del Progetto

Il caso studio su cui verrà sviluppato il lavoro di tesi è un centro per malati di Alzheimer sito all'interno del complesso del Trompone a Moncrivello in Piemonte (VC). Lo sviluppo del complesso è avvenuto nel tempo attorno al Santuario del Trompone la cui costruzione, commissionata da Gabriella di Valperga consorte del Marchese di Moncrivello, ebbe inizio nel 1562. Alla Chiesa a tre navate sono stati aggiunti successivamente il convento concluso nel 1659 e due palazzi in stile neoclassico. Il convento è stato per lungo tempo affidato ai Frati Francescani della Provincia di Torino e successivamente ai Monaci Cistercensi; per quanto riguarda invece i palazzi, sono stati costruiti per ospitare il Seminario Minore diocesano su volontà dell'Arcidiocesi di Vercelli.

La riconversione delle destinazioni d'uso del complesso avviene nel 1970 quando venne concesso in comodato d'uso al Beato Luigi Novarese, che fu fondatore dei Silenziosi Operai della Croce; l'idea era quella di un Centro residenziale mirato ad ospitare giovani con disabilità offrendo loro anche una serie di attività socio-riabilitative. Queste attività sono proseguite nel tempo fino ad evidenziare nel 2006 la necessità di ampliamento della struttura, che ha visto la costruzione del nuovo Centro accanto al Santuario, ampliando inoltre le attività a quella di Casa di cura privata. A partire dal 2011 sono stati realizzati una serie di ampliamenti e recuperi edilizi che hanno permesso di ottenere le seguenti funzioni:

- Residenza Sanitaria Assistenziale con specifici spazi adibiti all'accoglienza di ospiti in stato vegetativo (derivato dalla riconversione dell'ex seminario);
- Nucleo per ospiti affetti da gravi patologie neurologiche;
- Nucleo di continuità assistenziale.

In questo contesto si inquadra infatti il Nucleo dedicato agli ospiti affetti da Alzheimer, un edificio di nuova costruzione che sarà oggetto di preventivazione economica di tipo preliminare per la stima dei suoi costi di costruzione. Verranno analizzati in maniera più dettagliata gli aspetti legati alla progettazione architettonica

e strutturale, di cui si dispone di modelli realizzati in Autodesk Revit, mentre verranno analizzati in maniera semplificata con preventivazione sintetica mono-parametrica gli aspetti che riguardano la progettazione impiantistica. Di seguito vengono approfondite le linee generali di progettazione e tecnologie impiegate per quanto riguarda opere edili e strutturali. L'adozione della logica BIM e la realizzazione di un modello parametrico consentono in generale di definire:

- georeferenziazione del progetto;
- definizione dei materiali impiegati a cui sono allegati nel modello schede relative alle caratteristiche fisiche, termiche etc.;
- definizione delle stratigrafie di progetto;
- inserimento degli elementi adibiti a sistemazione esterna.

2.1.1. Progetto strutture

La struttura dell'edificio si compone principalmente di due tipologie di soluzione strutturale:

- fondazioni in travi rovesce in calcestruzzo armato;
- strutture in elevazione orizzontali e verticali costituiti da profili di varie dimensioni in carpenteria metallica imbullonati e saldati.

Di seguito in *Figura 2* viene riportato un estratto del modello strutturale che mostra la fondazione e la struttura in elevazione dell'edificio.

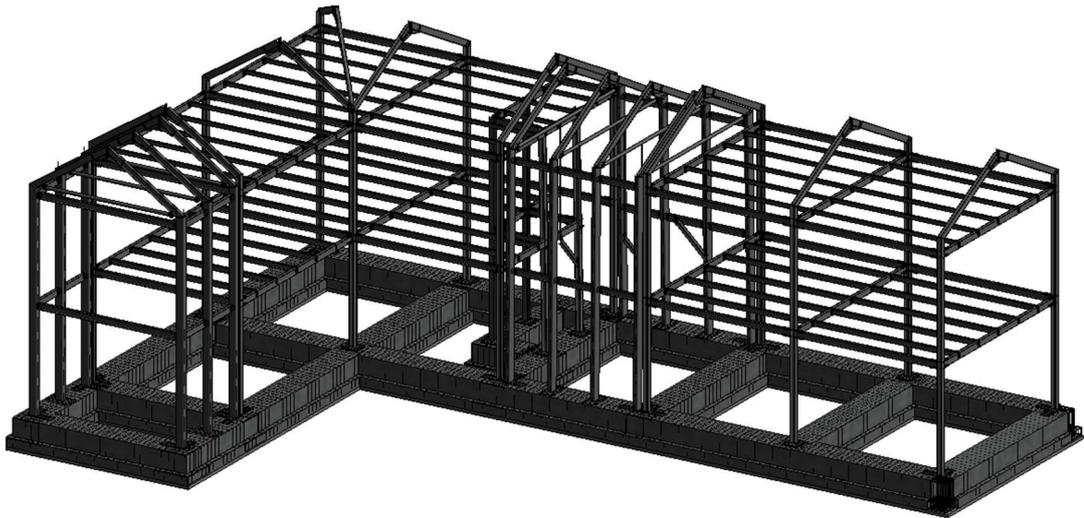


Figura 2 - Rappresentazione 3D delle strutture di fondazione e in elevazione dell'edificio

2.1.2. Progetto architettonico

L'edificio è costituito da due piani fuori terra, non presenta livelli interrati ed ha un sottotetto non abitabile; al progetto architettonico sono legate inoltre una serie di elementi riguardanti le sistemazioni esterne. Di seguito in *Figura 3* è mostrato un modello tridimensionale architettonico dell'intervento.

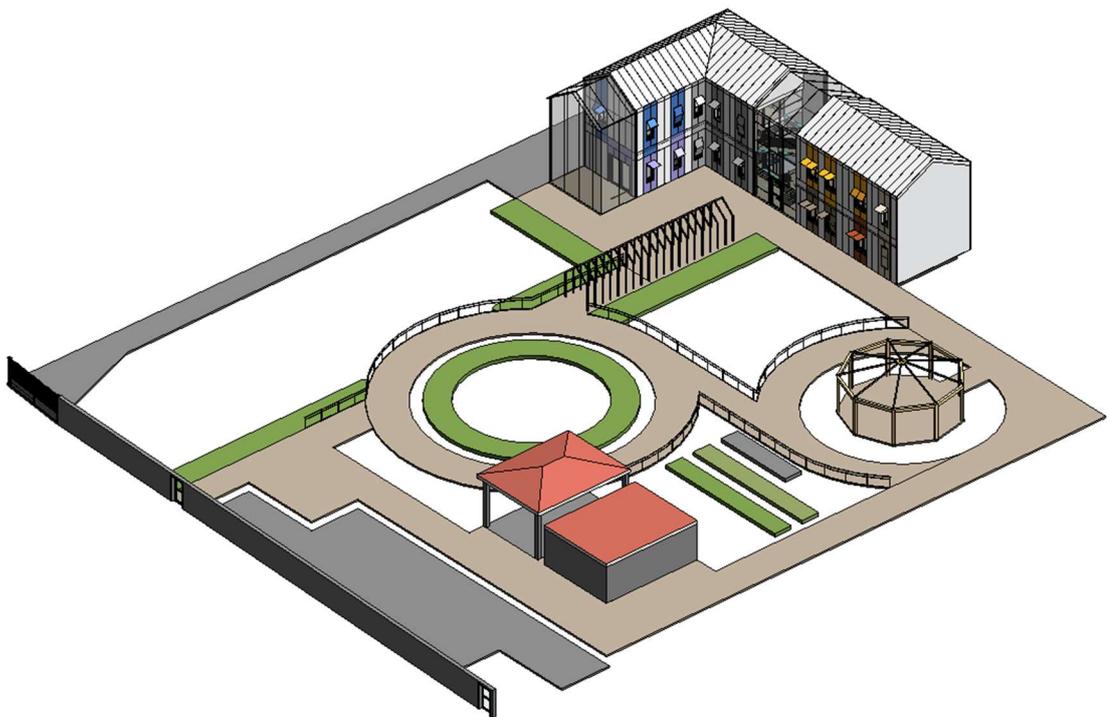


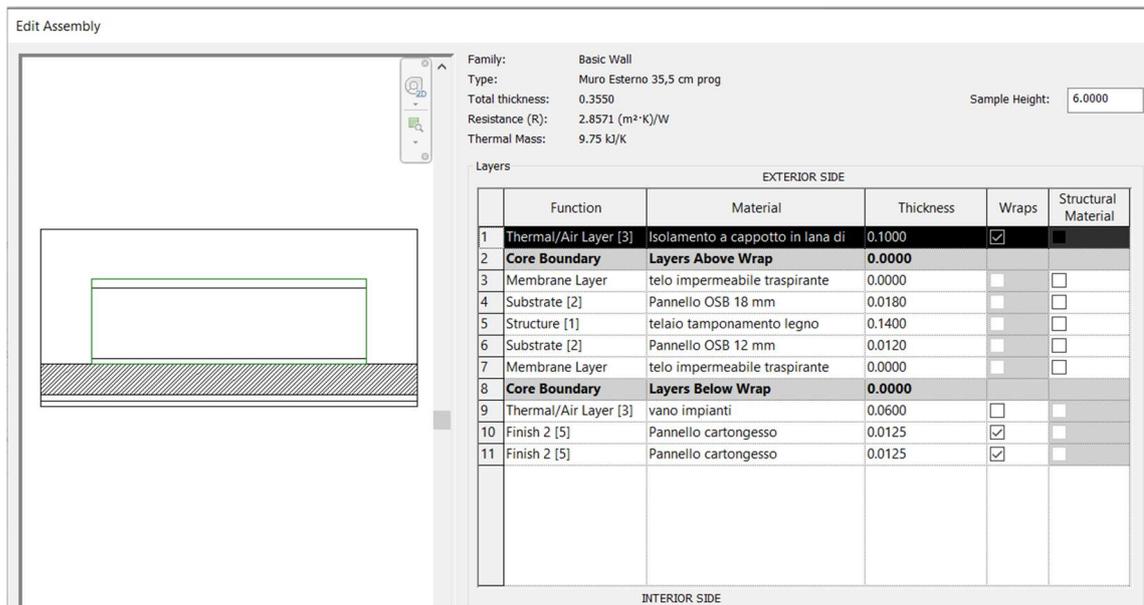
Figura 3 - Modello architettonico dell'edificio e del complesso delle sistemazioni esterne

Il progetto architettonico dell'edificio è concepito sulla base dell'impiego di tecnologie di costruzione a secco attraverso l'utilizzo di pannelli in cartongesso e OSB, rivestimenti posati a secco su sottostrutture, pannelli in materiale coibente e intelaiature in legno. In particolare sono state approfondite le seguenti stratigrafie con sistemi a secco:

- pacchetto di chiusura verticale opaca con rivestimento in pannelli;
- pacchetto di copertura isolato con rivestimento in pannelli;
- pacchetto di solaio interpiano con intelaiatura in legno;
- pacchetto di solaio del sottotetto con intelaiatura in legno.

A queste stratigrafie si aggiungono inoltre i sistemi di facciata continua a montanti e traversi e copertura vetrata.

In particolare l'involucro opaco vedrà una serie di approfondimenti dal punto di vista della gestione delle informazioni e dei parametri a seconda delle tecniche di modellazione: verrà gestito infatti sia come stratigrafia, sia come singoli strati funzionali che la compongono. Di seguito in *Figura 4* viene mostrata la composizione del pacchetto stratigrafico oggetto di studio, così come viene rappresentata all'interno del modello.



Family: Basic Wall
 Type: Muro Esterno 35,5 cm prog
 Total thickness: 0.3550
 Resistance (R): 2.8571 (m²·K)/W
 Thermal Mass: 9.75 kJ/K
 Sample Height: 6.0000

EXTERIOR SIDE				
Function	Material	Thickness	Wraps	Structural Material
1 Thermal/Air Layer [3]	isolamento a cappotto in lana di	0.1000	<input checked="" type="checkbox"/>	
2 Core Boundary	Layers Above Wrap	0.0000		
3 Membrane Layer	telo impermeabile traspirante	0.0000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 Substrate [2]	Pannello OSB 18 mm	0.0180	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 Structure [1]	telaio tamponamento legno	0.1400	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 Substrate [2]	Pannello OSB 12 mm	0.0120	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7 Membrane Layer	telo impermeabile traspirante	0.0000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8 Core Boundary	Layers Below Wrap	0.0000		
9 Thermal/Air Layer [3]	vano impianti	0.0600	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10 Finish 2 [5]	Pannello cartongesso	0.0125	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11 Finish 2 [5]	Pannello cartongesso	0.0125	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

INTERIOR SIDE

Figura 4 - Rappresentazione del pacchetto stratigrafico di involucro opaco nel modello Revit

3. Gestione informativa ed economica del Progetto

3.1. Strumenti di gestione informativa: navigatore di Progetto

L'elaborazione di uno strumento finalizzato alla gestione informativa ed economica del Progetto, come illustrato nel capitolo introduttivo, rappresenta uno dei principali obiettivi perseguiti dal lavoro di tesi, in cui andranno a confluire molti degli aspetti indagati per quanto riguarda l'informazione codifica, la metrica di progetto, la gestione delle quotazioni delle lavorazioni.

A questo scopo è stato ideato un foglio di lavoro che possa fungere da "navigatore" del Progetto, contenendo tutte le informazioni relative alla classificazione e quantificazione degli elementi del modello e alle analisi economiche condotte sulle relative lavorazioni previste.

La creazione del navigatore di progetto, come illustrato in *Figura 5* in uno schema generale del processo, si suddivide in due ambiti principali:

1. individuazione delle **classificazioni** da utilizzare e inserimento delle **codifiche** nello strumento di lavoro;
2. **analisi economiche** condotte, individuazione dei processi di **quantificazione metrica** attraverso l'utilizzo della programmazione visuale e gestione di questi dati nello strumento di lavoro.

Nei paragrafi a seguire verranno approfonditi gli aspetti legati a questi ambiti, con la predisposizione di flussi di lavoro e procedure individuate ai fini della costruzione di un idoneo strumento di lavoro.

La prima parte non potrà prescindere da un'analisi e una mappatura finalizzata alla conoscenza dei sistemi di codifica normati attualmente utilizzati per la gestione dei progetti; a valle di questa panoramica risulterà poi possibile operare una scelta rispetto ai sistemi ritenuti più idonei al raggiungimento degli obiettivi del lavoro di tesi.

Allo stesso modo sarà necessario indagare da un punto di vista teorico in quali metodi di preventivazione è possibile inquadrare la fase di progettazione preliminare, al fine di poter individuare quello più idoneo da calare nella logica BIM del progetto.

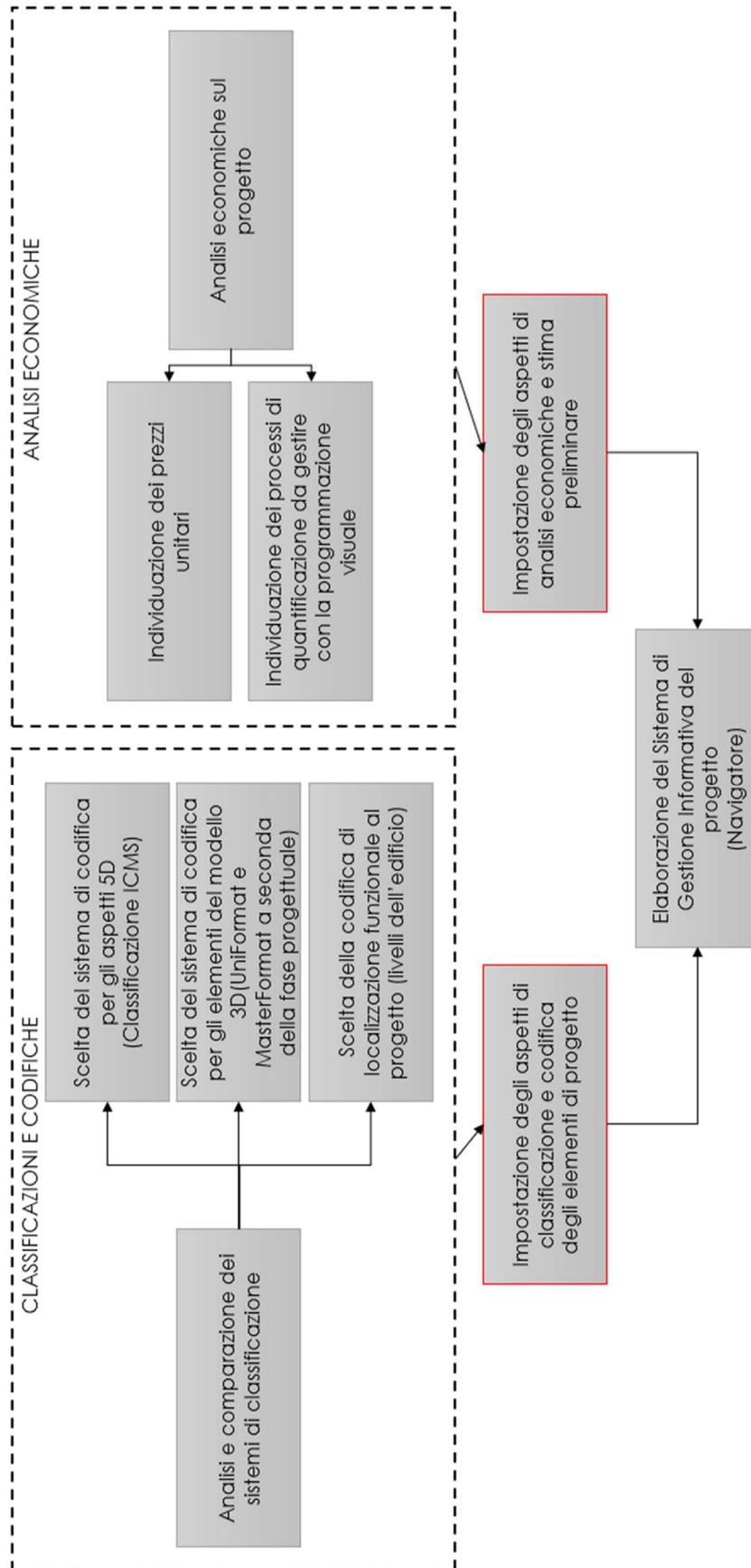


Figura 5 - Schema generale per l'ideazione del navigatore di progetto

3.2. Sistemi di classificazione e codifica

3.2.1. Introduzione generale

L'informazione codificata rappresenta uno strumento di importanza fondamentale per una gestione corretta delle informazioni relative agli elementi di un progetto; tuttavia la scelta di un sistema da adottare per ogni specifico caso non è sempre semplice, richiede una piena consapevolezza degli obiettivi da perseguire, dei software e strumenti informatici utilizzati e delle classificazioni attualmente proposte dalla letteratura e dalle normative.

Per inquadrare il tema delle codifiche nel presente elaborato è necessario porre alla base di ogni analisi le seguenti considerazioni:

- le analisi di tipo economico sui centri di costo di un progetto ne destrutturano le singole parti secondo logiche che non sono sempre rispondenti agli aspetti tecnologico-funzionali. Per questa ragione si parte dal presupposto di legare agli elementi codifiche di natura diversa che assolvano a specifici compiti, specie per quando riguarda la dimensione economica;
- l'aspetto di destrutturazione spaziale è fortemente influenzato dalle specificità del singolo progetto. Pertanto questo tipo di codice sarà customizzato sulle esigenze progettuali e indipendente dai sistema di codifica normati di seguito proposti;
- il progetto nasce in ambiente BIM e necessita di codifiche in grado di essere implementati nei software coinvolti nel processo (Revit e STR Vision CPM). E' importante in questo caso sottolineare che i sistemi di codifica non sono spesso utilizzabili in maniera intercambiabile, poiché sono spesso legati al livello di dettagli di sviluppo di un progetto in BIM (indicato dal LOD), sia dal punto di vista della geometria degli elementi (LOG) che da quello delle informazioni ad essi legate attraverso i parametri (LOI);
- i livelli di destrutturazione sono indicati dalle norme solo fino ad un certo grado di approfondimento. Risulta però spesso necessario implementare la codifica con livelli successivi, impostati sulla base delle esigenze

progettuali. Per questa ragione è necessario esaminare l'attitudine di un sistema ad essere personalizzato, implementato o integrato con altre tipologie di codici;

- i codici inseriti in un modello Revit, specie se destinati ad essere un riferimento per la computazione, devono poter essere sottoposti a operazioni di controllo e validazione condotti internamente a Revit (tramite l'utilizzo di Dynamo) oppure con software interoperabili (come Solibri Model Checker). La regolarità della struttura del codice e la semplicità delle operazioni di validazione sono un parametro da tenere presente in fase di analisi di una codifica.

3.2.2. Panoramica dei sistemi di codifica

Gli obiettivi relativi ad una efficace gestione delle informazioni di progetto presuppongono l'identificazione di un sistema di classificazione idoneo rispetto al contenuto dei modelli e allo sviluppo di analisi economiche mirate allo sviluppo di una stima preliminare. Di seguito è riportata una panoramica completa di tutti i sistemi di classificazione individuati su cui sono state condotte delle valutazioni. In particolare sono stati presi in esame i seguenti sistemi di classificazione e codifica:

- UniFormat II
- MasterFormat
- OmniClass
- UNI 8290
- classificazione gruppi di costo secondo ICMS

UniFormat II

UniFormat è un sistema di classificazione sviluppato da American Institute of Architects (AIA) tra il 1973 e il 1989 e poi redatto, nella sua versione finale, da CSI, con il nome di UniFormat II; la versione più recente di questo sistema di classificazione risale al 2010. UniFormat II prevede una classificazione basata su tre livelli: il primo concentra le principali famiglie di oggetti (fondazioni, involucro e partizioni); il secondo rappresenta una scomposizione del primo in sottogruppi; il terzo specifica con maggior dettaglio gli oggetti contenuti nel livello precedente.

Nell'ultima versione è stata proposta un'ulteriore scomposizione in un quarto livello. I criteri alla base di questa classificazione si inquadrano in una struttura gerarchica con una logica tecnico-funzionale; inoltre la struttura dei livelli tiene in considerazione anche l'incidenza sui costi dei diversi elementi tecnici. Anche per questa ragione UniFormat II può considerarsi un sistema di codifica utile ed efficace nell'ambito delle analisi economiche, con specifica applicabilità nel campo delle stime preliminari. Per quanto riguarda invece le tecniche di modellazione, questa codifica è ideale per dei LOD bassi, che considerano una modellazione del pacchetto di soluzione tecnologica come singolo elemento modellato. La codifica si articola in una sequenza alfanumerica composta da una lettera e quattro cifre. Di Seguito è riportato in *Figura 6* un estratto della codifica rielaborata in Excel per il suo utilizzo nel foglio di lavoro per la gestione informativa del progetto.

UNIFORMAT II - EN		
A. Substructure	A10 Foundations	A1010 Standard Foundations A1020 Special Foundations A1030 Slab on Grade
	A20 Basement Construction	A2010 Basement Excavation A2020 Basement Walls
B. Shell	B10 Superstructure	B1010 Floor Constructions B1020 Roof Construction
	B20 Exterior Closure	B2010 Exterior Walls B2020 Exterior Windows B2030 Exterior Doors
	B30 Roofing	B3010 Roof Covering B3020 Roof Openings
C. Interiors		
D. Services		
E. Equipment & Furnishings		
F. Special Construction & Demolition		
G. Building Sitework		
Z. Building Trade Cost - without Design Allowance		
Z. Building Trade Cost		
Z. Building Construction Cost without Inflation		
Z. Building Construction Cost (BCC)		

Figura 6 - Struttura generale del sistema di codifica UniFormat II

MasterFormat

MasterFormat è un sistema di classificazione sviluppato negli Stati Uniti dal CSI, la cui versione più recente risale al 2004; scompone gerarchicamente il progetto in divisioni e sezioni, utilizzando una logica di destrutturazione per lavorazioni. Inoltre questo sistema di codifica fornisce uno strumento ottimale per la gestione informativa di un progetto, poiché interessa molteplici aspetti che concorrono a formarne la relativa documentazione, come modalità di scelta del contraente, requisiti contrattuali, individuazione e organizzazione dei requisiti prestazionali. Per questa ragione questo sistema di codifica, grazie ad un approccio non limitato ai soli aspetti tecnici o merceologici, è in grado di per descrivere completamente lo scenario progettuale e possiede numerosi campi di applicazione. Orientandosi in modo piuttosto dettagliato sulle lavorazioni, questa classificazione fornisce un valido supporto per analisi economiche finalizzate alla redazione di un computo metrico estimativo; per quanto riguarda invece gli aspetti legati alla modellazione, MasterFormat si interfaccia bene a LOG e LOI alti e ad un dettaglio degli strati modellati all'interno dei pacchetti di elementi tecnici.

La codifica si articola in una sequenza di tre coppie di numeri che si inquadrano in una logica di dettaglio crescente: la prima coppia di numeri indica la *divisione*, la seconda indica il *sottogruppo*, mentre la terza rappresenta la *sezione*. E' inoltre presente la proposta di un quarto livello di destrutturazione, separato con un punto dai primi tre livelli normati.

Di seguito in *Figura 7* è riportato un estratto della codifica, per quanto riguarda la tabella delle strutture in calcestruzzo armato che mostra, a titolo esemplificativo, diversi livelli di dettaglio della codifica.

03 00 00	Concrete
03 01 00	Maintenance of Concrete
03 05 00	Common Work Results for Concrete
03 06 00	Schedules for concrete
03 10 00	Concrete Forming and Accessories
03 11 00	Concrete Forming

03 11 13	<i>Structural Cast-in-Place Concrete Forming</i>
03 11 13 13	Concrete Slip Forming
03 11 13 16	Concrete Shoring
03 11 13 19	Falsework
03 11 16	<i>Architectural Cast-in Place Concrete Forming</i>
03 11 16 13	Concrete Form Liners
03 11 19	<i>Insulating Concrete Forming</i>
03 11 23	<i>Permanent Stair Forming</i>
03 15 00	Concrete Accessories
03 21 00	Reinforcement Bars
03 21 11	<i>Plain Steel Reinforcement Bars</i>
03 21 13	<i>Galvanized Reinforcement Steel Bars</i>
03 21 16	<i>Epoxy-Coated Reinforcement Steel Bars</i>
03 21 19	<i>Stainless Steel Reinforcement Bars</i>
03 21 21	<i>Composite Reinforcement Bars</i>
03 21 21 11	Glass Fiber-Reinforced Polymer Reinforcement Bars
03 21 21 13	Organic Fiber-Reinforced Polymer Reinforcement Bars
03 21 21 16	Carbon Fiber-Reinforced Polymer Reinforcement Bars
03 22 00	Fabric and Grid Reinforcing
03 23 00	Stressed Tendon Reinforcing
03 24 00	Fibrous Reinforcing
03 25 00	Composite Reinforcing
03 30 00	Cast-in-Place Concrete
03 31 00	Structural Concrete
03 33 00	Architectural Concrete
03 34 00	Low Density Concrete

Figura 7 - Esempio su diversi livelli di destrutturazione della tabella 3 sul calcestruzzo

OmniClass

OmniClass è un sistema di codifica americano, pubblicato dal CSI nella sua versione più recente tra il 2012 e il 2013. OmniClass è un sistema di classificazione gerarchica completo per l'industria delle costruzioni, che fornisce un metodo per classificare l'ambiente costruito attraverso l'intero ciclo di vita del bene edilizio. E' divisa in 15 diverse tabelle che permettono, in base alla scelta di utilizzo, di adottare logiche di destrutturazione del progetto diverse in base alle specifiche esigenze (i.e. destrutturazioni di tipo tecnologico-funzionale, merceologico oppure spaziale per funzione). OmniClass incorpora altri sistemi esistenti attualmente in uso come base di due delle sue tabelle: MasterFormat per la tabella 22 – Lavorazioni e UniFormat per la tabella 21 – Elementi tecnici.

Per questa ragione risulta essere un sistema di codifica adatto sia a LOD alti che bassi e funzionale a diverse tecniche di modellazione degli elementi tecnici.

Si riportano alcuni esempi delle strutture delle codifiche e degli insiemi tipologici che le compongono per la tabella 21 in *Figura 8* e la tabella 22 in *Figura 9* che ricomprendono le codifiche precedentemente illustrate. La struttura di base del codice, che prevede anche due cifre iniziali che identificano la tabella in uso, diviene però piuttosto articolata.

Table 21		Elements				
OmniClass Number	Level 1 Title	Level 2 Title	Level 3 Title	Level 4 Title	Table 22 Reference	
21-01 90 30 60				Ground Freezing	22-31 54 00	
21-01 90 30 70				Slurry Walls	22-31 56 00	
21-01 90 40			Soil Treatment		22-31 31 00	
21-02 00 00	Shell					
21-02 10		Superstructure				
21-02 10 10			Floor Construction			
21-02 10 10 10				Floor Structural Frame		
21-02 10 10 20				Floor Decks, Slabs, and Toppings		
21-02 10 10 30				Balcony Floor Construction		
21-02 10 10 40				Mezzanine Floor Construction		
21-02 10 10 50				Ramps		
21-02 10 10 90				Floor Construction Supplementary Components		
21-02 10 20			Roof Construction			
21-02 10 20 10				Roof Structural Frame		
21-02 10 20 20				Roof Decks, Slabs, and Sheathing		
21-02 10 20 30				Canopy Construction		
21-02 10 20 90				Roof Construction		

Figura 8 - Tabella 21 della codifica OmniClass che recepisce UniFormat II

Table 22 Work Results

OmniClass Number	Level 1 Title	Level 2 Title	Level 3 Title	Level 4 Title
22-04 05 23 16				Masonry Embedded Flashing
22-04 05 23 19				Masonry Cavity Drainage, Weepholes, and Vents
22-04 08 00		Commissioning of Masonry		
22-04 20 00		Unit Masonry		
22-04 21 00		Clay Unit Masonry		
22-04 21 13			Brick Masonry	
22-04 21 13 13				Brick Veneer Masonry
22-04 21 13 23				Surface-Bonded Brick Masonry
22-04 21 16			Ceramic Glazed Clay Masonry	
22-04 21 19			Clay Tile Masonry	
22-04 21 23			Structural Clay Tile Masonry	
22-04 21 26			Glazed Structural Clay Tile Masonry	
22-04 21 29			Terra Cotta Masonry	
22-04 22 00		Concrete Unit Masonry		
22-04 22 00 13				Concrete Unit Veneer Masonry
22-04 22 00 16				Surface-Bonded Concrete Unit Masonry
22-04 22 19			Insulated Concrete Unit Masonry	
22-04 22 23			Architectural Concrete Unit Masonry	
22-04 22 23 13				Exposed Aggregate Concrete Unit

Figura 9 - Tabella 22 della codifica OmniClass che recepisce MasterFormat

UNI 8290

UNI 8290 è una norma italiana per la classificazione degli elementi tecnici degli edifici di edilizia residenziale. La norma disarticola il sistema tecnologico in elementi tecnici secondo una logica di tipo tecnico-funzionale. La scomposizione si basa su tre livelli che indicano rispettivamente:

- primo livello, classi di unità tecnologiche;
- secondo livello, unità tecnologiche;
- terzo livello, classi di elementi tecnici.

Questo tipo di scomposizione prevede generalmente l'estensione ad altri livelli gerarchici, che la norma non contempla nel dettaglio ma solo limitatamente ai criteri secondo cui dovranno essere individuati. L'ideazione della struttura di questa classificazione per la destrutturazione dei soli edifici residenziali spesso la rende carente o incompleta per descrivere alcune specifiche classi di elementi o fasi di vita di un progetto. Il suo adattamento rispetto ai LOD e agli elementi modellati varia in funzione dei livelli di approfondimento della codifica che vengono aggiunti a quelli normati. Di seguito in *Figura 10* si riporta una rielaborazione di una WBS redatta fino al terzo livello di destrutturazione sulla base della Norma UNI 8290.

Destutturazione secondo UNI 8290					
Classe unità tecnologiche		Unità tecnologiche		Classe di elementi tecnici	
1	Attività preliminari	1.1	Cantiere	1.1.1	Allestimento cantiere
				1.1.2	Mantenimento cantiere
				1.1.3	Smobilizzo cantiere
		1.2	Opere preliminari	1.2.1	Movimenti terra
2	Strutture	2.1	Strutture di fondazione	2.1.1	Fondazioni dirette
		2.2	Strutture di elevazione	2.2.1	Strutture elevazione
		2.3	Strutture di contenimento	2.3.1	Strutture di contenimento verticale

3	Chiusure	3.1	Chiusura verticale	3.1.1	Chiusure opache		
				3.1.2	Chiusure trasparenti		
		3.2	Chiusura orizz. di base	3.2.1	Solaio contro terra		
				3.3	Chiusura orizzontale su spazi aperti	3.3.1	Balconi
		3.4	Chiusura superiore			3.4.1	Tetto a falda
				3.4.2	Serramenti a tetto		
4	Partizioni interne	4.1	Partizioni interne verticali	4.1.1	Partizioni opache		
				4.1.2	Partizioni trasparenti		
		4.2	Partizioni interne orizzontali	4.2.1	Solai		
				4.3	Partizioni interne inclinate	4.3.1	Scale
		5	Partizioni esterne			5.1	Partizioni esterne verticale
				5.1.2	Elementi di protezione		

Figura 10 - Destrutturazione tipo secondo la classificazione UNI 8290

Classificazione gruppi di costo secondo ICMS

Quest'ultimo sistema di classificazione si differenzia da quelli illustrati precedentemente in quanto è proposto dalla coalizione ICMS (International Construction Measurement Standards) in maniera specifica per le analisi economiche. L'obiettivo è quello di inquadrare tutti i costi in una struttura chiara e condivisa a livello globale, relativi non solo alla costruzione ma anche alle altre fasi di vita di un bene edilizio, suddividendoli in quattro livelli gerarchici:

- Livello 1: progetto o sotto-progetto
- Livello 2: categoria di costo
- Livello 3: gruppo di costo
- Livello 4: sotto-gruppo di costo

Il primo livello divide il progetto in base alla sua destinazione d'uso, prendendo così in considerazione qualsiasi tipo di manufatto edilizio (i.e. edifici, strade, ponti, ferrovie, etc...).

Le categorie di costo includono spese di acquisizione, costruzione, rinnovamento, manutenzione, gestione della fine di vita di un manufatto e costi operativi. Ognuna di queste categorie è poi ulteriormente dettagliata in gruppi di costo più discretizzati ed eventuali sotto-gruppi che non sono normati ma soltanto proposti.

L'utilizzo di questa codifica permette di identificare i centri di costo di un progetto, orientando le analisi economiche sulla base di una destrutturazione dei costi dettagliata. Sulla base di questi centri di costo è possibile disaggregare i dati economici.

Di seguito è riportato in *Figura 11* uno schema riassuntivo con l'inquadramento della codifica e un approfondimento sulle categorie di costo così come proposto in lingua originale da ICMS.

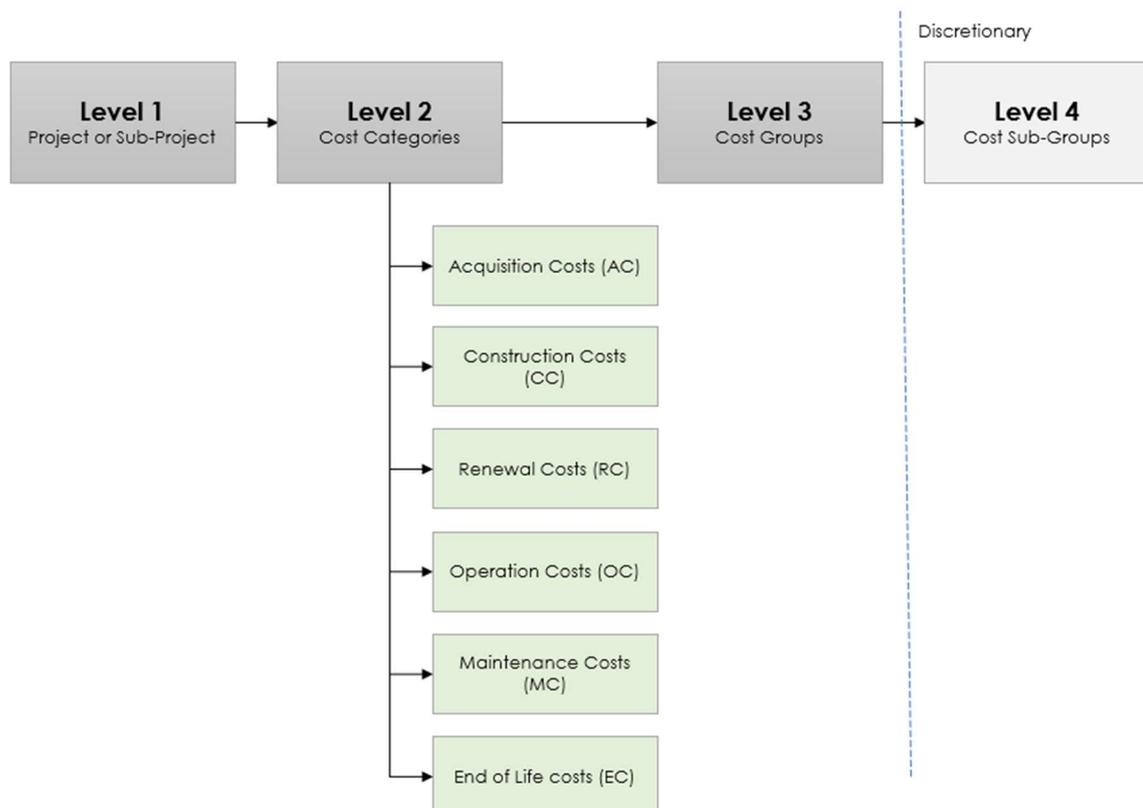


Figura 11 - Struttura della codifica per centri di costo proposta da ICMS

Di seguito in *Figura 12* è inoltre riportata una rielaborazione dei gruppi di costo proposti dal sistema di codifica ICMS nel caso di applicazione relativo al caso studio, ovvero la valutazione del costo di costruzione di un edificio; in questo caso i codici

inizieranno con 01 che fa riferimento nello specifico al progetto di un edificio e 2 che indica la categoria del costo di costruzione.

Gruppi di costo	Codici completi
Demolition, site preparation and formation	01 2 01
Substructure	01 2 02
Structure	01 2 03
Architectural works Non-structural works	01 2 04
Services and equipment	01 2 05
Surface and underground drainage	01 2 06
External and ancillary works	01 2 07
Preliminaries Constructors' site overheads general requirements	01 2 08
Risk Allowances	01 2 09
Taxes and Levies	01 2 10
Work and utilities off-site (including related risk allowances, taxes and levies)	01 2 11
Post-completion loose furniture, fittings and equipment (including related risk allowances, taxes and levies)	01 2 12
Construction-related consultants and supervision (including related risk allowances, taxes and levies)	01 2 13

Figura 12 - Classificazione dei gruppi di costo ICMS per la stima del costo di costruzione di un edificio

3.2.3. Valutazione e comparazione dei sistemi di codifica

La valutazione e la comparazione, in funzione della mappatura condotta nel paragrafo precedente, dei vari sistemi di classificazione si basa su una serie di requisiti identificati in seguito alle analisi dei sistemi precedentemente condotte. In particolare gli aspetti oggetto di valutazione e confronto sono:

- complessità nell'utilizzo del sistema di codifica;
- possibilità di ulteriori implementazioni oltre i livelli normati;
- validabilità formale della struttura del codice;
- efficacia dell'utilizzo ai fini dell'elaborazione di stime economiche preliminari;
- efficacia dell'utilizzo ai fini dell'elaborazione di computi metrici estimativi;
- semplicità di gestione in Autodesk Revit;
- efficacia dell'utilizzo in caso di modellazione di stratigrafie;
- efficacia dell'utilizzo in caso di modellazione di singoli strati funzionali.

Di seguito in *Figura 13* è riportata una tabella che sintetizza le valutazioni condotte sui vari sistemi di classificazione e codifica.

Normativa	Caratteristiche	Semplicità utilizzo codifica	Potenziale implementazione	Validabilità della codifica	Stime preliminari	Computi metrici estimativi	Gestione in Revit	Modellazione a pacchetti	Modellazione a strati
OmniClass		Bassa	Bassa	Alta	Bassa	Alta	Media	Alta	Alta
Uni8290		Alta	Alta	Bassa	Alta	Bassa	Bassa	Alta	Bassa
UniFormat II		Alta	Alta	Bassa	Alta	Bassa	Alta	Alta	Bassa
MasterFormat		Media	Media	Alta	Bassa	Alta	Alta	Media	Alta
ICMS		Media	Bassa	Alta	Alta	Alta	Media	Alta	Media

Figura 13 - Valutazione e comparazione dei sistemi di codifica

Alla luce delle considerazioni fino ad ora fatte è possibile dedurre che la codifica derivante dalla Norma UNI 8290 non risponde pienamente alle esigenze di univocità desiderate e non si adatta particolarmente all'ambiente di lavoro in Revit; pertanto non verrà utilizzata in questo progetto e l'informazione di tipo economica sarà demandata alla codifica proposta da ICMS.

La codifica OmniClass è sicuramente la codifica più completa, ma non si considera adatta ad un progetto di questo tipo, inquadrato in una stima economica di tipo preliminare, perché presenta una complessità di articolazione e gestione del codice fin troppo elevata.

La proposta quindi è quella di valutare, per quanto concerne l'applicativo alla dimensione 3D del BIM le due codifiche distinte, MasterFormat e UniFormat II; le due codifiche verranno utilizzate contemporaneamente per questo progetto solo ai fini di un esercizio formale che permetta di comprenderne realmente le potenzialità e la gestione in Revit e in Dynamo. MasterFormat infatti verrà usata impropriamente anche perché, sebbene gli aspetti del 5D presi in considerazione si inquadriano in

una stima di tipo preliminare, il modello presenta un livello di dettaglio in alcuni casi più alto e si adatta molto bene all'utilizzo di MasterFormat.

3.2.4. Impostazione del navigatore di Progetto e dei parametri di codifica

L'impostazione del navigatore del progetto prevede la sequenza di una serie di fasi, così come illustrato in *Figura 14*, al fine di completare un'analisi approfondita del progetto e dotarsi di uno strumento di lavoro e controllo.

Le tematiche principali su cui si articola il documento, come anticipato nei capitoli precedenti, si inquadrano in tre diversi ambiti:

1. destrutturazione del progetto e classificazione dei suoi elementi secondo diversi criteri di codifica;
2. analisi economiche e gestione di prezzi unitari e relative parametrizzazioni;
3. quantificazione delle lavorazioni contenute nel progetto.

In maniera particolare gli step di mappatura del progetto che riguardano la prima tematica di destrutturazione e classificazione sono i seguenti:

- analisi approfondita del modello e in genere di tutta la documentazione di progetto;
- elaborazione di un elenco di lavorazioni o elementi tecnici classificate secondo la categoria di modellazione;
- inserimento nel foglio di lavoro dei nomi del tipo di Revit utilizzato per la modellazione degli elementi, a cui abbinare una descrizione sintetica;
- codifica delle lavorazioni e conseguente compilazione del codice ID_Element;
- analisi economica del progetto e individuazione dei centri di costo da tenere in considerazione per la sua valorizzazione economica;
- codifica dei centri di costo di progetto e attribuzione del codice ID_Cost Group alle singole lavorazioni contenute nel foglio di lavoro;
- analisi spaziale del progetto e individuazione del più idoneo criterio di destrutturazione;
- codifica degli ambiti spaziali e attribuzione del codice ID_Location alle singole lavorazioni.

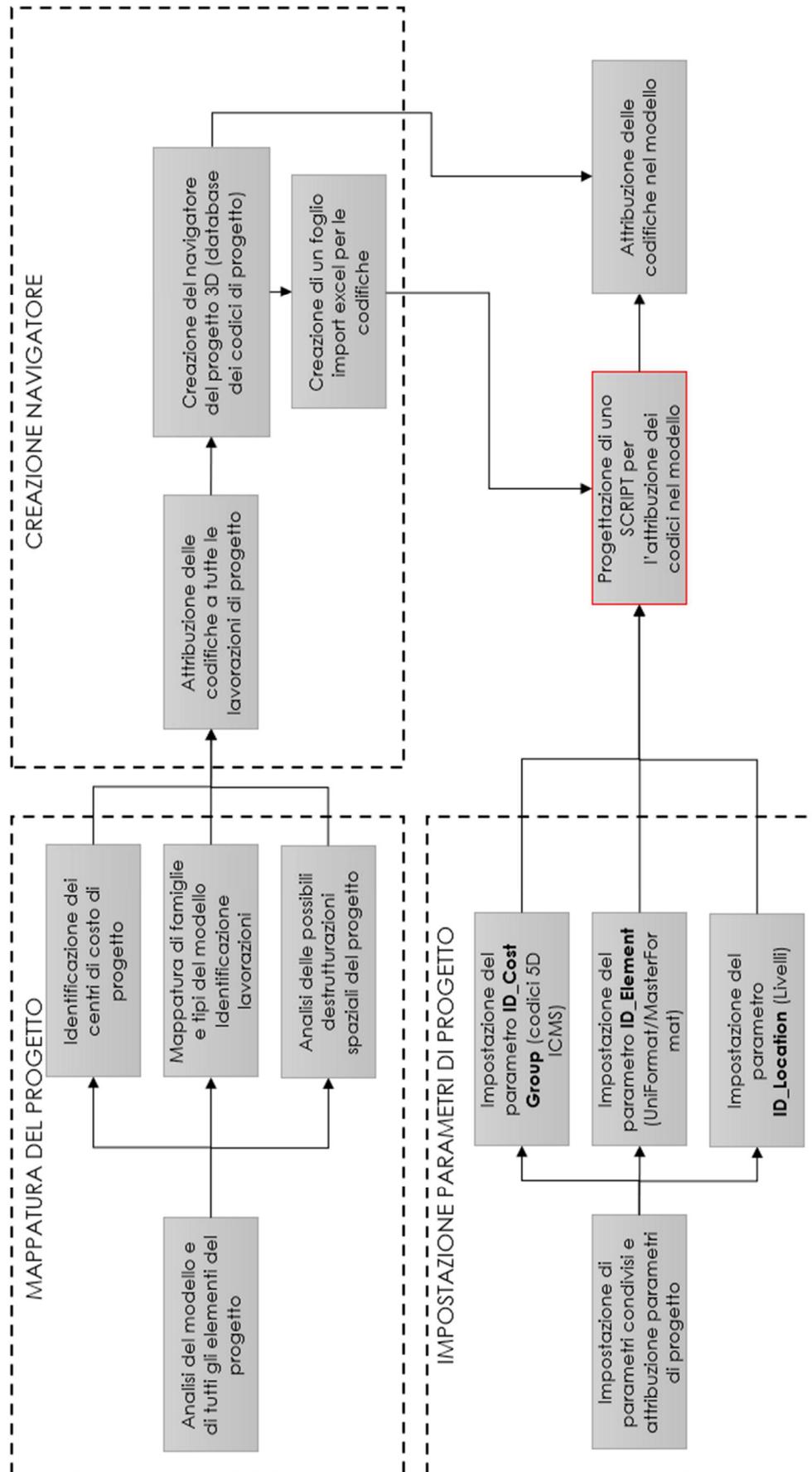


Figura 14 - Schema generale per impostazione navigatore e metrica di progetto

L'analisi del modello è finalizzata alla comprensione di tutti gli elementi progettuali, delle soluzioni tecnologiche individuate e proposte per i vari elementi tecnici, delle logiche di modellazione utilizzate per la rappresentazione in Revit dei vari elementi. I processi legati a queste analisi si possono condurre principalmente in due modi:

- impostando in ambiente Revit una serie di abachi sulle base delle categorie di modellazione presenti;
- utilizzando la programmazione visuale in Dynamo per la progettazione di uno script che consenta di effettuare la mappatura del modello.

La scelta per quanto riguarda il caso in esame è ricaduta sull'impostazione degli abachi perché il progetto ha dimensioni modeste e prevede un numero di categorie di modellazione e di lavorazioni non troppo elevato. Prima di procedere all'impostazione di tutti gli abachi è necessario aver attribuito agli elementi del progetto tutti i parametri necessari; l'inserimento di queste informazioni nel modello avviene attraverso la predisposizione di una serie di parametri condivisi, che rispecchiano i contenuti del navigatore di progetto e le necessità legate alla stima economica. I parametri condivisi vengono strutturati all'esterno dell'ambiente di Revit su un formato file di testo mostrato in *Figura 15* (.txt) in cui viene indicato, per ogni parametro previsto, il nome e la tipologia.

I parametri condivisi in questo caso sono tutti parametri di testo e vengono denominati come segue:

- Cost_Instance: prezzo unitario della lavorazione, necessario quando non viene espresso come prerogativa del tipo (parametro Cost presente di default in Revit);
- ID_Cost Group: codice legato al centro di costo a cui appartiene l'elemento;
- ID_Element: codice legato alla descrizione della lavorazione a cui corrisponde l'elemento;
- ID_Location: codice legato alla destrutturazione spaziale del progetto;
- PUNTATORE: codice legato alla parametrizzazione del prezzo unitario e utilizzato dopo l'esportazione del file IFC per l'impostazione del preventivo parametrico in STR Vision CPM.

```

# This is a Revit shared parameter file.
# Do not edit manually.
*META VERSION MINVERSION
META 2 1
*GROUP ID NAME
GROUP 1 Codifiche 5D
*PARAM GUID NAME DATATYPE DATACATEGORY GROUP VISIBLE DESCRIPTION USERMODIFIABLE
PARAM e8d30533-47bc-42e3-ac78-4ed5fdce30e1 Cost_Instance TEXT 1 1 1
PARAM 8b3e3a49-2076-442e-8f3d-e27fd0c9c17a ID_Cost Group TEXT 1 1 1
PARAM ad61844a-4b5d-45ea-a1a9-2e8f953aa42a ID_Element TEXT 1 1 1
PARAM 8e0d115a-4f1b-46f7-b98d-b1c91a943291 ID_Location TEXT 1 1 1
PARAM bd310f9e-ba74-44ab-9f89-0a492bc4cfac PUNTATORE TEXT 1 1 1

```

Figura 15 - Impostazione dei parametri condivisi

Il file di testo contenente i parametri condivisi viene a questo punto implementato all'interno dei modelli come illustrato in *Figura 16* e i suoi contenuti vengono associati agli oggetti modellati come parametri di progetto; in questo passaggio, mostrato in *Figura 17* è necessario definire se il parametro condiviso attribuito al progetto è da considerarsi di tipo oppure di istanza. Tutti i codici inseriti (ID_Cost Group, ID_Element, ID_Location) vengono gestiti come parametri di istanza, così come Cost_Instance, che trova nel legame con la singola istanza la sua principale utilità. Il parametro PUNTATORE invece può essere legato al tipo, in quanto la lavorazione legata ad uno stesso elemento viene parametrizzate secondo delle analisi economiche che impiegano sempre la stessa unità di misura per un tipo di Revit.

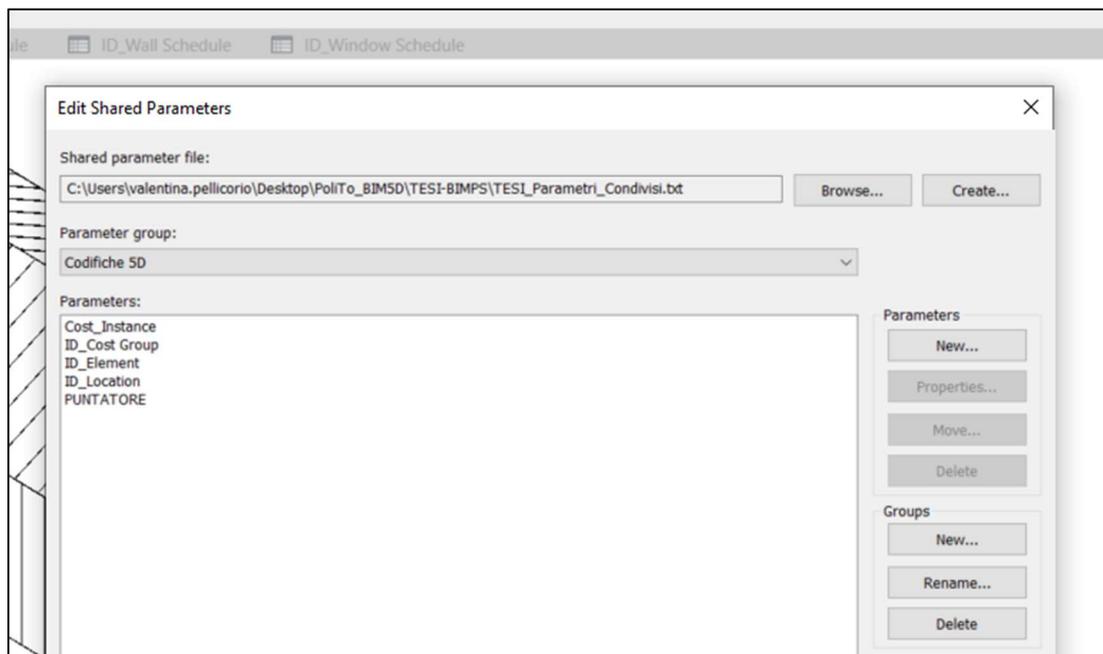


Figura 16 – Implementazione nel modello dei parametri condivisi

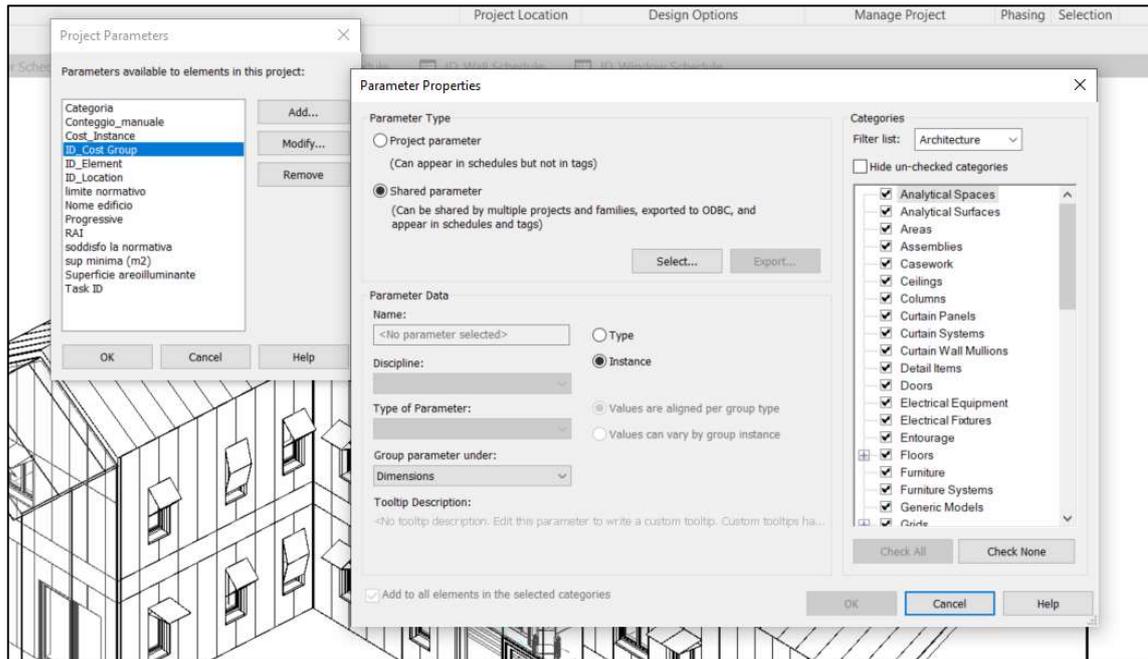


Figura 17 - Attribuzione dei parametri di progetto

Dopo aver attribuito al progetto i parametri condivisi è possibile includerli nei campi presenti in abaco, consentendone così la gestione attraverso queste viste. Per il progetto del caso studio sono stati impostati un serie di abachi relativi alle seguenti categorie di modellazione:

- muri;
- pavimenti;
- tetti;
- porte;
- finestre;
- ringhiere;
- parti.

I campi contenuti negli abachi sono impostati in modo tale da fornire le informazioni di classificazione degli elementi (attraverso i parametri condivisi), di identificazione attraverso l'indicazione della famiglia e il tipo di appartenenza, di collocazione spaziale con l'inserimento del livello di appartenenza dell'elemento e di quantificazione espressa attraverso parametri differenti a seconda della categoria di modellazione (area, volume, lunghezza, conteggio), come mostrato in *Figura 18*.

<ID_Wall Schedule>					
A	B	C	D	E	F
ID_Cost Group	ID_Element	ID_Location	Family and Type	Area	Cost
01 2 07 020 010	04 22 23.00 30	0 - Piano Terra	Basic Wall: Muro Esterno - 30 cm	104.10 m ²	56.00
				104.10 m²	
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	0 - Piano Terra	Basic Wall: Divisorio Interno - 12 cm prog	14.20 m ²	65.00
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	0 - Piano Terra	Basic Wall: Divisorio Interno - 12 cm prog	1.69 m ²	65.00
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	0 - Piano Terra	Basic Wall: Divisorio Interno - 12 cm prog	9.12 m ²	65.00
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	0 - Piano Terra	Basic Wall: Divisorio Interno - 12 cm prog	7.94 m ²	65.00
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	0 - Piano Terra	Basic Wall: Divisorio Interno - 12 cm prog	11.07 m ²	65.00
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	1 - Primo Piano CDAI	Basic Wall: Divisorio Interno - 12 cm prog	2.80 m ²	65.00
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	0 - Piano Terra	Basic Wall: Divisorio Interno - 12 cm prog	12.73 m ²	65.00
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	0 - Piano Terra	Basic Wall: Divisorio Interno - 12 cm prog	13.07 m ²	65.00
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	0 - Piano Terra	Basic Wall: Divisorio Interno - 12 cm prog	10.95 m ²	65.00
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	0 - Piano Terra	Basic Wall: Divisorio Interno - 12 cm prog	6.07 m ²	65.00
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	0 - Piano Terra	Basic Wall: Divisorio Interno - 12 cm prog	10.85 m ²	65.00
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	0 - Piano Terra	Basic Wall: Divisorio Interno - 12 cm prog	16.70 m ²	65.00
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	1 - Primo Piano CDAI	Basic Wall: Divisorio Interno - 12 cm prog	8.23 m ²	65.00
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	1 - Primo Piano CDAI	Basic Wall: Divisorio Interno - 12 cm prog	12.61 m ²	65.00
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	1 - Primo Piano CDAI	Basic Wall: Divisorio Interno - 12 cm prog	5.40 m ²	65.00
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	1 - Primo Piano CDAI	Basic Wall: Divisorio Interno - 12 cm prog	20.55 m ²	65.00
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	1 - Primo Piano CDAI	Basic Wall: Divisorio Interno - 12 cm prog	6.94 m ²	65.00
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	1 - Primo Piano CDAI	Basic Wall: Divisorio Interno - 12 cm prog	20.07 m ²	65.00
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	0 - Piano Terra	Basic Wall: Divisorio Interno - 12 cm prog	7.16 m ²	65.00
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	1 - Primo Piano CDAI	Basic Wall: Divisorio Interno - 12 cm prog	6.54 m ²	65.00
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	1 - Primo Piano CDAI	Basic Wall: Divisorio Interno - 12 cm prog	9.83 m ²	65.00
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	1 - Primo Piano CDAI	Basic Wall: Divisorio Interno - 12 cm prog	6.63 m ²	65.00
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	1 - Primo Piano CDAI	Basic Wall: Divisorio Interno - 12 cm prog	6.04 m ²	65.00
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	1 - Primo Piano CDAI	Basic Wall: Divisorio Interno - 12 cm prog	10.89 m ²	65.00
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	1 - Primo Piano CDAI	Basic Wall: Divisorio Interno - 12 cm prog	10.92 m ²	65.00
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	0 - Piano Terra	Basic Wall: Divisorio Interno - 12 cm prog	11.39 m ²	65.00
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	0 - Piano Terra	Basic Wall: Divisorio Interno - 12 cm prog	5.81 m ²	65.00
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	0 - Piano Terra	Basic Wall: Divisorio Interno - 12 cm prog	5.81 m ²	65.00
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	1 - Primo Piano CDAI	Basic Wall: Divisorio Interno - 12 cm prog	7.01 m ²	65.00
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	1 - Primo Piano CDAI	Basic Wall: Divisorio Interno - 12 cm prog	3.09 m ²	65.00
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	1 - Primo Piano CDAI	Basic Wall: Divisorio Interno - 12 cm prog	4.33 m ²	65.00
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	1 - Primo Piano CDAI	Basic Wall: Divisorio Interno - 12 cm prog	2.22 m ²	65.00
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	1 - Primo Piano CDAI	Basic Wall: Divisorio Interno - 12 cm prog	5.04 m ²	65.00
				293.74 m²	
01 2 04 020 030	09 30 29.02 062	0 - Piano Terra	Curtain Wall: pannelli facciata	76.39 m ²	130.00
01 2 04 020 030	09 30 29.02 062	0 - Piano Terra	Curtain Wall: pannelli facciata	36.75 m ²	130.00
01 2 04 020 030	09 30 29.02 062	0 - Piano Terra	Curtain Wall: pannelli facciata	46.27 m ²	130.00
01 2 04 020 030	09 30 29.02 062	0 - Piano Terra	Curtain Wall: pannelli facciata	76.39 m ²	130.00
01 2 04 020 030	09 30 29.02 062	0 - Piano Terra	Curtain Wall: pannelli facciata	76.51 m ²	130.00
01 2 04 020 030	09 30 29.02 062	0 - Piano Terra	Curtain Wall: pannelli facciata	95.79 m ²	130.00
01 2 04 020 030	09 30 29.02 062	0 - Piano Terra	Curtain Wall: pannelli facciata	43.40 m ²	130.00
				451.50 m²	

Figura 18 - Impostazione degli abachi con informazioni codificate

La mappatura effettuata sul modello tramite gli abachi consente l'elaborazione di una lista di elementi, suddivisi per categoria, che è possibile implementare all'interno del navigatore di progetto. Il nome del tipo di Revit però risulta spesso non adeguato all'identificazione del nome corretto della lavorazione; pertanto, dopo aver inserito nel navigatore l'elenco dei tipi presenti nel progetto, è necessario elaborare una descrizione sintetica che possa fungere da riferimento per la ogni singola lavorazione in esame.

Di seguito nella tabella in Figura 19 è riportato l'elenco di lavorazioni ottenuto dall'analisi dei modelli architettonico, in Figura 20 quello strutturale del caso studio.

MAPPATURA MODELLO ARCHITETTONICO		
Categoria	Revit Type	Descrizione
Muri	Muro Esterno - 30 cm	Recinzione esterna in muratura sp. 30 cm
Muri	Muro Esterno 35,5 cm prog	Sistema di chiusura verticale opaca posato a secco, sp 35,5 cm
Muri	Muro Esterno 35,5 cm prog	Sistema di chiusura verticale opaca posato a secco, sp 35,5 cm
Muri	Muro Esterno - 35,5 cm prog	Sistema di chiusura verticale opaca posato a secco, sp 35,5 cm
Muri	Divisorio Interno - 12 cm prog	Partizione interna a secco in cartongesso sp. 12 cm
Muri	Divisorio Interno - 12 cm prog	Partizione interna a secco in cartongesso sp. 12 cm
Muri	pannelli facciata	Pannelli tipo "Rockpanel" di rivestimento facciata
Muri	pannelli facciata	Pannelli tipo "Rockpanel" di rivestimento facciata
Muri	vetrate prog	Facciata continua a montanti e traversi
Muri	vetrate prog	Facciata continua a montanti e traversi
Pavimenti	Vespaio aerato	Vespaio aerato con getto di completamento
Pavimenti	Solaio controterra_prog	Pacchetto solaio controterra con pavimento in legno
Pavimenti	Solaio interpiano_prog	Pacchetto solaio interpiano a secco con pavimento in legno
Pavimenti	Solaio passerella	Pacchetto solaio interpiano a secco con pavimento in legno
Pavimenti	Solaio sottotetto	Pacchetto solaio sottotetto a secco
Porte	porta scorrevole a due ante 235x220	Porta vetrata scorrevole a due ante dim. 235x220 cm
Porte	Porta Una Anta - Traversa (1): 120 x 230 cm	Porta vetrata ad un'anta dim. 120 x 230 cm
Porte	Porta Una Anta - Traversa (1): 120 x 230 cm	Porta vetrata ad un'anta dim. 120 x 230 cm

Porte	Porta Una Anta - Traversa (1): 120 x 210 cm 2	Porta vetrata ad un'anta dim. 120 x 210 cm
Porte	Porta - 1 Anta: 90x210 cm azzurra	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm
Porte	Porta - 1 Anta: 90x210 cm azzurra	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm
Porte	Porta - 1 Anta: 90x210 cm prog	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm
Porte	Porta - 1 Anta: 90x210 cm prog	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm
Porte	Porta - 1 Anta: 90x210 cm prog arancione	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm
Porte	Porta - 1 Anta: 90x210 cm prog blu	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm
Porte	Porta - 1 Anta: 90x210 cm prog gialla	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm
Porte	Porta - 1 Anta: 90x210 cm prog marrone	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm
Porte	Porta - 1 Anta: 90x210 cm prog mattone	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm
Porte	Porta - 1 Anta: 90x210 cm prog ocra	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm
Porte	Porta - 1 Anta: 90x210 cm prog ocra	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm
Porte	Porta - 1 Anta: 90x210 cm prog verde chiaro	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm
Porte	Porta - 1 Anta: 90x210 cm prog verde scuro	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm
Porte	Porta - 1 Anta: 90x210 cm prog viola	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm
Porte	Scorrevole - Vetro: 100 x 210 cm	Porta scorrevole in legno e vetro dim. 100x210 cm
Finestre	Finestra due ante con persiane sx	Finestra due ante con persiane dim. 120x165 cm

Finestre	Finestra due ante con persiane sx	Finestra due ante con persiane dim. 120x165 cm
Finestre	Finestra due ante con persiane 210x165	Finestra due ante con persiane dim. 210x165 cm
Finestre	Finestra due ante con persiane 210x165	Finestra due ante con persiane dim. 210x165 cm
Finestre	Finestra un'anta con persiane sx	Finestra un'anta con persiane sx dim. 70x165 cm
Finestre	Finestra un'anta con persiane sx	Finestra un'anta con persiane sx dim. 70x165 cm
Tetti	Copertura coibentata ventilata acciaio_prog	Pacchetto di copertura isolata a secco
Tetti	Vetrata inclinata_tetto prog	Rivestimento per copertura con pannelli tipo "Rockpanel"
Tetti	Vetrata inclinata prog	Copertura inclinata vetrata con struttura in acciaio passo 1,5 m
Pannelli di facciata continua	Schermatura_mobile_ad attivo_rockpanel	Sistema di tendaggio esterno dim. 70x165 cm
Pannelli di facciata continua	Schermatura_mobile_ad attivo_rockpanel	Sistema di tendaggio esterno dim. 70x165 cm
Ringhiere	corrimano esterno	Parapetto metallico h 110 cm
Ringhiere	corrimano esterno	Parapetto metallico per interni h 110 cm
Scale	Cast-In-Place Stair: Cls - Alzata Max 17,5 cm - Pedata 30 cm	Scala in c.a. gettata in opera
Attrezzature speciali	Vetro ascensore: Ascensore con pistone idraulico prog	Ascensore vetrato con pistone idraulico
Planimetria	Cancello di metallo doppio: 5600 x 2300mm	Cancello metallico dim. 5600x2300 mm
Planimetria	gazebo: D 870 cm	Pergolato metallico
Piattaforme	Piattaforma	Pavimentazione carrabile per esterni in manto bituminoso

Piattaforme	pavimentazione esterna	Pavimentazione pedonale per esterni in ghiaino lavato antiscivolo
Piattaforme	Piattaforma_fioriera	Tappeto erboso e prato fiorito
Piattaforme	Piattaforma_erba alta	Tappeto erboso e prato fiorito
Pilastr strutturali	Pergolato: portale_strutturale	Allestimenti esterni in carpenteria metallica

Figura 19 - Mappatura del modello architettonico

MAPPATURA MODELLO STRUTTURALE		
Categoria	Revit Type	Descrizione
Pilastr strutturali	Rectangular and Square Hollow Sections-Column: TREC250x150x8	Colonna rettangolare in acciaio realizzata con profilo scatolare cavo
Pilastr strutturali	H-Wide Flange-Column: HE160B	Profili strutturali in acciaio HE 160B
Pilastr strutturali	H-Wide Flange-Column: HE160B	Profili strutturali in acciaio HE 160B
Pilastr strutturali	Circular Hollow Sections-Column: TRON28x2.5	Profili circolari cavi di sostegno alle travature
Telai strutturali	Circular Hollow Sections: TRON101x3.6	Profili circolari per la realizzazione di capriate metalliche
Telai strutturali	IPE-Beams: IPE120	Profili strutturali in acciaio IPE 120 (orditura secondaria)
Telai strutturali	IPE-Beams: IPE160	Profili strutturali in acciaio IPE 160 (orditura secondaria)
Telai strutturali	IPE-Beams: IPE200	Profili strutturali in acciaio IPE 200 (orditura primaria)
Telai strutturali	IPE-Beams: IPE200	Profili strutturali in acciaio IPE 200 (orditura primaria)
Telai strutturali	IPE-Beams: IPE200	Profili strutturali in acciaio IPE 200 (struttura di copertura)
Telai strutturali	Precast-Inverted Tee: 1200 IT 900	Trave rovescia di fondazione prefabbricata in calcestruzzo armato
Connessio ni strutturali	-	Conessioni strutturali - Piastrame e bullonerie

Connessioni strutturali	-	Connessioni strutturali - Piastrame e bullonerie
-------------------------	---	--

Figura 20 - Mappatura del modello strutturale

Il listato di lavorazioni ottenuto a questo punto deve essere analizzato e destrutturato secondo le logiche delle codifiche individuate a seguito della mappatura dei sistemi. La prima classificazione oggetto di studio è quella che identifica le lavorazioni, espressa dal codice ID_Element. L'esame delle codifiche precedentemente condotto ha evidenziato come la descrizione delle lavorazioni di progetto nelle fasi preliminari sia espressa in maniera ottimale dalla codifica tipo UniFormat II. Tuttavia, solo allo scopo formale di effettuare una comparazione e gestire un sistema di codifica con maggiore complessità, è stata utilizzata in maniera alternativa per una serie di elementi anche la codifica MasterFormat. In particolare si è evidenziato come UniFormat II si comporti molto bene con la modellazione delle stratigrafie, mentre MasterFormat abbia un'utilità maggiore per lavorazioni definite con maggior grado di dettaglio o modellate a strati. La differenza nell'utilizzo è stata messa in evidenza dalla gestione della soluzione tecnologica di chiusura verticale opaca: quest'elemento tecnico infatti, modellato originariamente come stratigrafia, è stato in alcune sue porzioni esploso in parti che ne hanno messo in evidenza i singoli strati. L'elemento di involucro è stato classificato e gestito contemporaneamente secondo due diversi approcci come mostrato in *Figura 21*:

- la stratigrafia è stata gestita a "pacchetto" e codificata con UniFormat II come sistema di chiusura verticale;
- la parte è stata gestita a "strato funzionale" e codificata con MasterFormat come singola lavorazione comprendente l'elemento tecnico (i.e. strato di finitura, strato di isolamento termico).

CODIFICA SISTEMA DI INVOLUCRO VERCALE OPACO		
Cod. UniFormat II	Cod. MasterFormat	Descrizione sintetica delle parti
B2010.CV01	07 42 63.01 010	Isolamento a cappotto in lana di roccia
	07 11 19.00 000	Telo impermeabile traspirante
	06 42 13.01 018	Pannello OSB 18 mm

	06 17 36.02 014	Struttura intelaiata in legno
	06 42 13.01 012	Pannello OSB 12 mm
	06 17 36.02 006	Vano per passaggio impianti
	09 29 82.00 125	Pannello in cartongesso di finitura interna

Figura 21 - Confronto sistemi di codifica tra stratigrafia e parti

Questa gestione delle codifiche risulta essere per alcuni aspetti un esercizio formale che miri a farne comprendere l'utilizzo, la versatilità e l'integrabilità; è necessario però tenere presente che le logiche di modellazione e i sistemi adottati per la codifica degli elementi progettuali devono essere tra loro in profonda sinergia, in quanto adattare l'uno all'altro diventerebbe una laboriosa forzatura. Il processo di creazione delle parti a partire da una stratigrafia di origine ad esempio, trova una scarsissima applicabilità in situazioni reali, poiché le parti sono entità geometriche differenti da quelle che le hanno originate e questo potrebbe causare una perdita di informazioni conseguente alla loro creazione. Quando si tratta il tema delle parti è inoltre necessario sottolineare in generale l'irreversibilità del processo.

Nella fase di attribuzione dei codici alle lavorazioni si è perseguito l'obiettivo di identificare univocamente, attraverso il codice ID_Element, il prezzo unitario associato ad esse; per rendere possibile questa associazione le codifiche sono state utilizzate in maniera fedele al testo della norma fino all'ultimo livello cogente e successivamente implementate con strategie differenti. Le soluzioni adottate sono le seguenti:

- i codici UniFormat II sono stati implementati con un contrassegno che fosse distintivo della specifica stratigrafia o "pacchetto" preso in esame;
- i codici MasterFormat sono stati implementati attraverso due set numerici di cui il primo permette di attribuire un'informazione di tipo tecnico-funzionale, il secondo una di tipo dimensionale.

Nelle tabelle che seguono sono riportate le implementazioni sviluppate sulle lavorazioni di progetto per quanto riguarda la codifica UniFormat II in *Figura 22* e MasterFormat in *Figura 23*.

Implementazione IV livello UniFormat II	
Chiusure verticali	
Contrassegno	Descrizione
CV01	Sistema di chiusura verticale opaca posato a secco, sp 35,5 cm
Chiusure orizzontali	
Contrassegno	Descrizione
CO01	Pacchetto di copertura isolata a secco
CO02	Pacchetto solaio controterra con pavimento in legno
Partizioni orizzontali	
Contrassegno	Descrizione
PO01	Pacchetto solaio interpiano a secco con pavimento in legno
PO02	Pacchetto solaio sottotetto a secco
Strutture di fondazione	
Contrassegno	Descrizione
SF01	Trave rovescia di fondazione prefabbricata in calcestruzzo armato
Strutture verticali – Pilastrì strutturali e sostegni verticali	
Contrassegno	Descrizione
PS01	Colonna rettangolare in acciaio realizzata con profilo scatolare cavo
PV02	Profili strutturali in acciaio HE 160B
SV01	Profili circolari cavi di sostegno alle travature
Strutture orizzontali – Travature strutturali e sostegni orizzontali	
Contrassegno	Descrizione
TS01	Profili strutturali in acciaio IPE 120 (orditura secondaria)
TS02	Profili strutturali in acciaio IPE 160 (orditura secondaria)
TS03	Profili strutturali in acciaio IPE 200 (orditura primaria)
SO01	Profili circolari per la realizzazione di capriate metalliche
Connessioni strutturali	
Contrassegno	Descrizione
CS00	Connessioni strutturali - Piastrame e bullonerie

Figura 22 - Implementazione destrutturazione secondo UniFormat II

Implementazione IV livello MasterFormat	
03 - Calcestruzzo	
01 060	Vespaiο aerato con cappa di completamento e supporto in cls magro, h 60 cm
03 000	Scala in c.a. gettata in opera
04 - Muratura	
00 030	Recinzione esterna in muratura sp. 30 cm
05 - Metalli	
00 110	Parapetto metallico h 110 cm
06 - Legno plastiche composti	

01 018	CV01: pannello OSB 18 mm
01 012	CV01: pannello OSB 12 mm
02 014	CV01: struttura intelaiata in legno
02 006	CV01: vano per passaggio impianti
07 - Isolanti	
00 000	CV01: telo impermeabile traspirante
01 010	CV01: isolamento a cappotto in lana di roccia
08 - Sistemi di facciate continue e rivestimenti di facciata - Serramenti	
01 150	Facciata continua a montanti e traversi
01 120	Finestra due ante con persiane dim. 120x165 cm
01 210	Finestra due ante con persiane dim. 210x165 cm
02 070	Finestra un'anta con persiane sx dim. 70x165 cm
03 120	Porta vetrata ad un'anta dim. 120 x 230 cm
03 150	Copertura inclinata vetrata con struttura in acciaio passo 1,5 m
04 120	Porta vetrata ad un'anta dim. 120 x 210 cm
05 090	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm
06 100	Porta scorrevole in legno e vetro dim. 100x210 cm
07 235	Porta vetrata scorrevole a due ante dim. 235x220 cm
09 - Finiture	
00 012	Partizione interna a secco in cartongesso sp. 12 cm
00 063	Rivestimento per copertura con pannelli tipo "Rockpanel"
00 125	CV01: pannello in cartongesso di finitura interna
02 062	Pannelli tipo "Rockpanel" di rivestimento facciata
12 - Arredamenti	
00 165	Sistema di tendaggio esterno dim. 70x165 cm
01 870	Pergolato metallico
01 005	Allestimenti esterni in carpenteria metallica
14 - Impianti di movimentazione e sollevamento	
00 000	Ascensore vetrato con pistone idraulico
32 - Sistemazioni esterne	
00 230	Cancello metallico dim. 5600x2300 mm
00 015	Pavimentazione pedonale per esterni in ghiaio lavato antiscivolo
00 018	Pavimentazione carrabile per esterni in manto bituminoso
00 030	Tappeto erboso e prato fiorito

Figura 23 - Implementazione destrutturazione secondo MasterFormat

Successivamente all'analisi degli elementi, è necessario concentrarsi sui centri di costo più rappresentativi che possano comprendere tutte le lavorazioni presenti nel progetto. La codifica elaborata dalla normativa ICMS offre un valido supporto in fase di analisi economica del progetto: tutte le codifiche di centri di costo attribuite al

caso studio iniziano con i caratteri numerici 01 2, che indicano analisi economiche finalizzate alla stima del costo di costruzione di un edificio. Scendendo ad un livello di dettaglio maggiore sul fabbricato si possono individuare gruppi e sotto-gruppi di costo. La tabella seguente in *Figura 24* riporta elencati tutti i gruppi di costo ritenuti rilevanti per il progetto in esame.

ICMS - Cost Groups	
01 2	Building - Construction Costs (CC)
01 2 02	Substructure
01 2 02 030	Basement sides and bottom
01 2 02 030 030	Bottom slabs and blinding
01 2 03	Structure
01 2 03 020	Basement suspended floors (up to top of ground floor slabs)
01 2 03 020 020	Beams and slabs
01 2 03 020 030	Staircases
01 2 03 030	Frames and slabs (above top of ground floor slabs)
01 2 03 030 010	Structural walls and columns
01 2 03 030 020	Upper floor beams and slabs
01 2 04	Architectural works Non-structural works
01 2 04 020	External elevations
01 2 04 020 010	Non-structural external walls and features
01 2 04 020 030	Facade cladding and curtain walls
01 2 04 020 040	External windows
01 2 04 020 050	External doors
01 2 04 030	Roof finishes, skylights and landscaping (including waterproofing and insulation)
01 2 04 030 010	Roof finishes
01 2 04 040	Internal divisions
01 2 04 040 010	Non-structural internal walls and partitions
01 2 04 040 060	Internal doors
01 2 04 040 100	*Internal architectural slab
01 2 04 050	Fittings and sundries
01 2 04 050 010	Balustrades, railings and handrails
01 2 05	Services and equipment

01 2 05 100	Movement systems
01 2 05 100 010	Lifts elevators
01 2 07	External and ancillary works
01 2 07 020	Site enclosures and divisions
01 2 07 020 000	Site enclosures and divisions
01 2 07 040	Roads and paving
01 2 07 040 000	Roads and paving
01 2 07 050	Landscaping (hard and soft)
01 2 07 050 000	Landscaping (hard and soft)

Figura 24 - Centri di costo di progetto analizzati secondo codifica ICMS

Le lavorazioni codificate nella prima fase sono state attribuite al centro di costo di pertinenza, inserendo questa informazione all'interno del navigatore di progetto.

La destrutturazione di tipo spaziale, espressa in questo caso dal codice ID_Location, risulta decisamente semplice per il caso in esame e può fare riferimento ai livelli presenti nel progetto, indicati nel modello come segue:

- 0 - Piano Terra
- 1 - Primo Piano CDAI
- 2 - Secondo piano CDAI

Risulta necessario tenere presente che l'informazione del livello non è espressa dallo stesso parametro per tutte le categorie di lavorazione: ad esempio i muri e i pavimenti contengono questa informazione in due parametri denominati in maniera differente (VERIFICARE NOMI LEVEL E BASE CONSTRAINT). Per ovviare a questo aspetto il campo ID_Location è stato trattato come un "parametro specchio" che si limita a replicare il contenuto valorizzato nel parametro di indicazione del livello associato alla categoria. Per gestire in maniera rapida questa riscrittura dell'informazione è stato progettato uno strumento semplice utilizzabile in Dynamo Player, la cui interfaccia per l'utilizzo è mostrata in *Figura 25*. Selezionando la

categoria di modellazione e il parametro di origine contenente l'informazione del livello, risulta semplice valorizzare ID_Location con il contenuto desiderato.



Figura 25 - Interfaccia per l'utilizzo di Dynamo Player per la compilazione di ID_Location

Una volta terminata la scrittura di questo parametro è possibile gestirlo attraverso gli abachi oppure con Dynamo e compilarlo all'interno del navigatore.

Ogni lavorazione sarà univocamente descritta da un terzetto di codici da un punto di vista economico, tecnico-funzionale e spaziale.

La tabella seguente in *Figura 26* rappresenta un estratto del navigatore di progetto e mostra il risultato ottenuto sul caso studio a valle dell'inserimento completo dei codici degli elementi di progetto inseriti nei modelli architettonico e strutturale.

CODIFICA PROGETTO ARCHITETTONICO E STRUTTURALE			
Codice centro di costo	Codice Lavorazione	Codice localizzazione	Descrizione
01 2 07 020 000	04 22 23.00 030	SE	Recinzione esterna in muratura sp. 30 cm
01 2 04 020 010	B2010.CV01	0 - Piano Terra	Sistema di chiusura verticale opaca posato a secco, sp 35,5 cm
01 2 04 020 010	B2010.CV01	1 - Primo Piano CDAI	Sistema di chiusura verticale opaca posato a secco, sp 35,5 cm

01 2 04 020 010	B2010.CV01	0 - Piano Terra	Sistema di chiusura verticale opaca posato a secco, sp 35,5 cm
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	0 - Piano Terra	Partizione interna a secco in cartongesso sp. 12 cm
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	1 - Primo Piano CDAI	Partizione interna a secco in cartongesso sp. 12 cm
01 2 04 020 030	09 30 29.02 062	0 - Piano Terra	Pannelli tipo "Rockpanel" di rivestimento facciata
01 2 04 020 030	09 30 29.02 062	1 - Primo Piano CDAI	Pannelli tipo "Rockpanel" di rivestimento facciata
01 2 04 020 030	08 44 13.01 150	0 - Piano Terra	Facciata continua a montanti e traversi
01 2 04 020 030	08 44 13.01 150	1 - Primo Piano CDAI	Facciata continua a montanti e traversi
01 2 02 030 030	03 11 19.01 060	0 - Piano Terra	Vespaio aerato con getto di completamento
01 2 04 040 100	B1010.CO02	0 - Piano Terra	Pacchetto solaio controterra con pavimento in legno
01 2 04 040 100	B1010.PO01	1 - Primo Piano CDAI	Pacchetto solaio interpiano a secco con pavimento in legno
01 2 04 040 100	B1010.PO01	1 - Primo Piano CDAI	Pacchetto solaio interpiano a secco con pavimento in legno
01 2 04 040 100	B1010.PO02	2 - Secondo piano CDAI	Pacchetto solaio sottotetto a secco
01 2 04 040 060	08 32 13.07 235	0 - Piano Terra	Porta vetrata scorrevole a due ante dim. 235x220 cm
01 2 04 040 060	08 11 16.03 120	0 - Piano Terra	Porta vetrata ad un'anta dim. 120 x 230 cm
01 2 04 020 050	08 11 16.03 120	0 - Piano Terra	Porta vetrata ad un'anta dim. 120 x 230 cm
01 2 04 020 050	08 11 16.04 120	SE	Porta vetrata ad un'anta dim. 120 x 210 cm
01 2 04 040 060	08 14 29.05 090	0 - Piano Terra	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm

01 2 04 040 060	08 14 29.05 090	1 - Primo Piano CDAI	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm
01 2 04 040 060	08 14 29.05 090	0 - Piano Terra	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm
01 2 04 040 060	08 14 29.05 090	1 - Primo Piano CDAI	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm
01 2 04 040 060	08 14 29.05 090	1 - Primo Piano CDAI	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm
01 2 04 040 060	08 14 29.05 090	1 - Primo Piano CDAI	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm
01 2 04 040 060	08 14 29.05 090	1 - Primo Piano CDAI	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm
01 2 04 040 060	08 14 29.05 090	0 - Piano Terra	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm
01 2 04 040 060	08 14 29.05 090	0 - Piano Terra	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm
01 2 04 040 060	08 14 29.05 090	0 - Piano Terra	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm
01 2 04 040 060	08 14 29.05 090	1 - Primo Piano CDAI	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm
01 2 04 040 060	08 14 29.05 090	1 - Primo Piano CDAI	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm
01 2 04 040 060	08 14 29.05 090	0 - Piano Terra	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm
01 2 04 040 060	08 14 29.05 090	0 - Piano Terra	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm
01 2 04 040 060	08 14 73.06 100	0 - Piano Terra	Porta scorrevole in legno e vetro dim. 100x210 cm
01 2 04 020 040	08 52 00.01 120	0 - Piano Terra	Finestra due ante con persiane dim. 120x165 cm
01 2 04 020 040	08 52 00.01 120	1 - Primo Piano CDAI	Finestra due ante con persiane dim. 120x165 cm
01 2 04 020 040	08 52 00.01 210	0 - Piano Terra	Finestra due ante con persiane dim. 210x165 cm
01 2 04 020 040	08 52 00.01 210	1 - Primo Piano CDAI	Finestra due ante con persiane dim. 210x165 cm

01 2 04 020 040	08 52 00.02 070	0 - Piano Terra	Finestra un'anta con persiane sx dim. 70x165 cm
01 2 04 020 040	08 52 00.02 070	1 - Primo Piano CDAI	Finestra un'anta con persiane sx dim. 70x165 cm
01 2 04 030 010	B3010.CO01	2 - Secondo piano CDAI	Pacchetto di copertura isolata a secco
01 2 04 030 010	09 54 53.00 063	2 - Secondo piano CDAI	Rivestimento per copertura con pannelli tipo "Rockpanel"
01 2 04 030 010	08 44 33.03 150	2 - Secondo piano CDAI	Copertura inclinata vetrata con struttura in acciaio passo 1,5 m
01 2 04 020 030	12 21 26.00 165	0 - Piano Terra	Sistema di tendaggio esterno dim. 70x165 cm
01 2 04 020 030	12 21 26.00 165	1 - Primo Piano CDAI	Sistema di tendaggio esterno dim. 70x165 cm
01 2 04 050 010	05 73 00.00 110	SE	Parapetto metallico h 110 cm
01 2 04 050 010	05 73 00.00 110	CV	Parapetto metallico per interni h 110 cm
01 2 03 020 030	03 30 53.03 000	CV	Scala in c.a. gettata in opera
01 2 05 100 010	14 24 33.00 000	CV	Ascensore vetrato con pistone idraulico
01 2 07 020 000	32 31 00.00 230	SE	Cancello metallico dim. 5600x2300 mm
01 2 07 050 000	12 93 00.01 870	SE	Pergolato metallico
01 2 07 040 000	32 12 16.00 015	SE	Pavimentazione carrabile per esterni in manto bituminoso
01 2 07 040 000	32 12 33.00 015	SE	Pavimentazione pedonale per esterni in ghiaio lavato antiscivolo
01 2 07 050 000	32 92 19.00 030	SE	Tappeto erboso e prato fiorito
01 2 07 050 000	32 92 19.00 030	SE	Tappeto erboso e prato fiorito
01 2 07 050 000	12 93 00.01 005	SE	Allestimenti esterni in carpenteria metallica
01 2 03 030 010	B1010.PS01	0 - Piano Terra	Colonna rettangolare in acciaio realizzata con profilo scatolare cavo
01 2 03 030 010	B1010.PS02	0 - Piano Terra	Profili strutturali in acciaio HE 160B

Gestione informativa ed economica del Progetto

01 2 03 030 010	B1010.PS02	1 - Primo Piano CDAI	Profili strutturali in acciaio HE 160B
01 2 03 030 010	B1010.SV01	1 - Primo Piano CDAI	Profili circolari cavi di sostegno alle travature
01 2 03 030 020	B1020.SO01	2 - Copertura CDAI	Profili circolari per la realizzazione di capriate metalliche
01 2 03 030 020	B1010.TS01	2 - Secondo piano CDAI	Profili strutturali in acciaio IPE 120 (orditura secondaria)
01 2 03 030 020	B1010.TS02	1 - Primo Piano CDAI	Profili strutturali in acciaio IPE 160 (orditura secondaria)
01 2 03 030 020	B1010.TS03	1 - Primo Piano CDAI	Profili strutturali in acciaio IPE 200 (orditura primaria)
01 2 03 030 020	B1010.TS03	2 - Secondo piano CDAI	Profili strutturali in acciaio IPE 200 (orditura primaria)
01 2 03 030 020	B1020.TS03	2 - Copertura CDAI	Profili strutturali in acciaio IPE 200 (struttura di copertura)
01 2 03 020 020	A1010.SF01	0 - Piano Terra	Trave rovescia di fondazione prefabbricata in calcestruzzo armato
01 2 03 030 010	B1010.CS00	GEN	Connessioni strutturali - Piastrame e bullonerie
01 2 03 030 020	B1010.CS00	GEN	Connessioni strutturali - Piastrame e bullonerie

Figura 26 - Attribuzione completa dei codici agli elementi di progetto

3.3. Analisi economiche

3.3.1. *Impostazione della stima preliminare*

Quando si parla di preventivazione, ovvero il complesso di analisi economiche finalizzate alla valutazione del costo di costruzione di un edificio in fase di progettazione, si fa riferimento a due principali metodologie:

- metodi di preventivazione sintetici (concettuali);
- metodi di preventivazione analitici (deterministici).

Le metodologie sintetiche impiegano nelle operazioni di preventivazione un algoritmo che risulta essere indipendente dagli aspetti geometrici e quantitativi del progetto; esse si basano infatti su aspetti che si fondano sulla statistica e il confronto tra beni edilizi simili, rapportati tra loro sulla base di un parametro scelto. Risulta pertanto fin da subito evidente come questi metodi siano legati alla possibilità di avere accesso ad una popolazione adeguata e statisticamente significativa di dati di raffronto.

La preventivazione di tipo analitico invece impiega in maniera diretta alcuni aspetti dimensionali legati alle lavorazioni e agli oggetti, permettendo di operare un'analisi più in linea rispetto alle peculiarità del progetto; a questi aspetti geometrici viene successivamente legato il dato economico attraverso l'attribuzione di prezzi unitari alle lavorazioni prese in esame. La determinazione di questi dati di partenza, sia dal punto di vista geometrico che economico, possiede un certo grado di complessità e richiede senz'altro un'analisi più attenta rispetto alle procedure messe in atto nel campo delle preventivazioni sintetiche.

Risulta comunque necessario tenere presente che i confini esistenti tra queste due metodologie sono piuttosto labili: molto spesso la tecnica scelta può collocarsi fra le due, facendo riferimento ad entrambi gli approcci.

La scelta della metodologia da applicare in fase di preventivazione deve in ogni caso trovare riscontro nell'accuratezza delle informazioni progettuali che, soprattutto nei livelli di progettazione preliminare e nelle fasi di concept, risultano spesso incomplete o inadeguate ad alcune metodologie.

I metodi di preventivazioni sintetiche risultano particolarmente adatti alle fasi preliminari poiché permettono di ottenere giudizi di convenienza e fattibilità

economica di carattere generale rispetto all'intervento anche in assenza di informazioni progettuali avanzate; è necessario tuttavia valutare i risultati ottenuti in funzione dei beni di raffronto presi in considerazione e procedere ad assestare le analisi condotte attraverso dei coefficienti qualora si riscontrino delle difformità rispetto alle caratteristiche del progetto.

Il numero di parametri impiegati nella preventivazione determina la suddivisione di queste metodologie in:

- metodi di preventivazione sintetica mono-parametrici;
- metodi di preventivazione sintetica pluri-parametrici.

Di seguito nella *Figura 27* sono riassunte le fasi del processo di preventivazione sintetica.

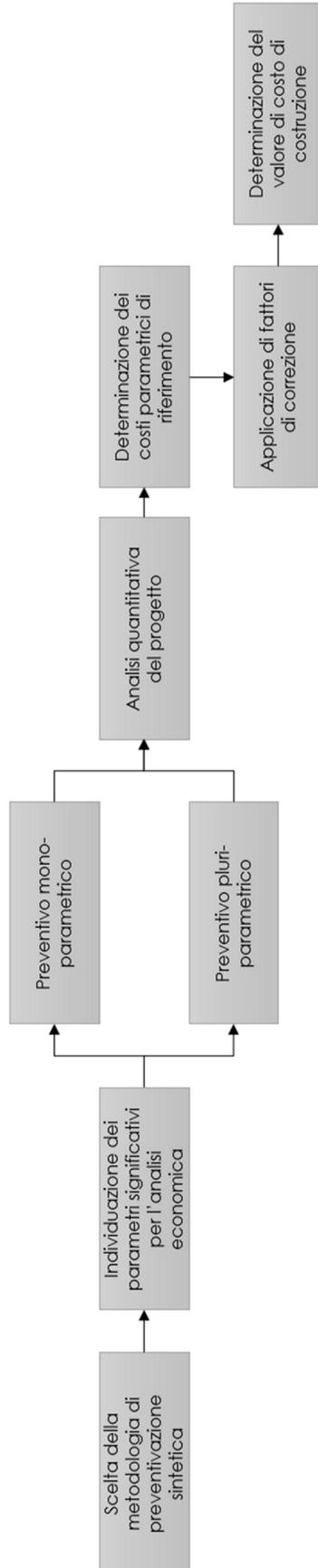


Figura 27 - Fasi del processo di preventivazione sintetica

Metodo di preventivazione sintetica mono-parametrica

Lo sviluppo di una preventivazione sintetica di tipo mono-parametrico avviene secondo la scelta di un unico parametro rappresentativo, spesso da ricondurre agli aspetti metrici del progetto (superficie lorda di pavimento, volume vuoto per pieno, etc...). Il processo da seguire ricalca quanto precedentemente illustrato in *Figura 27* e se ne possono riassumere i concetti attraverso la seguente relazione:

$$V_x = M_{ij} \cdot (Q_x \cdot C_p)$$

dove:

V_x è il valore del costo di costruzione dell'edificio

M_{ij} è il coefficiente di assestamento estratto dalla matrice di stima

Q_x è la misura del parametro scelto come rappresentativo per la preventivazione

C_p è il costo ponderato del parametro ricavato dall'esame dei beni di raffronto

Il parametro C_p è detto ponderato perché è ottenuto dalla media aritmetica dei costi per i beni di raffronto, i quali raramente sono in numero tale da ricorrere all'utilizzo di parametri con grado di precisione statistica più alto come la mediana o la moda.

Per tenere conto della proporzionalità non lineare tra le grandezze V_x e Q_x è necessario effettuare un assestamento piuttosto semplice attraverso una matrice di stima che tenga conto della complessità del progetto e delle sue dimensioni.

L'utilizzo della matrice di stima, rappresentata in *Figura 28*, permette di determinare il coefficiente M_{ij} , necessario all'assestamento del calcolo del costo di costruzione.

MATRICE DI STIMA				
Coefficiente di assestamento		Complessità progetto		
		Bassa	Media	Alta
Dimensioni progetto	Piccolo	0,95	0,98	1,03
	Medio	0,98	1,00	1,05
	Grande	1,03	1,06	1,10

Figura 28 - Matrice di stima per la determinazione del coefficiente di assestamento

Se la correzione deve tenere conto di aspetti di tipo temporale legati ai beni di raffronto, risulta necessario fare riferimento agli indici ISTAT per il calcolo corretto del costo C_p (immaginiamo però di trascurare questa evenienza).

Ai fini della correzione delle difformità di tipo tecnico è possibile adottare il metodo dei coefficienti ragguagliati, costruendo un'ulteriore matrice che metta a confronto tutti i caratteri tecnici rilevanti e attribuisca, per ognuno di essi, un coefficiente correttivo basato su valori tabulati.

Metodo di preventivazione sintetica pluri-parametrica

Lo sviluppo di una preventivazione sintetica di tipo pluri-parametrico si basa su una molteplicità di parametri di riferimento che permettono di assestare e gestire in maniera più efficace le disomogeneità del progetto rispetto alle costruzioni di riferimento, tenendo in maggior considerazione le particolarità e gli aspetti più distintivi del progetto. L'individuazione del tipo di parametrizzazione trova il suo fondamento nella scelta di un criterio di scomposizione del progetto, che permetta di comprendere al meglio aspetti e lavorazioni sulla base delle quali articolare la preventivazione.

Il processo da seguire ricalca quanto precedentemente illustrato in *Figura 27* e se ne possono riassumere i concetti attraverso la seguente relazione:

$$V_x = \sum_j Q_{jx} \cdot C_{jp}$$

dove:

V_x è il valore del costo di costruzione dell'edificio

Q_{jx} è la misura del j-esimo parametro scelto come rappresentativo per la preventivazione

C_p è il costo ponderato del parametro j-esimo ricavato dall'esame dei beni di raffronto

Per raggiungere un livello di approfondimento più avanzato possibile nel contesto della fase preliminare è possibile procedere ad una preventivazione sintetica a parametrizzazione multifunzionale e costi ragguagliati; questa scelta consente di interpretare il progetto secondo una chiave di lettura significativa dal punto di vista

economico, quantificando le lavorazioni e mettendole in relazione con delle quotazioni unitarie riferite ai parametri significativi individuati. Di seguito in *Figura 29* sono rappresentati le fasi significative per la procedura di preventivazione sintetica a parametrizzazione multifunzionale e costi ragguagliati.

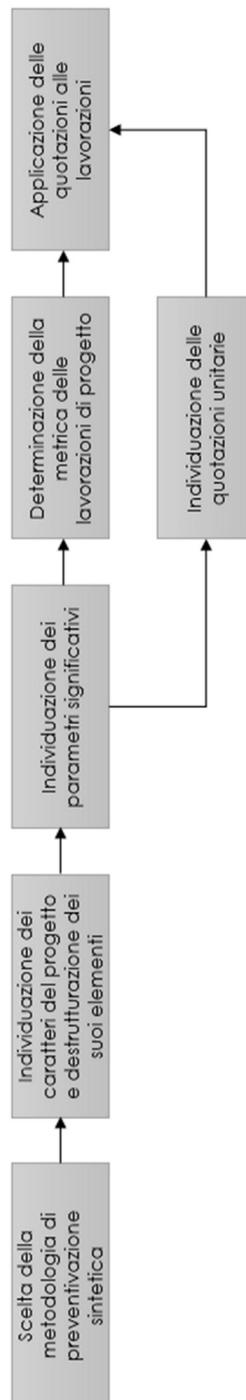


Figura 29 - Procedura di preventivazione sintetica a parametrizzazione multifunzionale e costi ragguagliati

Questa procedura di preventivazione dovrebbe condurre alla realizzazione di una tabella che scompona, secondo i criteri di destrutturazione adottati, gli importi parziali relativi ai centri di costo, gli importi parziali calcolati sulla base della parametrizzazione di riferimento (ad esempio s.l.p.), le incidenze percentuali di ogni parziale sull'importo totale.

Questo modello di calcolo tuttavia ricomprende le macro-voci che sono caratterizzate dal maggiore impatto economico, ma conduce comunque a un valore del costo di costruzione sottostimato, poiché non tiene conto di alcuni centri di costo di entità minore.

L'ottenimento di un costo di costruzione corretto è possibile attraverso un'analisi ABC, basata fundamentalmente sul principio di Pareto; questa analisi è di tipo statistico e suddivide le lavorazioni in tre categorie che identificano l'impatto economico del centro di costo in cui è possibile allocare la specifica lavorazione. La suddivisione nelle categorie dell'analisi ABC seguirà il principio di Pareto, andando ad imputare l'80% dei costi al 20% delle attività svolte.

Di seguito la *Figura 30* riporta i valori di riferimento delle tre categorie analizzate.

CATEGORIE ANALISI ABC		
Classe	Contributo dato al valore di costo	Descrizione
A	70%	Elementi di importanza primaria, 10% dei centri di costo
B	20%	Elementi di importanza secondaria, 20% dei centri di costo
C	10%	Elementi aventi scarso impatto sul costo di costruzione, 70% dei centri di costo

Figura 30 - Classi di categorie per analisi ABC

La procedura di preventivazione sintetica a parametrizzazione multifunzionale e costi ragguagliati consente l'analisi degli elementi di classe A e B; tuttavia per ottenere la valutazione corretta del costo di costruzione, una volta ultimata la procedura, si andrà ad incrementare quanto ottenuto di un "Valore C" pari al 10% dell'importo dei lavori.

Ai fini dello sviluppo del lavoro di tesi, la tecnica di **preventivazione sintetica a parametrizzazione multifunzionale** e costi ragguagliati rappresenta sicuramente lo strumento più vantaggioso. Si procederà infatti in tal senso per una serie di ragioni:

- risulta possibile evitare l'utilizzo di valori parametrici relativi a beni di riferimento che necessiterebbero di assestamenti consistenti a causa delle tecnologie utilizzate nel progetto oggetto di studio; si tratta infatti di sistemi costruttivi a secco che non costituiscono sicuramente le scelte tecnologiche più diffuse e comporterebbero una reale difficoltà nella ricerca di manufatti di riferimento coerenti;
- risulta così possibile concentrarsi sulle macro-voci di elementi tecnici in maniera differenziata rispetto ai livelli di approfondimento progettuale (riferito in particolare alle voci impiantistiche);
- risulta possibile condurre un approfondimento sulle tecnologie a secco utilizzate nei principali pacchetti tecnologici del progetto architettonico, studiandone le quotazioni unitarie attraverso la redazione di una serie di Analisi dei Prezzi Unitari;
- risulta possibile strutturare una valutazione economica più robusta e affidabile che possa, nelle fasi di avanzamento progettuale successive, costituire una base solida per la redazione del Computo Metrico Estimativo (CME).

La scelta di questo metodo, in considerazione del fatto che il lavoro di tesi viene condotto su un progetto sviluppato in logica BIM e pertanto sui modelli dell'edificio (architettonico e strutturale) prodotti in Autodesk Revit, pone l'accento su due aspetti fondamentali:

1. modalità di quantificazione geometrica delle lavorazioni di progetto;
2. modalità di determinazione delle quotazioni unitarie e attribuzione delle stesse alle quantità metriche progettuali.

Un processo di computazione di un edificio sviluppato attraverso un modello Revit prevederebbe l'esportazione di un file formato .ifc e su cui basare gli aspetti metrici del progetto e l'impostazione di un preventivo in STR Vision CPM per la gestione

degli aspetti estimativi. Sebbene questo processo, illustrato in *Figura 31*, si collochi perfettamente negli ambiti di fasi progettuali avanzate quali definitiva ed esecutiva, pone una serie di limitazioni per quanto riguarda la progettazione preliminare.

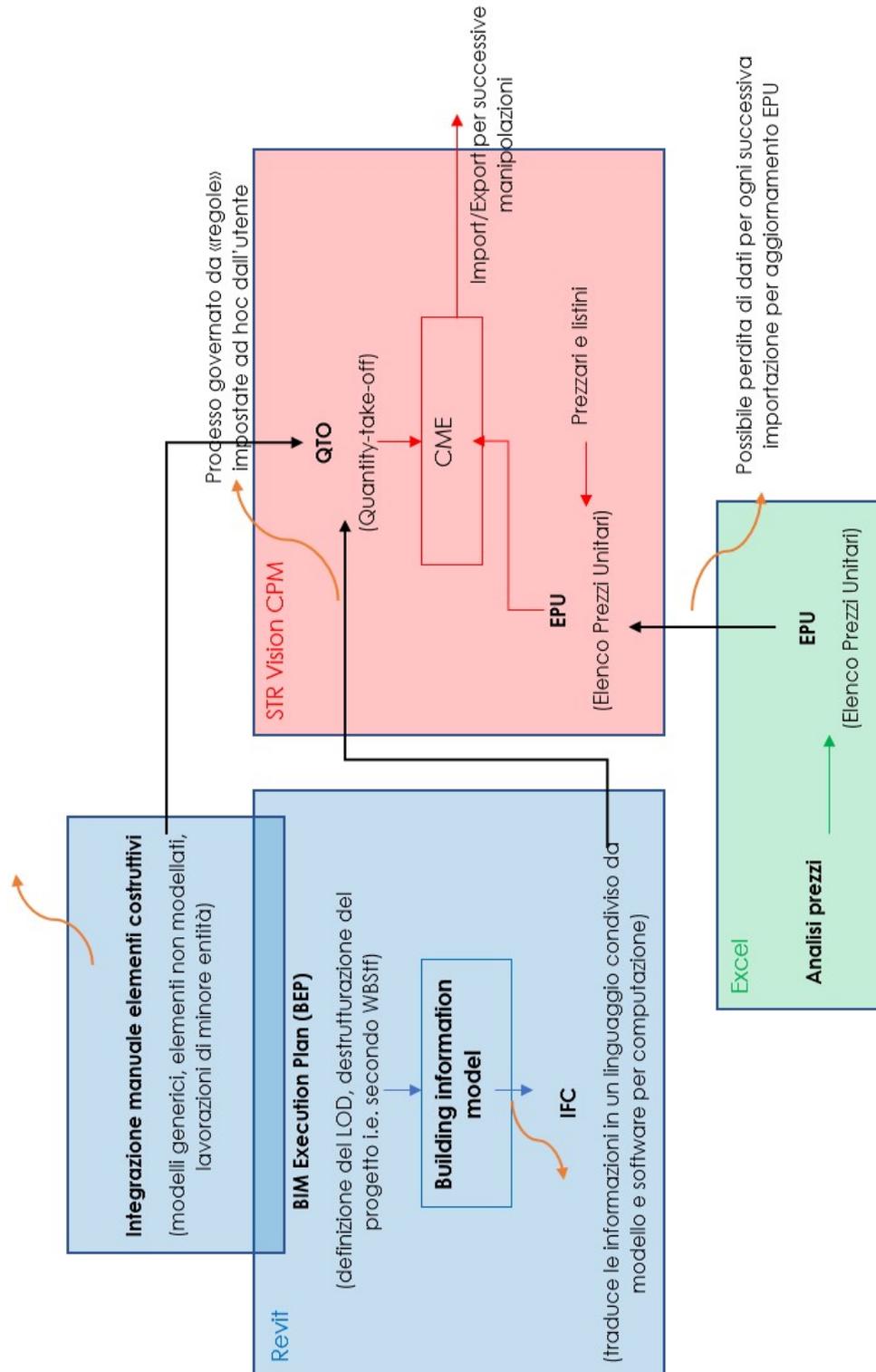


Figura 31 - Processo di stima economica con l'utilizzo di STR Vision CPM

Uno degli scopi di questa tesi è quello di individuare uno scenario alternativo a questo schema, attraverso lo strumento di creazione di uno script in Dynamo. L'utilizzo di Dynamo infatti permette, attraverso il Visual Programming Language (VPL), una manipolazione grafica dei codici in alternativa a quella testuale della programmazione tradizionale; grazie al VPL infatti anche un utente non esperto di programmazione può realizzare degli script che operano direttamente all'interno del modello Revit.

La scelta dell'utilizzo di Dynamo nasce da una serie di ragioni quali:

1. utilizzare uno strumento che permetta di operare direttamente sul modello Revit dell'edificio;
2. utilizzare uno strumento in grado di gestire codifiche e liste, che possa mettere in relazione gli elementi del modello con gli elementi fondamentali di una stima economica (i.e. Elenco Prezzi);
3. utilizzare uno strumento che minimizzi le perdite dei dati, riducendo le possibilità di errore nella valutazione economica;
4. utilizzare uno strumento che abbia una natura più versatile e più controllabile rispetto all'esportazione di un file .ifc, in grado di assorbire con più facilità i frequenti cambiamenti che caratterizzano la fase preliminare dei progetti.

Quest'ultima motivazione è forse quella che riveste più importanza e un maggiore impatto concreto sulle problematiche che quotidianamente affliggono, anche in logica BIM, le dinamiche tra l'attività di quantity surveying e valutazione economica e la progettazione, in particolare quella architettonica. I progettisti infatti necessitano di una certa libertà di movimento nelle fasi preliminari dello sviluppo di un progetto, della possibilità di apportare modifiche, anche sostanziali, mantenendo sotto controllo il budget. I processi che conducono alla valutazione economica quindi devono essere connotati da una velocità di reazione adeguata, che possa costituire un affiancamento costante alle attività di progetto, esprimendo al meglio il principio di interoperabilità su cui l'intera logica BIM trova fondamento. Nello scenario attuale, come illustrato dallo schema precedentemente proposto (Figura 2), ogni cambiamento subito dal progetto comporta delle attività di Quantity-Take-Off

(QTO), ovvero l'estrazione di quantità da modello (in alcuni casi tramite IFC in altri casi tramite abaco e con aggiustamenti manuali) che deve essere reimportata all'interno di STR, incrementando ogni volta la possibilità di errori all'interno della computazione.

Una volta inquadrato l'obiettivo ci si può ricondurre quindi ad uno scenario in cui Dynamo costituisce il tramite diretto tra il modello in Autodesk Revit e la gestione dati in Excel, creando un flusso di dati che non prevede più la presenza di STR Vision CPM come canale import/export. Dynamo infatti è in grado di interfacciarsi in modo diretto con Excel, software che rende possibile e gestibile la realizzazione di valutazioni economiche preliminari e di computi metrici estimativi. L'utilizzo di Excel risulta più versatile in tutta una serie di situazioni concrete in cui l'impostazione di lavoro e di stampe nella piattaforma STR può essere un limite: l'esempio può essere quello dello studio delle valutazioni preliminari per concorsi o altre situazioni in cui le tempistiche sono ridotte al minimo oppure l'elaborazione di documentazione da porre a base di gara, in cui il CME funge da indicazione base per la redazione di altri documenti che non sempre possiedono una compatibilità con STR Vision CPM (richiedendo così ulteriori processi di esportazione dati dal CME o dalla stima preliminare redatti in STR).

Di seguito, nello schema riportato in *Figura 32*, si propone una prima analisi di processo alternativo di valutazione economica che non prevede l'impiego di STR Vision CPM, bensì di Dynamo, da considerare come base per i primi ragionamenti operativi sul software.

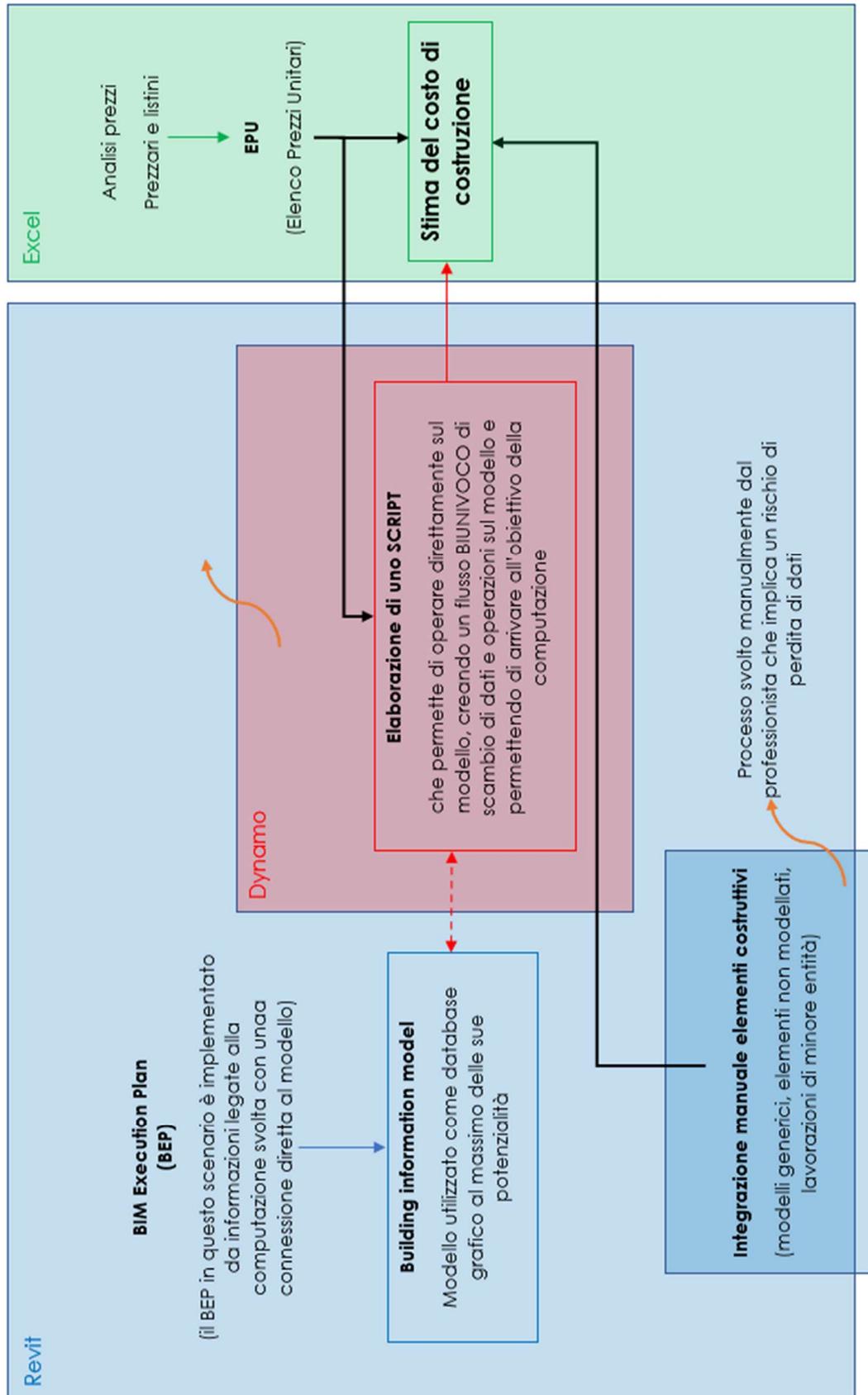


Figura 32 - Schema del processo computazionale con l'utilizzo di uno script in Dynamo

Le analisi che seguiranno per la valutazione del costo di costruzione dell'edificio del caso studio, svilupperanno i seguenti aspetti:

1. mappatura del progetto attraverso lo studio dei modelli Revit e la classificazione secondo i sistemi di codifica individuati nei paragrafi precedenti;
2. elaborazione di un Elenco Prezzi Unitari in Excel gestito direttamente attraverso lo strumento del navigatore di progetto e implementato con lo sviluppo delle necessarie Analisi dei prezzi;
3. procedimento di quantificazione metrica e gestione degli importi delle lavorazioni attraverso l'utilizzo di script in Dynamo.

Questo processo, una volta ultimato permetterà di implementare il navigatore e renderlo uno strumento di gestione di tutta l'informazione della dimensione 5D del progetto; una volta esportate le informazioni di valutazione economica dal modello attraverso Dynamo, il navigatore permetterà confronti, analisi dei centri di costo, aggregazioni dei dati secondo differenti logiche, oltre che l'implementazione necessaria per le opere di minore entità attraverso l'analisi ABC.

Lo sviluppo di questi punti importanti è evidenziato in maniera schematica in *Figura 33*, sottolineando tutte le fasi necessarie all'ottenimento di un navigatore 5D del progetto preliminare.

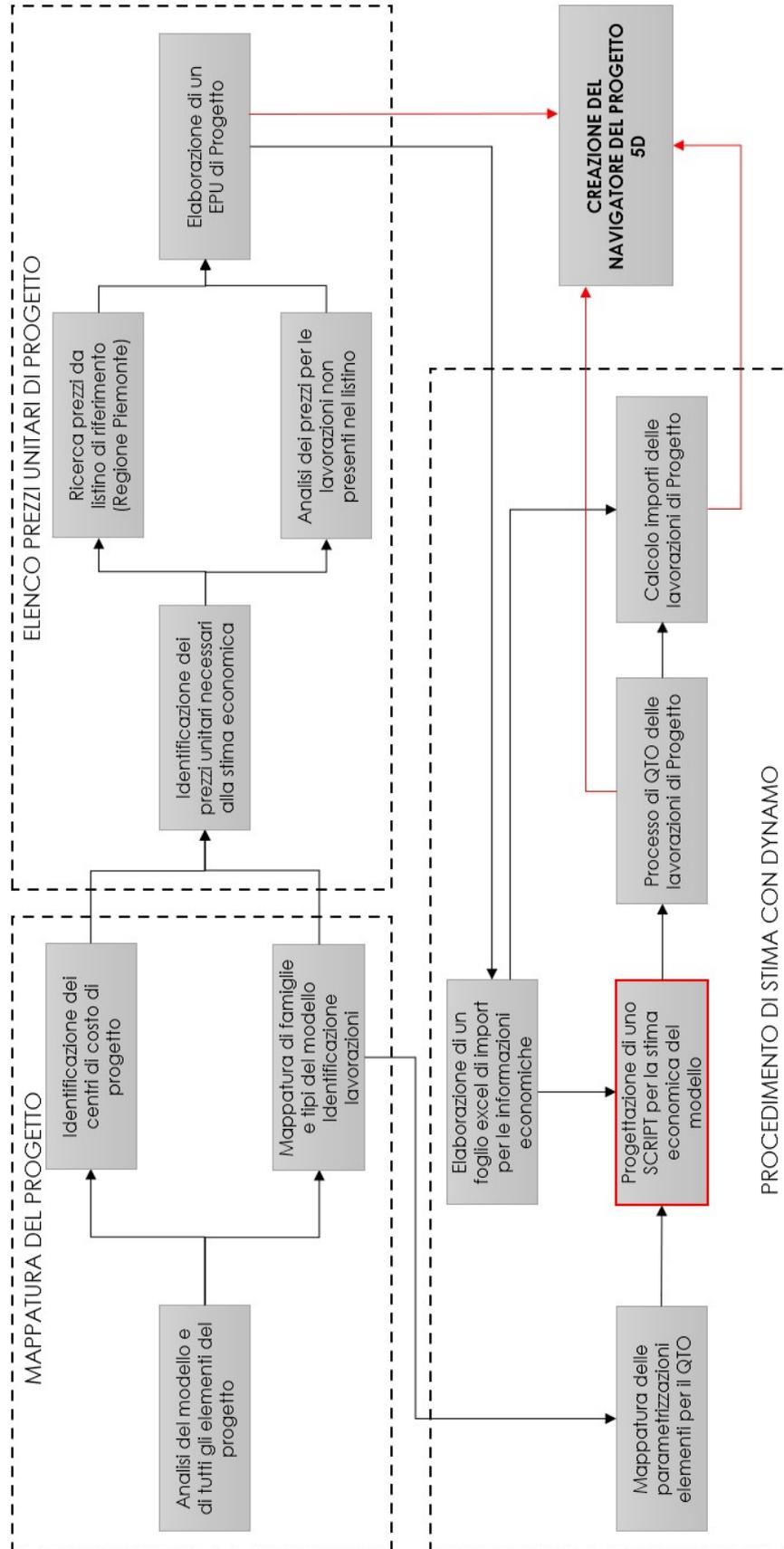


Figura 33 - Elaborazione del navigatore del progetto 5D

3.3.2. Analisi dei prezzi

La classificazione di tutte le componenti di un progetto determina una fase di ricerca dei prezzi delle singole lavorazioni: la fonte utilizzata come riferimento per il caso studio è il Prezzario della Regione Piemonte. Tuttavia non tutti i prezzi unitari sono desumibili da voci di listino e in questi casi, per poter completare il quadro di stima economica preliminare, è necessario elaborare delle Analisi dei Prezzi Unitari (APU) relative alle voci di lavoro del progetto, disciplinate dal D.M. 29/5/1985 che ha introdotto una procedura per l'elaborazione delle analisi. In linea generale e soprattutto in contesti di fasi progettuali più avanzati, le APU dovrebbero essere condotte per tutte le lavorazioni poiché permettono l'identificazione di una serie di informazioni decisamente rilevanti ai fini progettuali e di cantiere, quali ad esempio:

- percentuale d'incidenza della manodopera;
- tipologia delle squadre operative da prevedere per la singola lavorazione;
- informazioni di base per il calcolo delle durate delle lavorazioni;
- attrezzature necessarie al cantiere e impatto economico relativo ai noli.

Le APU si impostano a partire da uno studio dei metodi che indaga le necessità della lavorazione legate nello specifico a:

- risorse di tipo lavoro (manodopera);
- forniture (materiali);
- attrezzature di cantiere (noli).

Gli aspetti di costo legati ai materiali possono essere dedotti in primo luogo da un'analisi dimensionale delle singole lavorazioni che permetta di comprendere l'entità delle forniture da un punto di vista geometrico e ricondurre ad una quantità unitaria. Le fonti utilizzate per reperire tali informazioni possono essere le sezioni del Prezzario dedicate ai soli materiali da costruzione e le informazioni ricavate da analisi di mercato rispetto ai fornitori che operano negli specifici settori.

Quello che riguarda invece i costi da imputare alla manodopera e ai noli possiede una determinazione molto più complessa e articolata, in quanto non può prescindere da un'analisi delle logiche organizzative di cantiere (lay-out e logistica di cantiere, struttura delle squadre operative, logiche e mezzi di movimentazione del cantiere).

Per questa ragione valutazioni complete di questo tipo sono state condotte solo su un numero limitato di elementi progettuali, in maniera particolare per i pacchetti tecnologici analizzati nel dettaglio. Il resto delle analisi deriva da un'attività di ricerca e di analisi dei prezzi di mercato relativamente alle opere compiute, considerando quindi un prezzo che tenga conto di manodopera, attrezzature, costi di trasporto dei materiali, etc...

Tutti i costi inseriti nelle APU dovranno essere convertiti in prezzi incrementandoli attraverso valori %, di spese generali e utili d'impresa. Qualora all'interno dell'analisi venisse inserito però un dato ricavato da prezzario, esso è già considerato un prezzo, poiché il valore di listino tiene conto di questi incrementi. In particolare il prezzario di riferimento della Regione Piemonte considera queste addizioni percentualmente nella misura di:

- 13% per l'incremento dovuto alle spese generali;
- 10% per l'incremento dovuto a utile d'impresa.

Per la redazione delle APU è stato elaborato un foglio di lavoro Excel che riporta i seguenti contenuti:

- codice di Elenco Prezzi Unitari (EPU) della lavorazione;
- descrizione sintetica;
- descrizione estesa che comprenda indicazioni relative ai limiti di fornitura e qualsiasi aspetto abbia ricadute nella formazione del prezzo;
- unità di misura secondo la quale effettuare la parametrizzazione del prezzo;
- analisi completa delle risorse impiegate per la realizzazione della lavorazione;
- % di incremento per spese generali e utili e coefficienti applicati.

Nello specifico l'analisi delle risorse prevede, come illustrato in precedenza, l'impiego di differenti categorie, a cui è stato attribuito un codice alfabetico di riferimento:

- A= Manodopera
- B= Materiale
- C= Attrezzatura (noli)

- D= Lavori ed opere compiute

Come anticipato nell'introduzione alla preventivazione sintetica di tipo mono-parametrico, per tenere in considerazione maggiormente il contesto progettuale in cui la lavorazione si inquadra, è stato introdotto un coefficiente di assestamento, derivante da una matrice di stima piuttosto semplice. La matrice tiene conto della complessità e delle dimensioni del progetto, stimandole come "Medie" e applicando pertanto un coefficiente uguale ad 1. Di seguito è riportata la *Figura 34* che illustra la matrice di stima del coefficiente di assestamento.

MATRICE DI STIMA				
Coefficiente di assestamento		Complessità progetto		
		Bassa	Media	Alta
Dimensioni progetto	Piccolo	0,95	0,98	1,03
	Medio	0,98	1,00	1,05
	Grande	1,03	1,06	1,10

Figura 34 - Matrice di stima per il coefficiente di assestamento delle APU

Nelle APU è inserito inoltre un coefficiente di arrotondamento che rivede in eccesso i valori analisi, considerato pari a:

- 0,05 € nel caso di acciai o similari;
- 0,50 € in tutti gli altri casi.

Di seguito in *Figura 35* è riportato, a titolo esemplificativo, il format Excel utilizzato per la redazione delle APU.

ANALISI PREZZI								
CODICE DI E.P.U.		Descrizione sintetica						
U.d.M.		DESCRIZIONE ESTESA DELLA LAVORAZIONE						
CALCOLO DEL VALORE DI ANALISI								
Formulazione	Simbolo	Descrizione			Da progetto	Valore		
$a = \sum \text{tot parziale costi}$	a	Totale costi diretti				€ 0,00		
$b = a * \% \text{spese generali}$	b	Spese generali			13,00%	€ 0,00		
$c = (a+b) * \% \text{utile}$	c	Utile			10,00%	€ 0,00		
$d = a + b + c$	d	Subtotale derivante da costi				€ 0,00		
$e = \sum \text{tot parziale prezzi}$	e	Subtotale derivante da prezzi				€ 0,00		
$f = d + e$	f	TOTALE ANALISI				€ 0,00		
-	g	Coefficiente di assestamento			1,00			
$h = f * g$	h	VALORE DI ANALISI ASSESTATO				€ 0,00		
-	i	VALORE DI ANALISI ARROTONDATO			0,50	€ 0,00		
ANALISI DELLE RISORSE								
Codice	Tipo risorsa	Risorsa	U.d.M.	Q.tà	Costo unitario	Tot parziale costi	Prezzo unitario	Tot parziale prezzi
A	Manodopera	Descrizione della risorsa impiegata	[m2]	1,000	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
B	Materiale	Descrizione della risorsa impiegata	[m2]	1,000	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
C	Attrezzatura	Descrizione della risorsa impiegata	[m2]	1,000	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
D	Lavori ed opere compiute	Descrizione della risorsa impiegata	[m2]	1,000	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00
a						€ 0,00	e	€ 0,00

Figura 35 - Foglio di calcolo elaborato per la redazione delle analisi dei prezzi

Di seguito in *Figura 36* sono riportate in elenco le APU elaborate per il progetto architettonico del caso studio.

Descrizione	Codice Analisi prezzo
Sistema di chiusura verticale opaca posato a secco, sp 35,5 cm	AP.01
Pannelli tipo "Rockpanel" di rivestimento facciata	AP.02
Facciata continua a montanti e traversi	AP.03
Pacchetto solaio controterra con pavimento in legno	AP.04
Pacchetto solaio interpiano a secco con pavimento in legno	AP.05
Pacchetto solaio sottotetto a secco	AP.06
Porta vetrata scorrevole a due ante dim. 235x220 cm	AP.07
Porta vetrata ad un'anta dim. 120 x 230 cm	AP.08
Porta vetrata ad un'anta dim. 120 x 210 cm	AP.09
Porta scorrevole in legno e vetro dim. 100x210 cm	AP.10
Finestra due ante con persiane dim. 120x165 cm	AP.11
Finestra due ante con persiane dim. 210x165 cm	AP.12
Finestra un'anta con persiane sx dim. 70x165 cm	AP.13
Pacchetto di copertura isolata a secco	AP.14
Rivestimento per copertura con pannelli tipo "Rockpanel"	AP.15
Copertura inclinata vetrata con struttura in acciaio passo 1,5 m	AP.16
Sistema di tendaggio esterno dim. 70x165 cm	AP.17
Parapetto metallico per interni h 110 cm	AP.18
Scala in c.a. gettata in opera	AP.19
Ascensore vetrato con pistone idraulico	AP.20
Cancello metallico dim. 5600x2300 mm	AP.21
Pergolato metallico	AP.22
Pavimentazione pedonale per esterni in ghiaino lavato antiscivolo	AP.23
Tappeto erboso e prato fiorito	AP.24

Figura 36 - Elenco di analisi dei prezzi da predisporre per il progetto

Di seguito sono riportate le APU condotte sui pacchetti tecnologici di progetto. Le altre APU elaborazione per la redazione dell'EPU sono contenute nell'allegato A.

Come anticipato, il lavoro di tesi si inquadra in fase di progettazione preliminare, quindi contraddistinto dalla possibilità di non disporre di una puntuale definizione di tutte le stratigrafie dei componenti (involucro verticale, orizzontale ecc.); risulta quindi indispensabile formulare delle ipotesi dei pacchetti stratigrafici.

Per ciascuna delle stratigrafie ipotizzate si definisce quindi un prezzo unitario: sono state elaborate in fogli di calcolo Excel una serie di analisi prezzo per le lavorazioni individuate, basandosi su prezzi e analisi condotte sui prezzi di mercato.

3.4. Gestione informazioni e quantificazione con la programmazione visuale

Lo sviluppo del progetto ha comportato la progettazione di soluzioni alternative nelle fasi di concept e preliminare, rispetto ai software che utilizzano i file .ifc, articolate in differenti fasi operative consequenziali.

La metodologia applicata per conseguire gli obiettivi dichiarati si rifà ad un metodo scientifico largamente impiegato nell'ambito della ricerca e sviluppo, che consta di alcune fasi fondamentali. Dette fasi, con riferimento al caso specifico, possono così essere riassunte:

1. **Formulazione di ipotesi:** l'assunto di partenza è stato che, avvalendosi di uno strumento informatico in grado di eseguire operazioni per l'automazione di un determinato processo, è possibile velocizzare e semplificare l'elaborazione di una stima economica preliminare;
2. **Introduzione dei dati di input:** fase consequenziale alla precedente che è consistita nella valorizzazione di determinati parametri da assegnare ad un modello dell'edificio creato in ambiente BIM, da cui estrarre le informazioni funzionali al conseguimento degli obiettivi dichiarati;
3. **Fase di progettazione dello strumento:** stadio del processo in cui sono state implementate, in maniera diretta, le procedure operative atte ad eseguire le operazioni elencate ai punti precedenti, che si traducono nella progettazione di uno script in Dynamo che possa eseguire una serie di operazioni sul modello;
4. **Fase operativa:** utilizzo dello strumento progettato nella fase precedente su un caso studio con un livello di complessità significativa;
5. **Output:** fase conclusiva del processo consistente nell'esportazione e l'analisi dei risultati ottenuti;
6. **Validazione e controllo del dato:** fase del processo finalizzata alla comprensione della bontà dei risultati ottenuti, operando una verifica che contempla lo svolgimento di un processo analogo con esportazione del file IFC.

Come rappresentato in *Figura 37*, per lo svolgimento dell'attività di programmazione visuale sono stati utilizzati prevalentemente tre software:

1. **Revit**, in cui sono state implementate le informazioni di progetto all'interno di modelli parametrici;
2. **Dynamo**, per l'automatizzazione della fase di stima economica preliminare attraverso la progettazione e l'esecuzione di strumenti ideati con la programmazione visuale;
3. **Excel**, infine, per l'esportazione dei risultati ottenuti e utilizzato in generale da tramite per lo scambio di dati in uscita e in entrata rispetto ai modelli Revit e all'ambiente di Dynamo.

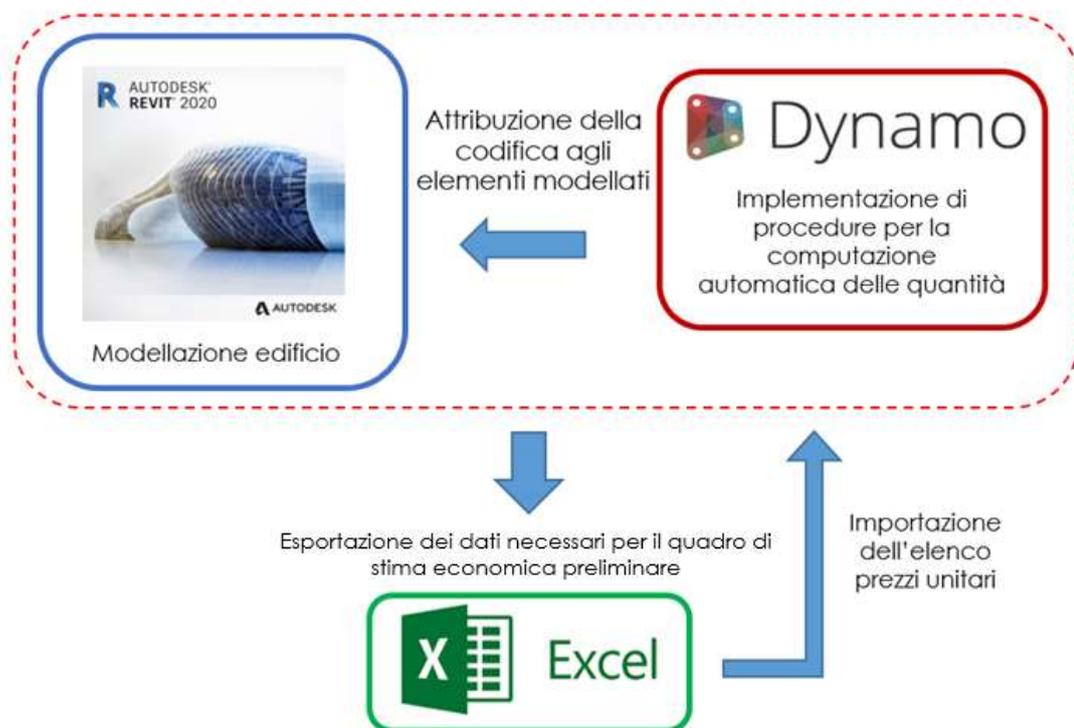


Figura 37 - Rappresentazione dei processi e dei software coinvolti

3.4.1. Programmazione visuale con Dynamo

Dynamo è una piattaforma di programmazione visuale, di tipo *open source*, installabile nell'ambiente Revit che consente di svolgere operazioni sui modelli parametrici sia dal punto di vista degli aspetti geometrici che di quelli informativi.

L'utilizzo della programmazione visuale con Dynamo comporta quindi per il lavoro di tesi lo sviluppo di una serie di script, progettati per svolgere una sequenza di operazioni direttamente in ambiente Revit, valorizzando informazioni sul modello e, in base alle necessità, andando a leggere parametri di tipo informativo e geometrico in esso contenuti. Molti dei blocchi utilizzati per l'ideazione degli script si trovano implementati in una libreria di default all'interno del software o, in alternativa, in una serie di pacchetti scaricabili dalla rete progettati dagli utenti. Questi blocchi sono alla base della programmazione visuale poiché, come indicato precedentemente, il loro utilizzo non comporta necessariamente una conoscenza del linguaggio di programmazione tradizionale. Tuttavia Dynamo offre comunque la possibilità di realizzare alcune parti dello script attraverso un linguaggio di programmazione in Python reso possibile dall' utilizzo di uno specifico blocco, denominato code block. La libreria dei blocchi è organizzata secondo una serie di tematiche alcune delle quali si occupano di aspetti geometrici legati alla modellazione di superfici e volumi, altri riguardano invece gestione di dati, informazioni, parametri e tutto quanto necessario alla loro organizzazione in ingresso e in uscita dal modello. Questo genere di blocchi sono quelli che rivestono un'importanza maggiore all'interno del progetto; tuttavia la libreria di default, specie per quanto riguarda i parametri, non è risultata sufficiente e si è reso necessario implementarla con una serie di pacchetti scaricabili, quali Clockwork e Rhythm.

La parte della libreria più utile ai fini dell'organizzazione dei dati stata quella che contiene i blocchi riguardanti la creazione e la gestione di liste e quelli necessari alle operazioni interfaccia con Microsoft Excel.

La programmazione visuale richiede, per l'ottenimento di strumenti realmente utili ad uno scopo prefissato, una fase importante di progettazione dello script, che prevede l'ideazione di una serie di gruppi a cui si demanda uno specifico compito, che seguano un flusso all'interno dello script che consenta di arrivare al risultato. Il grafico successivo in *Figura 39* rappresenta schematicamente una prima idea di progettazione dello script da realizzare in Dynamo per poter operare direttamente nel modello Revit dell'edificio.

Come si può evincere, è organizzato, in linea generale per gruppi, ognuno dei quali sarà necessario per lo svolgimento di una determinata funzione. In questa prima fase sono stati ipotizzati i seguenti gruppi:

- INPUT GENERALE
- FILTRO
- PARAMETRO
- ORGANIZZAZIONE DATI
- ESPORTAZIONE DEI RISULTATI

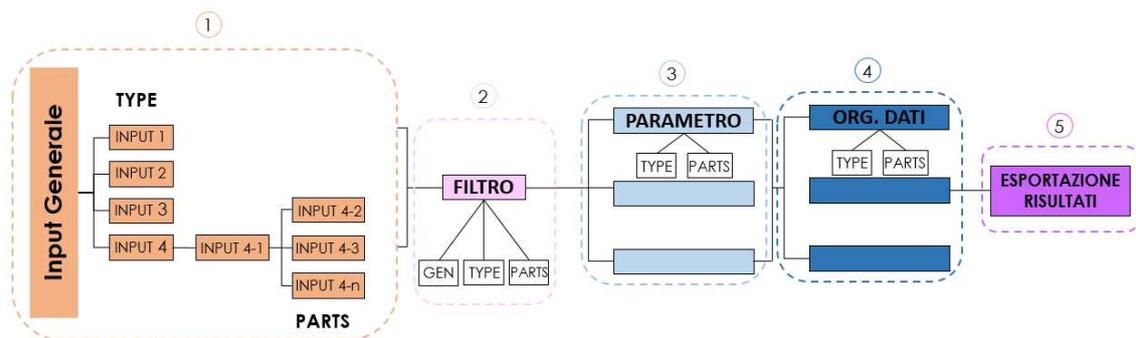


Figura 39 - Primo schema ideativo per la progettazione dello script

Prima di procedere alla realizzazione dello script, il processo di progettazione è stato ottimizzato individuando all'interno del software un pacchetto di funzioni utile per la gestione dei gruppi, revisionando l'idea iniziale ed assegnando a ogni gruppo un nome e un colore per comprendere meglio il flusso di operazioni condotte dallo script. In particolare i gruppi utilizzati nella fase di programmazione visuale si possono riassumere nei seguenti:

- INPUT (colore del gruppo: rosso)
- FILTER (colore del gruppo: azzurro)
- TO REVIT (colore del gruppo: arancio)
- QUERIES (colore del gruppo: blu)
- OUTPUT (colore del gruppo: verde)
- CHECK (colore del gruppo: giallo)

Di seguito sono analizzati singolarmente i gruppi ai fine di esplicitarne le funzioni generali all'interno dello script.

Gruppi INPUT

Questi gruppi sono necessari per la corretta impostazione dei dati di input, cioè all'identificazione degli elementi su cui svolgere le successive operazioni. I gruppi input costruiti per gli script di progetto si possono classificare principalmente in due categorie, a seconda della natura degli elementi in entrata che vanno selezionare. In particolare sono stati progettati i seguenti gruppi:

gruppi di selezione dei dati che interagiscono con Microsoft Excel importando le informazioni desiderate sotto forma di liste e rendendole utili allo svolgimento di operazioni sul modello;

gruppi di selezione degli elementi di modello che individuano alcuni elementi fisicamente presenti all'interno del modello su cui effettuare successive operazioni. La selezione di questi dati in entrata avviene a partire dalla famiglia di appartenenza dell'elemento o, in alternativa, dalla categoria o dal tipo.

Gruppi FILTER

questi gruppi possono essere molto diversi tra loro e sono utilizzati per permettere operazioni di filtro a partire da liste di dati individuati da gruppi di altra natura (input, to Revit, queries). La struttura di questi filtri pertanto non è individuato univocamente ma assume funzioni e aspetto molto diversi in base all'utilizzo dello specifico gruppo. Analogamente a quanto detto per i gruppi input, i filtri si possono applicare a liste di dati oppure a liste di istanze del modello.

Gruppi TO REVIT

questi gruppi assumono importanza fondamentale poiché ad essi sono demandate le operazioni di valorizzazione dei parametri di tipo o di istanza implementati nel modello. Per l'organizzazione di questi gruppi in particolare si è fatto un largo uso di alcuni pacchetti scaricabili molto diffusi nel comune utilizzo di Dynamo. La struttura di questi gruppi sebbene svolgano operazioni complesse e piuttosto semplice e ripetibile.

Gruppi QUERIES

dopo i gruppi to Revit illustrato precedentemente, i queries sono senz'altro tra i più importanti e complessi da gestire. Sono infatti utilizzati principalmente per la lettura di informazioni del modello, prevalentemente in riferimento a contenuti di tipo

metrico; attraverso la loro strutturazione infatti sono state impostate e condotte tutte le operazioni di quantity take off sugli elementi del modello. I parametri secondo i quali sono state svolte suddette letture sono stati individuati in fase di analisi economica del progetto e trovano riscontro anche nel campo puntatore inserito successivamente ai fini dell'impostazione del preventivo parametrico in STR Vision CPM.

Gruppi OUTPUT

questi gruppi hanno la funzione principale di esportazione dei dati in Excel; sono utilizzati per identificare il file e il foglio di lavoro in cui organizzare i risultati o le estrazioni di dati effettuate attraverso lo script. Alcuni gruppi output Non esportano in modo diretto ma sono utilizzati per l'organizzazione delle informazioni che andranno a confluire nei fogli di calcolo.

Gruppi CHECK

questi gruppi servono in generale per condurre operazioni di controllo sul modello o sulle liste dei dati. Nel progetto no non sono state condotte operazioni di validazione sui modelli pertanto non si è fatto un largo uso dei gruppi di controllo. Tuttavia alcune particolari categorie di modellazione, per le quali non è risultato possibile leggere facilmente il parametro area attraverso le operazioni generali dello script oppure gli abachi di Revit, hanno visto la necessità di procedere a misure manuali sul modello e ad un conseguente controllo attraverso Dynamo.

L' Elaborato di tesi ha visto la progettazione e l'utilizzo di una serie piuttosto consistente di script divisi principalmente in quattro categorie:

1. script principali per le operazioni di codifica del modello, quantity take off e valorizzazione economica delle lavorazioni;
2. script accessorio per la compilazione del parametro di localizzazione, sulla base dell'appartenenza ai livelli di progetto dei vari elementi;
3. script accessorio per la gestione e la computazione metrica delle parti (situazione alternativa rispetto alla modellazione dei pacchetti stratigrafici);
4. script di controllo per la quantificazione di lavorazioni con particolari procedure di modellazione, il riferimento nello specifico ai pannelli di rivestimento della copertura.

3.4.2. Script per l'elaborazione della stima economica preliminare

Lo script principale nell'ambito della presente tesi e quello finalizzato alla stima economica preliminare del progetto. Sebbene presenti la stessa struttura questo script è stato frammentato in diverse versioni sulla base delle categorie di modellazione, ai fini di non appesantire eccessivamente i file e di consentire rapidi tempi di esecuzione. In particolare sono state predisposte diverse versioni per le seguenti categorie:

- muri;
- pavimenti;
- porte;
- finestre;
- tetti.

A partire dalle funzionalità dei gruppi individuati nell'attività di progettazione generale degli script, è stato elaborato il flusso di lavoro necessario all'automatizzazione all'interno di Revit della preventivazione per il calcolo del costo di costruzione dell'edificio in fase di progettazione preliminare. L'organizzazione ottimale dello script prevede la suddivisione del flusso di operazioni da progettare in due grandi aree, individuate come:

- **PARTE 1** – Classificazione degli elementi del modello attraverso l'attribuzione dei codici inseriti nel navigatore per la gestione informativa;
- **PARTE 2** – Impostazione della stima economica attraverso la gestione della metrica di progetto e l'attribuzione delle quotazioni unitarie delle lavorazioni dedotte dalle analisi economiche precedentemente condotte.

Ognuna delle due parti sarà organizzata come una sequenza di gruppi funzionali, identificati di volta in volta sulla base di quanto illustrato precedentemente, per compiere le azioni necessarie. Di seguito in *Figura 40* è riportato uno schema utilizzato come linea guida per la progettazione dello script.

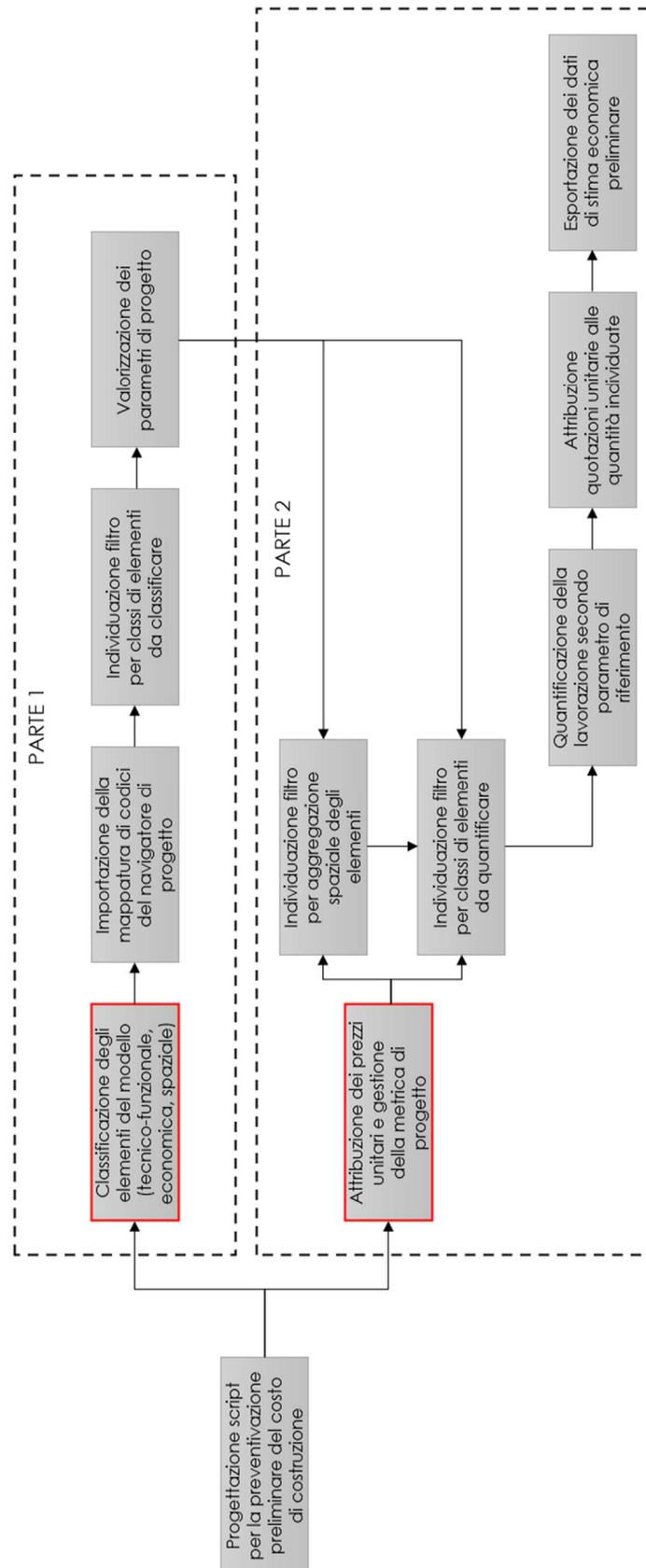


Figura 40 - Schema di progettazione dello script per la preventivazione

In *Figura 41* è mostrata la struttura complessiva dello script in cui sono individuate le due parti in cui è stato suddiviso in fase di progettazione; i gruppi funzionali utilizzati verranno successivamente illustrati singolarmente per permetterne la comprensione delle logiche di programmazione.

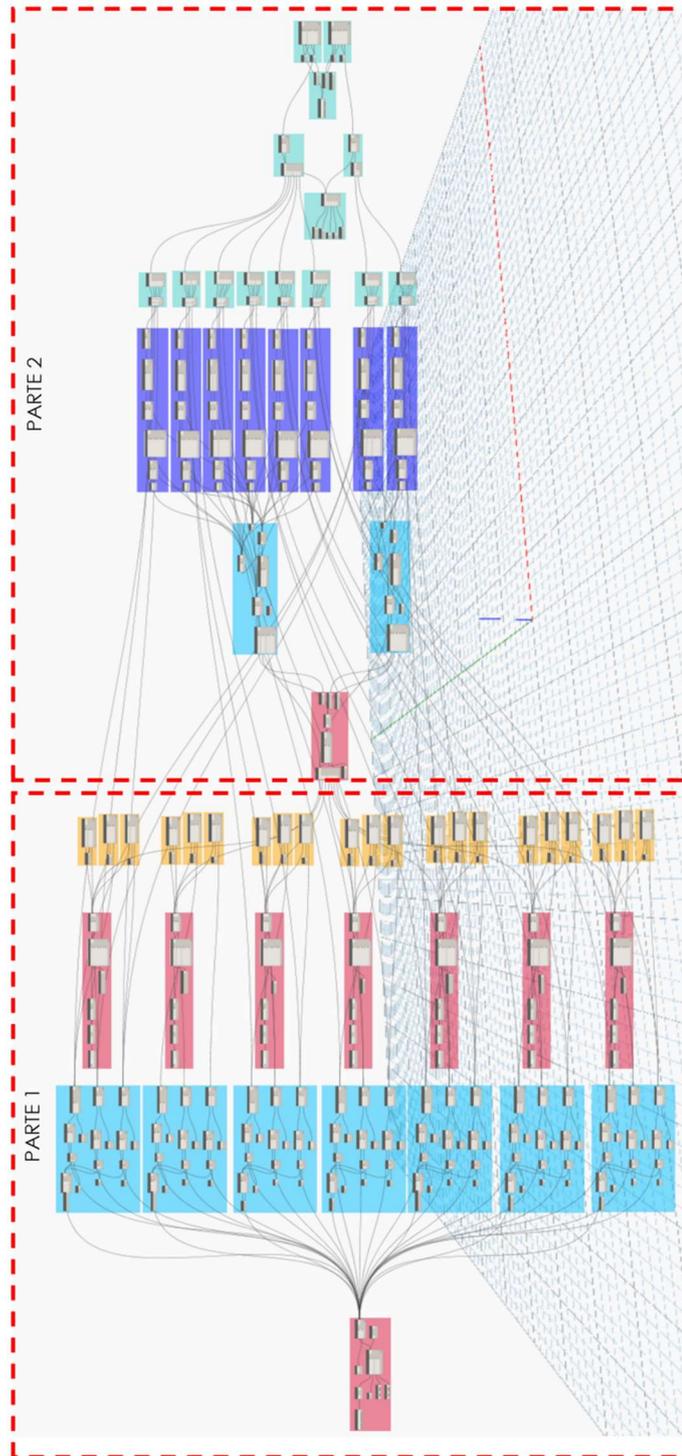


Figura 41 - Illustrazione script completo e divisione in parti principali

PARTE 1

Lo script è progettato secondo due fasi di processo: la prima ha lo scopo di valorizzare all'interno del modello i campi dei codici (ID_Cost Group, ID_Element, ID_Location), importando la lista dei codici compilati nel foglio Excel per la gestione del progetto. Questa sezione illustra le logiche di progettazione dello script ed i gruppi utilizzati per il suo funzionamento. In *Figura 42* si nota come questa parte si componga di un flusso di operazioni organizzate con i seguenti gruppi (riconoscibili grazie alla colorazione a loro attribuita):

1. Gruppo INPUT
2. Gruppo FILTER
3. Gruppo INPUT
4. Gruppo TO REVIT

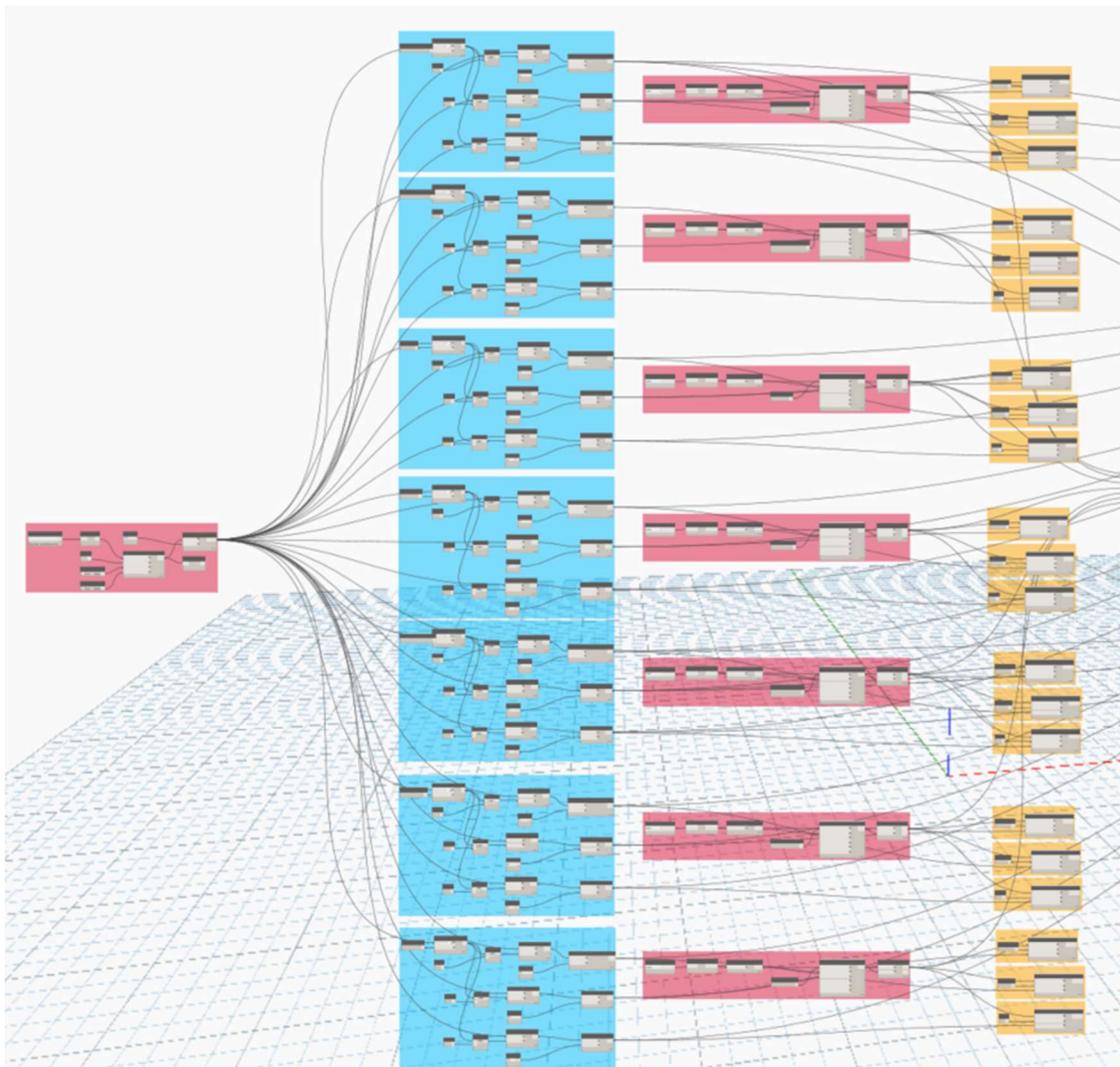


Figura 42 - Flusso di operazioni dello script parte 1

Gruppo INPUT 1: si tratta del primo gruppo ed è quello tramite cui vengono gestiti i dati di input di cui necessita lo script per poter funzionare. Tali dati possono provenire direttamente dal modello in Revit oppure possono essere importati da un'altra fonte esterna, tipicamente un foglio di calcolo di Excel. Nel caso specifico, l'elenco dei prezzi unitari (EPU) e le codifiche da attribuire ai differenti elementi è stato importato proprio facendo ricorso ad Excel. Questi dati infatti vengono gestiti come liste organizzate all'interno del navigatore di progetto e importati all'interno di Dynamo grazie all'utilizzo del blocco *Data.ImportExcel* che permette, a partire dal percorso del file (inserito con l'utilizzo del blocco *File Path*), di importare il contenuto di uno specifico foglio contenuto nella cartella di lavoro; per non utilizzare il file contenente il navigatore di progetto, a causa di possibili instabilità di Dynamo nell'interazione con Excel, è stato creato un duplicato del navigatore contenente solo i campi desiderati dei codici e dei prezzi unitari, da utilizzare per la gestione del dato di input in Dynamo. In *Figura 43* è mostrato il flusso di lavoro condotto dal primo gruppo per ottenere una lista correttamente organizzata dei dati di input.

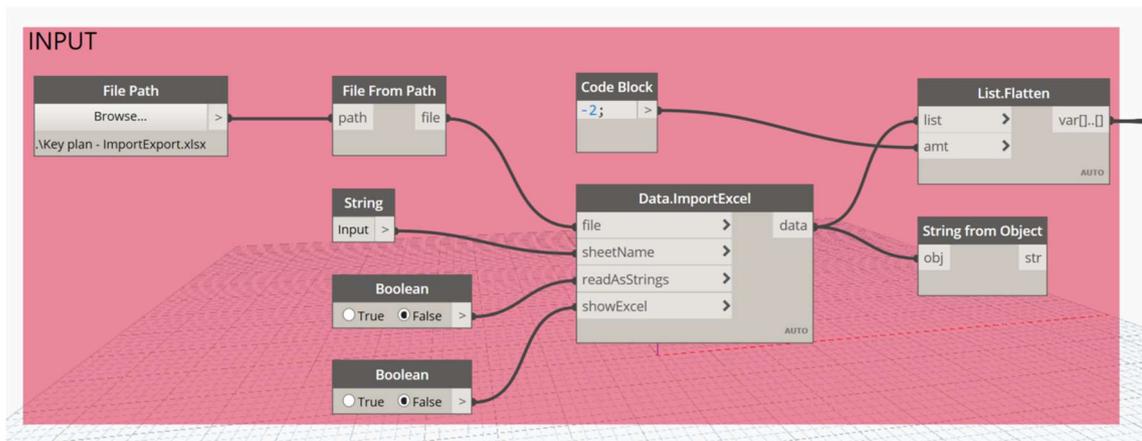


Figura 43 - Gruppo INPUT 1, importazione codici e prezzi unitari da navigatore

Gruppo FILTER 1: si tratta di un gruppo di filtro a cui è demandata una funzione specifica di filtro dei dati di input. A partire dalla moltitudine di codici a prezzi inseriti nel navigatore infatti, risulta necessario fornire a Dynamo una discriminante per poter comprendere come leggere i codici e individuare i dati corretti da attribuire a specifici elementi del modello; è necessario pertanto individuare una logica da che sia di validità generale per la corretta identificazione dei codici. Lo script è stato strutturato sulla base della posizione dei dati all'interno della lista: fornendo la descrizione del nome del tipo di Revit presente nel modello viene impostata la selezione dei codici degli elementi e dei centri di costo (ID_Element, ID_Cost Group) e del prezzo unitario a partire dalla loro posizione nella lista dei dati di input attraverso l'utilizzo del blocco *List.GetItemAtIndex*, che permette di selezionare un dato da una lista collocato in uno specifico indice desiderato. Rispetto al nome di famiglia e tipo i codici e il prezzo si trovano sempre ad una distanza di posizioni fisse; il codice del centro di costo ad esempio è sempre l'elemento della lista successivo al nome del tipo inserito come discriminante all'inizio dell'operazione di filtro. In *Figura 44* è mostrato il funzionamento del gruppo filtro che ha come risultato i blocchi contenenti i codici e il prezzo desiderati per l'elemento.

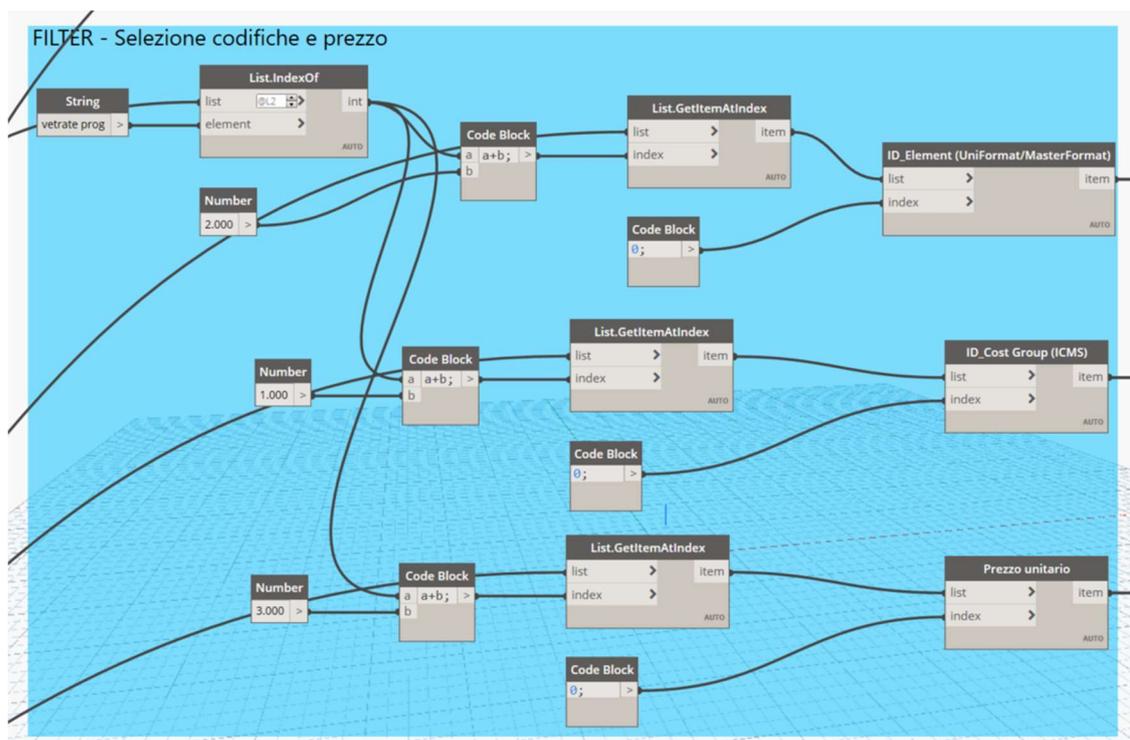


Figura 44 - Gruppo FILTER 1 per la selezione di codici e prezzo di una lavorazione

Gruppo INPUT 2: il secondo blocco di input che opera una selezione direttamente all'interno del modello su cui viene impiegato è quello, riportato in *Figura 45*, che consente di selezionare determinate categorie di elementi dal modello. In buona sostanza quest'ultimo opera creando una lista di tutti gli elementi associati alla categoria selezionata. Importante è sottolineare che la scelta della categoria deve essere effettuata manualmente attraverso la scrittura di quella che in Dynamo si definisce espressione regolare (che rispecchia il nome del tipo riportato in Revit) compilando un campo *stringa* (opportunamente inserito) secondo la sintassi prevista. La mappatura condotta sul modello nella fase di ideazione del navigatore in ogni caso consente di strutturare questi gruppi a partire dalle liste di famiglie e tipi in esso contenute; anche per questa ragione, per riuscire a strutturare le operazioni con maggiore ordine e razionalità, risulta molto utile e vantaggiosa la scelta di suddividere gli script per categoria, in modo da individuare di volta in volta solo i tipi di interesse per lo specifico script. In caso contrario si andrebbe incontro ad una mole di dati notevole anche per modelli in fase preliminare e ad uno strumento di utilizzo poco pratico, in quanto i tempi di esecuzione dello script e la sua stabilità sono in genere connessi all'articolazione della sua struttura e alla sua dimensione. L'aspetto da gestire in questo gruppo, che in realtà ha un funzionamento piuttosto semplice, è solo quello della corretta scrittura delle espressioni regolari che consentono la creazione, attraverso il blocco *Regex.ContainsRegularExpression*, di una maschera booleana che permette l'operazione di selezione degli elementi a partire dalla lista completa del contenuto della categoria. Le espressioni regolari infatti possiedono delle specifiche regole di scrittura a cui ci si deve attenere ed è sempre consigliabile utilizzare uno strumento per condurre la verifica dell'espressione, reperibile anche in rete; la scrittura non corretta delle espressioni regolari può condurre ad errori di valutazione anche piuttosto consistenti, in particolare perché spesso può condurre a ricomprendere nella stessa selezione elementi che possiedono un nome del tipo molto simile, andando ad attribuire i codici in maniera errata o conteggiando le lavorazioni più volte dal punto di vista

qualitativo. Di seguito in *Figura 45* è mostrata la selezione degli elementi appartenenti ad una specifica facciata continua prevista nel progetto.

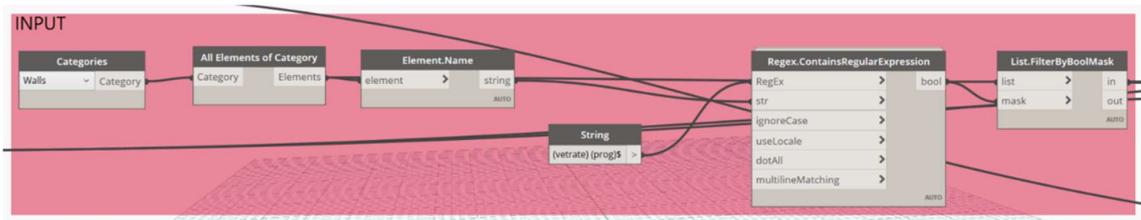


Figura 45 - Gruppo INPUT 2, selezione elementi del modello

Gruppo TO REVIT: questo gruppo è sicuramente il principale per quanto riguarda la parte 1 dello script, poiché conduce effettivamente delle operazioni di valorizzazione dei parametri sul modello. Per l'impostazione di questi gruppi è risultato fondamentale il ricordo al pacchetto scaricabile Rhythm che contiene il blocco *SetParameterByName(TypeOrInstance)*, il quale permette di svolgere l'operazione di valorizzazione del parametro in maniera molto semplice. Utilizzando questo blocco infatti è sufficiente compilare il nome del parametro che si intende valorizzare e inserire come dati di input la lista degli elementi del modello presi in esame e la lista che contiene il valore da inserire all'interno del campo dello specifico parametro. Per ogni tipo di Revit selezionato con il gruppo INPUT 2 dovranno essere predisposti tre diversi gruppi TO REVIT, rispettivamente per la compilazione di:

- parametro ID_Cost Group che rappresenta il codice del centro di costo a cui è associata la lavorazione rappresentata dall'elemento;
- parametro ID_Element che rappresenta il codice identificativo vero e proprio dell'elemento da un punto di vista tecnico-funzionale;
- parametro Cost (o in alcuni casi Cost_Instance) che rappresenta il prezzo unitario da associare alla lavorazione, ricavato da listino oppure da APU.

In *Figura 46* sono illustrati i tre gruppi TO REVIT associati ad ogni tipo appartenente ad ogni famiglia di progetto.

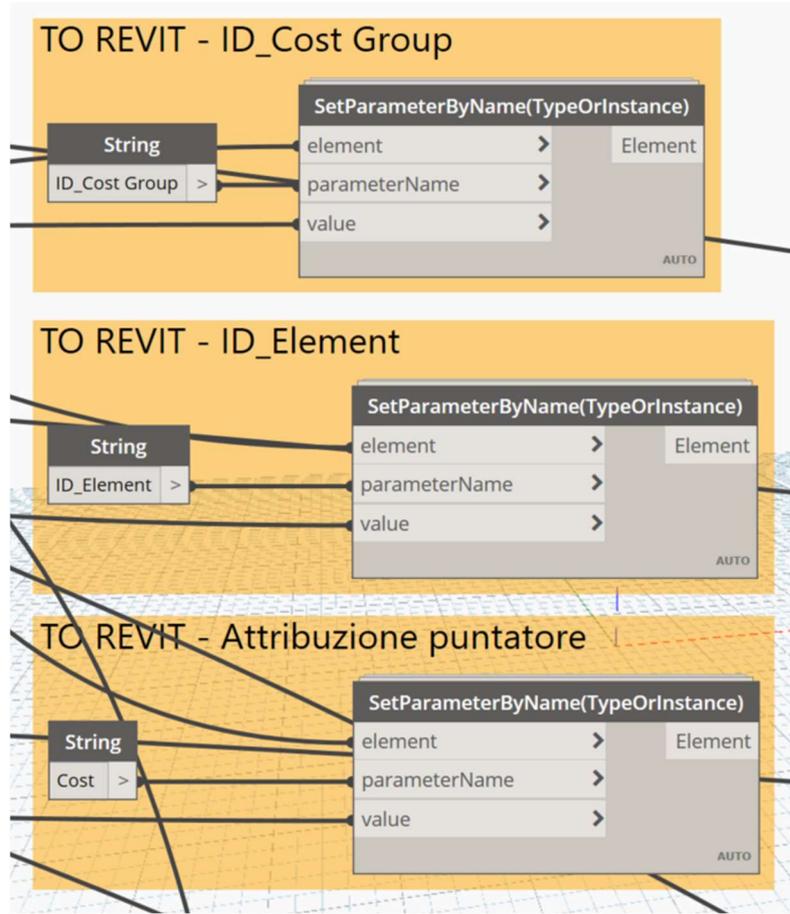


Figura 46 - Gruppo TO REVIT, valorizzazione dei parametri di progetto nel modello

PARTE 2

La seconda parte dello script è sicuramente piuttosto complessa perché ha il compito di gestire la metrica di progetto non solo da un punto di vista quantitativo ma anche qualitativo, poiché deve gestire la disaggregazione del dato economico per lavorazione e per localizzazione spaziale.

In *Figura 47* si nota come questa parte si componga di un flusso di operazioni organizzate con i seguenti gruppi (riconoscibili grazie alla colorazione attribuita):

1. Gruppo INPUT
2. Gruppo FILTER
3. Gruppo QUERIES
4. Gruppi OUTPUT

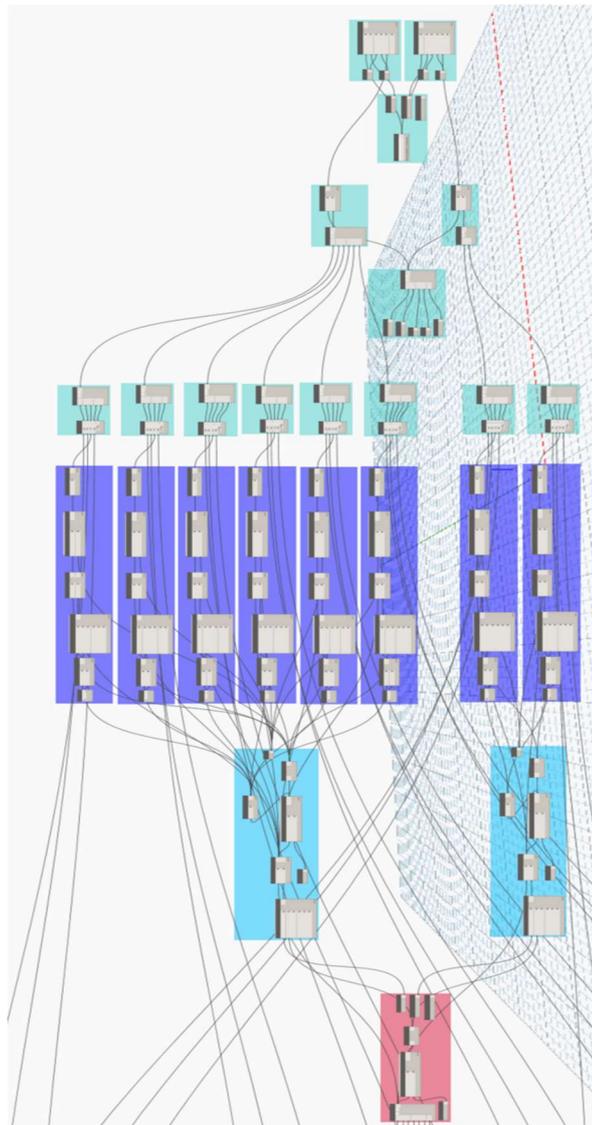


Figura 47 - Flusso di operazioni dello script parte 2

Gruppo INPUT: il primo gruppo inserito in questa parte dello script svolge una serie di operazioni di organizzazione dei dati funzionali alla creazione di un'unica lista di input per tutte le operazioni da svolgere in questa parte necessarie a condurre al completamento della procedura di preventivazione sintetica preliminare. In particolare prevede il raggruppamento in un'unica lista di tutti gli elementi del modello precedentemente selezionati per ogni singolo tipo di modellazione e codificati. Per organizzare la disaggregazione spaziale è necessario conoscere il livello di appartenenza di ogni elemento contenuto in questa lista di partenza: per condurre questa operazione risulta necessario fare nuovamente ricorso al pacchetto scaricabile Rhythm per poter utilizzare in questo caso un altro blocco denominato *GetParameterValueByName(TypeOrInstance)*. Questo blocco, a differenza di quello usato precedentemente che permetteva di compilare un parametro, consente di leggere il contenuto di un qualsiasi tipo di parametro di progetto, sia esso associato all'istanza o al tipo. Quest'operazione consente di creare una lista dei livelli a cui appartiene ogni singolo elemento, a partire dal parametro che caratterizza l'informazione del livello per la specifica categoria (nell'esempio di seguito riportato per la categoria Walls il parametro è Base Constraint, ovvero il vincolo di base) o in alternativa, a partire dal parametro ID_Location, compilato con uno script differente che verrà illustrato successivamente. In *Figura 48* viene mostrata l'organizzazione del gruppo e l'inserimento di stringhe con la scrittura corretta dei livelli, successivamente utilizzati per impostare i filtri.

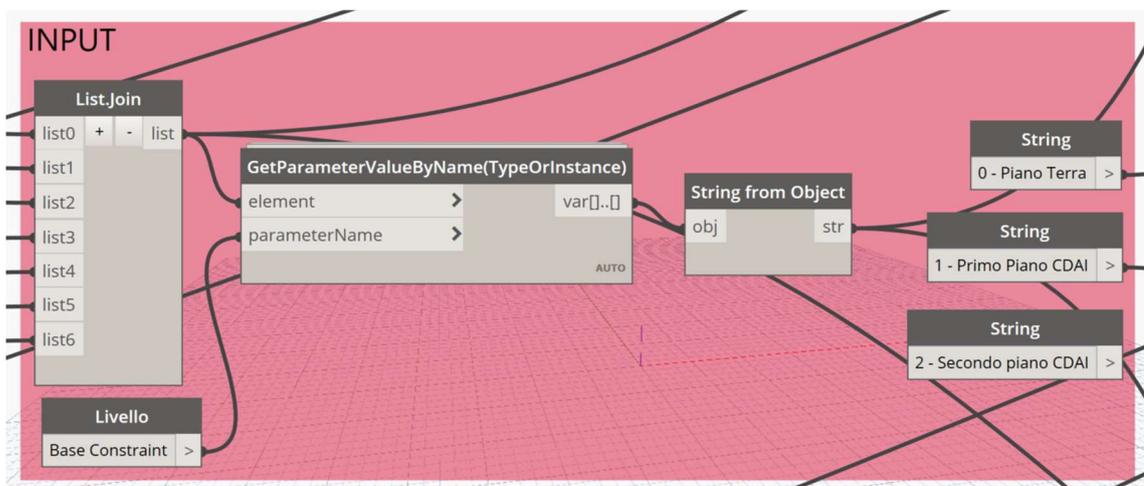


Figura 48 - Gruppo INPUT, impostazione liste di partenza da organizzare per livello

Gruppo FILTER: questo gruppo filtro è predisposto per la corretta organizzazione delle operazioni di quantificazione metrica del progetto, o quantity take-off (QTO). Utilizzando le stringhe di input predisposte nel gruppo precedente e gestendole come espressioni regolari (in questo caso il passaggio non presenta particolari criticità poiché i livelli di progetto sono pochi e la loro nomenclatura non conduce a letture critiche del dato) è possibile impostare la creazione di una maschera booleana che, come illustrato in precedenza, consenta operazioni di filtraggio sulle liste. In particolare l'operazione permetterà, a partire dalla lista completa di tutti gli elementi presi in esame per la categoria, l'estrapolazione di tutti gli elementi di modello presenti in uno specifico livello. Una volta ottenuta la lista di elementi per livello, il gruppo filtro consente di destrutturare nuovamente per lavorazione, utilizzando come discriminante per la selezione il codice ID_Element. Attraverso questo gruppo sarà possibile, ad esempio, ottenere una lista completa di tutte le partizioni verticali in cartongesso da 12 cm presenti al piano primo.

Infine viene predisposta all'interno del gruppo filtro la stringa di input che contiene il nome del parametro di progetto utilizzato per condurre le operazioni di QTO per la specifica lavorazione; nel caso dei muri ad esempio risulta piuttosto semplice perché nella quasi totalità dei casi è sufficiente fare riferimento al parametro geometrico Area. In *Figura 49* è illustrato il funzionamento del gruppo impiegato per gestire le operazioni di filtraggio delle liste di elementi.

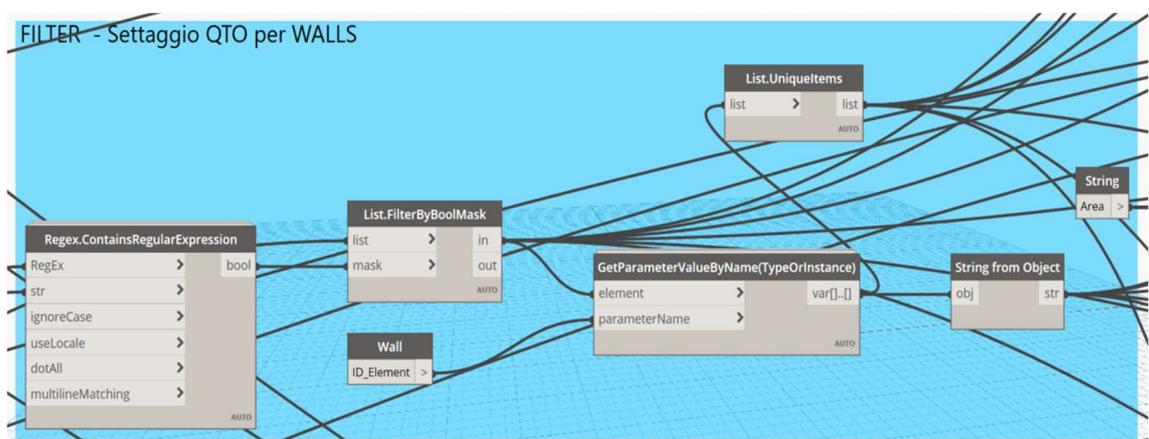


Figura 49 - Gruppo FILTER, impostazione dei filtri per livello e per lavorazione

Gruppo QUERIES: questo gruppo è probabilmente quello più importante nell'ambito dello script perché ad esso è demandata la fase di QTO di tutte le lavorazioni di progetto. Questo procedimento è infatti quello che rivela senz'altro più criticità anche in relazione alle operazioni condotte con i software BIM Authoring per il 5D che prevedono l'esportazione dei file IFC del modello. Molte lavorazioni risultano poco controllabili oppure, a causa delle tecniche di modellazione, non risulta possibile estrapolare correttamente i dati geometrici. Inoltre, se si prescinde dall'inserimento di informazioni codificate come parametri degli elementi del modello, la gestione diventa assolutamente complessa e spesso inefficace. In questo senso, l'utilizzo di Dynamo permette di inserire le operazioni di codifica degli elementi e QTO all'interno dello stesso script e condurre questo flusso di operazioni in maniera decisamente più organica e controllabile. Un ulteriore aspetto importante risiede nel fatto che nelle operazioni di elaborazione del navigatore di progetto sono state preventivamente condotte una mappatura del modello e delle analisi economiche di tutte le lavorazioni prese in esame; pertanto, in fase di progettazione e creazione dello script si è già a conoscenza, per ogni singola lavorazione, del parametro di progetto da utilizzare per le operazioni di QTO, precedentemente individuato per la parametrizzazione del prezzo unitario. I parametri a cui si fa riferimento per la computazione metrica del progetto sono quasi tutti di tipo geometrico, ovvero area, volume e lunghezza degli elementi modellati. Esistono però elementi, come ad esempio porte o finestre, che possono essere computate cadauna; per queste categorie si predispone nel gruppo QUERIES un semplice conteggio delle istanze di progetto. L'operazione di QTO mostrata in *Figura 50* si svolge sostanzialmente in tre fasi:

- filtro per codice di lavorazione (ID_Element) della lista di elementi precedentemente suddivisa per livello;
- lettura, condotta attraverso l'utilizzo del blocco *GetParameterValueByName (TypeOrInstance)*, del parametro geometrico individuato in fase di parametrizzazione della lavorazione;
- somma matematica dei parametri ricavati per ottenere il quantitativo totale da associare alla lavorazione all'interno del navigatore.

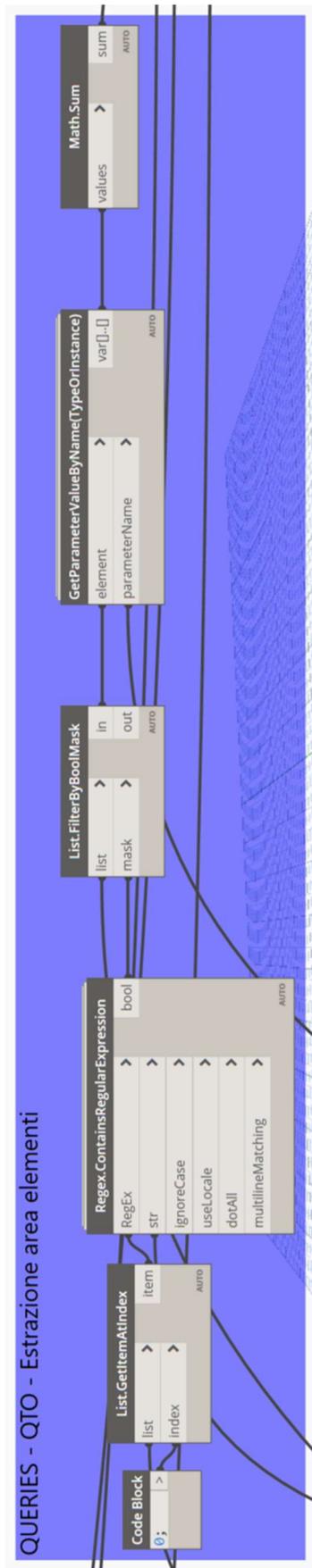


Figura 50 - Gruppo QUERIES, procedure di QTO per le lavorazioni di progetto

Gruppo OUTPUT 1: questo gruppo di output ha la funzione principale di organizzazione dei dati impostati nei gruppi precedenti ai fini di una corretta esportazione in Excel. I dati necessari in uscita per una corretta compilazione del quadro di stima saranno i seguenti, inseriti come mostrato in *Figura 51*, come stringhe di input per denominare i campi delle liste di esportazione:

- codice ID_Cost Group per l'identificazione del centro di costo a cui appartiene la lavorazione;
- codice ID_Element che rappresenta il codice identificativo dell'elemento/lavorazione;
- campo QTO che rappresenta la quantità di lavorazione presente nel modello, quantificata coerentemente all'unità di misura di parametrizzazione del prezzo unitario;
- campo P.U. che rappresenta la quotazione unitaria associata alla lavorazione, individuata in fase di analisi economica e inserita nel modello come parametro di progetto;
- campo Totale parziale che rappresenta l'importo parziale della lavorazione e viene calcolato all'interno di Dynamo come prodotto tra il parametro QTO e il P.U.

Le liste di output vengono organizzate spazialmente riaggregando tutte le liste appartenenti ad ogni livello di progetto; si otterranno quindi tre liste in uscita che corrisponderanno a piano terra, piano primo e piano secondo.

I nomi dei campi per l'organizzazione della tabella di esportazione, inseriti come stringhe di testo, vengono aggiunti alle liste disaggregate per livello attraverso l'utilizzo del blocco *List.AddItemToFront*, che inserisce il nome dei campi come primo elemento della lista; così facendo, una volta esportata in Excel, le stringhe dei campi diventeranno i titoli delle colonne di dati, permettendo un'agevole lettura del documento. In *Figura 51* è illustrata l'organizzazione del gruppo di output.

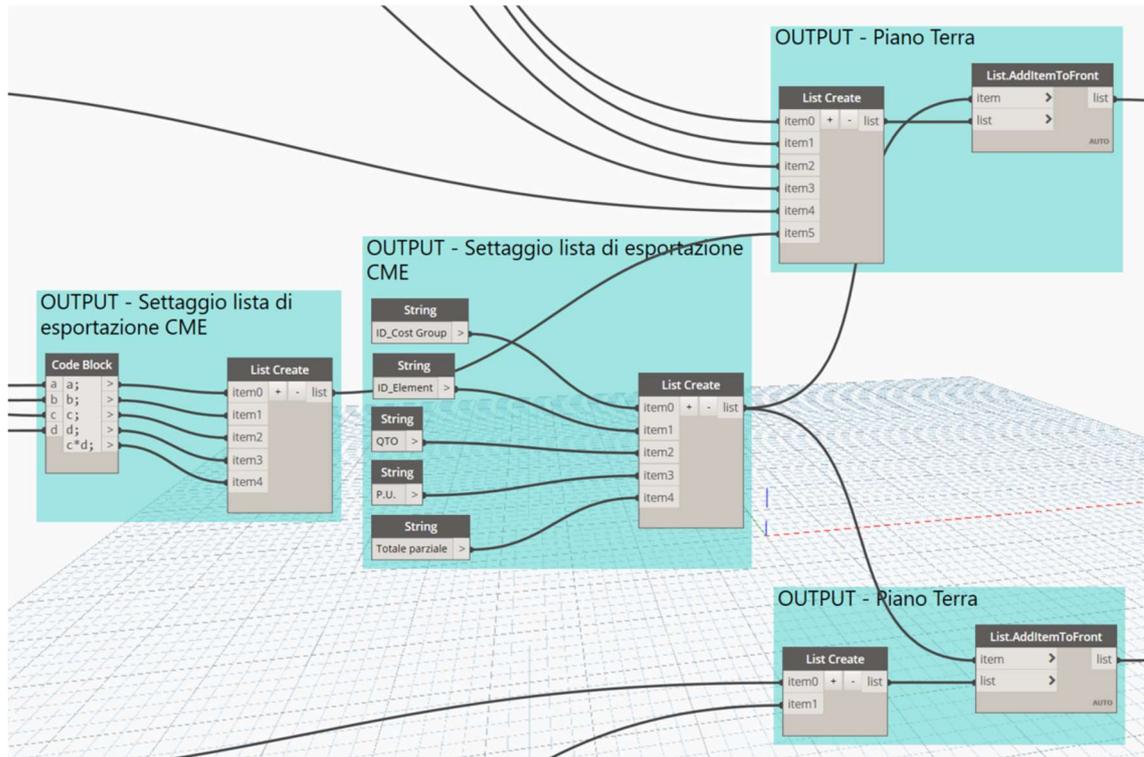


Figura 51 - Gruppo OUTPUT 1 - Organizzazione dei dati per l'esportazione della stima economica

Gruppo OUTPUT 2: questo gruppo è necessario al settaggio vero e proprio dell'esportazione dei dati in Excel. Per impostare correttamente questa fase di esportazione è necessario inserire correttamente le seguenti informazioni:

- percorso della cartella di lavoro Excel su cui scrivere i dati in uscita;
- nome dei fogli di calcolo in cui riportare i dati (in questo caso i fogli sono stati denominati come i livelli del progetto);
- numero di riga e colonna da cui partire per la scrittura dei dati;
- liste di dati precedentemente gestite e organizzate per la restituzione finale in Excel.

In *Figura 52* è mostrata l'organizzazione dell'ultimo gruppo di esportazione.

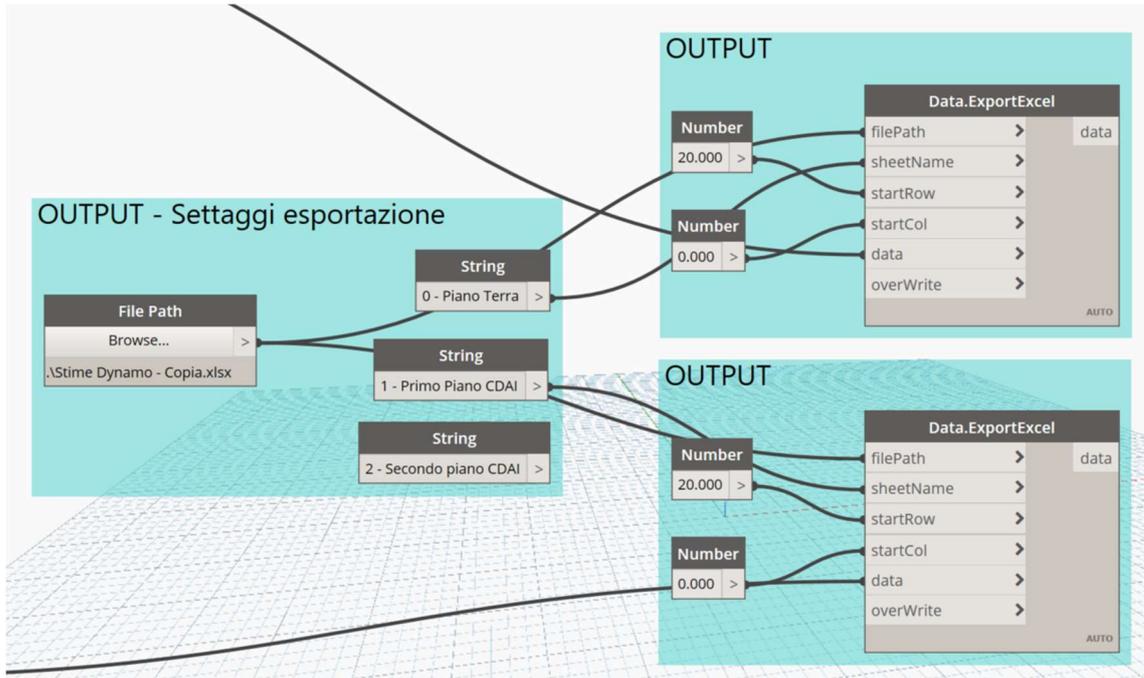


Figura 52 - Gruppo OUTPUT 2, settaggi di esportazione in Excel

3.4.3. Script per la compilazione del parametro di localizzazione

La compilazione del parametro ID_Location finalizzato alla localizzazione dell'elemento modellato è stata introdotta nei capitoli precedenti, che ne hanno visto la compilazione attraverso l'esecuzione di uno script in Dynamo Player. Questo tool, anch'esso interno alla piattaforma Revit, permette l'esecuzione di script progettati con la programmazione visuale senza entrare in ambiente Dynamo, limitandosi alla compilazione dei campi richiesti per la corretta esecuzione dello strumento. Alla base di questo applicativo però rimane uno script sviluppato in Dynamo per questo specifico scopo. La strategia di progettazione per questo script risulta a dire il vero piuttosto semplice e di immediata comprensione: l'idea è quella di utilizzare ID_Location come un semplice parametro specchio, in cui trascrivere cioè il contenuto di altri parametri di progetto. In particolare per il caso in esame verrà riportata l'indicazione del livello, con l'unica accortezza di individuare il parametro di partenza corretto per ogni categoria; ad esempio per i muri si dovrà considerare il vincolo di base, per i pavimenti semplicemente il livello.

Lo script, come mostrato in *Figura 53*, risulta molto semplice ed è composto dei seguenti gruppi:

- Gruppo INPUT – è un gruppo molto semplice e serve solo alla selezione della categoria su cui si vuole operare e del nome del parametro che indica il livello nel caso della specifica categoria;
- Gruppo QUERIES – interroga il modello per leggere l'indicazione relativa al livello per ogni elemento appartenente alla categoria;
- Gruppo TO REVIT – grazie all'utilizzo del parametro specchio ID_Location effettua la trascrizione delle informazioni rilevate dal modello nel gruppo precedente.

I blocchi in cui vengono richieste delle informazioni in entrata per il corretto funzionamento dello script, ad esempio la selezione della categoria di modellazione e il nome del parametro in cui è contenuto il livello, vengono contrassegnati come *As Input*, per poterli editare ad ogni esecuzione attraverso Dynamo Player, senza la necessità di riaprire la parte grafica dello script.

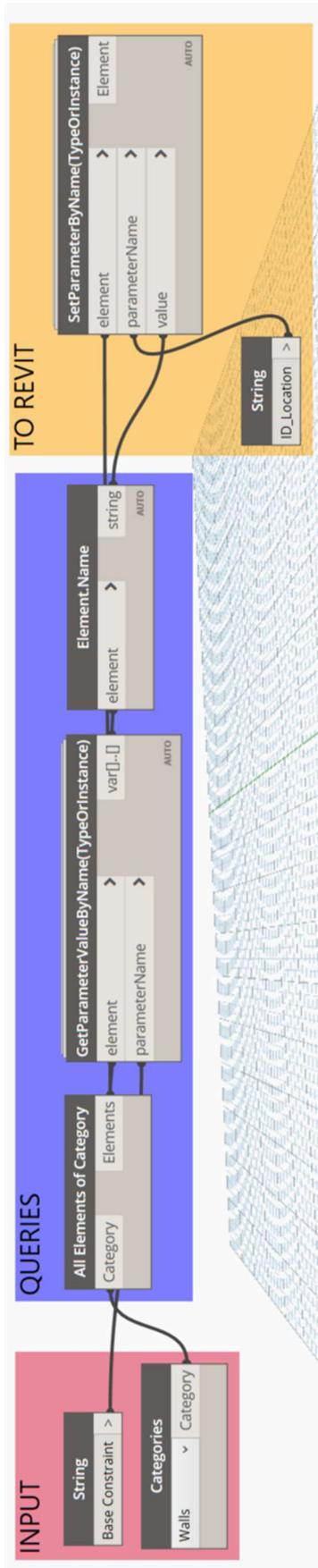


Figura 53 - Script per la compilazione del parametro ID_Location

3.4.4. Script per il quantity take-off di elementi complessi

Le tecniche di modellazione dei vari elementi tecnici non sono sempre di semplice lettura; può succedere che categorie e famiglie vengano utilizzate impropriamente rispetto alla loro denominazione e al loro impiego principale perché risultano l'elemento che meglio si adatta a specifici casi di modellazione complessa.

In questi casi risulta necessario effettuare un assestamento di tipo manuale alle operazioni di QTO; anche nel caso in cui si fosse deciso di utilizzare un IFC queste quantità si sarebbero dovute misurare sul modello e riportare manualmente in STR Vision solo in un secondo momento.

Anche nella procedura di preventivazione eseguita con lo script in Dynamo queste situazioni rappresentano un problema, poiché questi elementi potrebbero restituire caratteristiche geometriche nulle. All'interno del progetto si presentano una serie di casistiche che assumono delle criticità in fase di QTO; per alcuni casi, come ad esempio quello dei tendaggi, il problema si è risolto operando una stima cadauno delle lavorazioni o in alternativa una quotazione "a corpo" degli elementi.

Un caso in cui si è reso necessario procedere invece ad un assestamento manuale del QTO di progetto è rappresentato dagli elementi di rivestimento della copertura; si tratta di pannelli di rivestimento che costituiscono la finitura del pacchetto a secco della copertura dell'edificio.

Questi elementi sono stati modellati utilizzando la categoria dei Pannelli di facciata continua, posizionandoli come elementi inclinati sulla stratigrafia ricompresa nella categoria Tetti.

L'esecuzione dello script di computazione ha fornito un risultato di area nulla per questi elementi, che chiaramente non è corretto; si è deciso di quotare all'interno del modello le dimensioni del pannello e pervenire alla loro superficie totale attraverso il prodotto tra l'area del singolo pannello e il numero di pannelli modellati. Un'alternativa a questo procedimento totalmente manuale è ricercabile in Dynamo, attraverso l'impostazione di uno script, mostrato nella sua globalità in *Figura 54*.

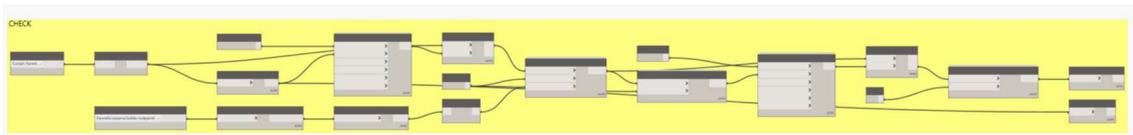


Figura 54 - Script per il calcolo dell'area di elementi di rivestimento della copertura

Lo script è strutturato come un Gruppo CHECK poiché la sua finalità è quella di controllo su una serie di misurazioni effettuate. All'interno del gruppo però si collocano una serie di passaggi distinti; la prima parte, mostrata in *Figura 55*, ha la finalità di effettuare una doppia selezione degli elementi sui cui far insistere lo script. La prima è una semplice selezione degli elementi su cui operare a partire dalla categoria, la seconda è una selezione a partire dalla famiglia e dal tipo al fine di individuare l'orientamento di questi elementi nello spazio.

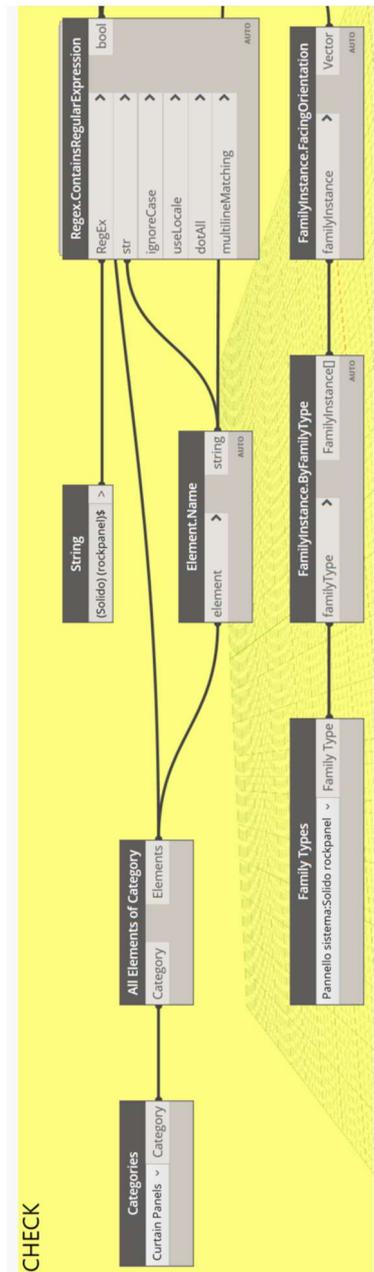


Figura 55 - Selezione delle istanze e dell'orientamento degli elementi della famiglia

La seconda parte dello script utilizza, come illustrato in precedenza, la logica della creazione di un parametro specchio in cui trascrivere, sotto forma di stringa di testo, il vettore che contiene l'orientamento dei pannelli. A valle di questa operazione si predispone un filtro dei soli pannelli di facciata continua inclinata poiché si può individuare la condizione del valore di "z" diverso da zero.

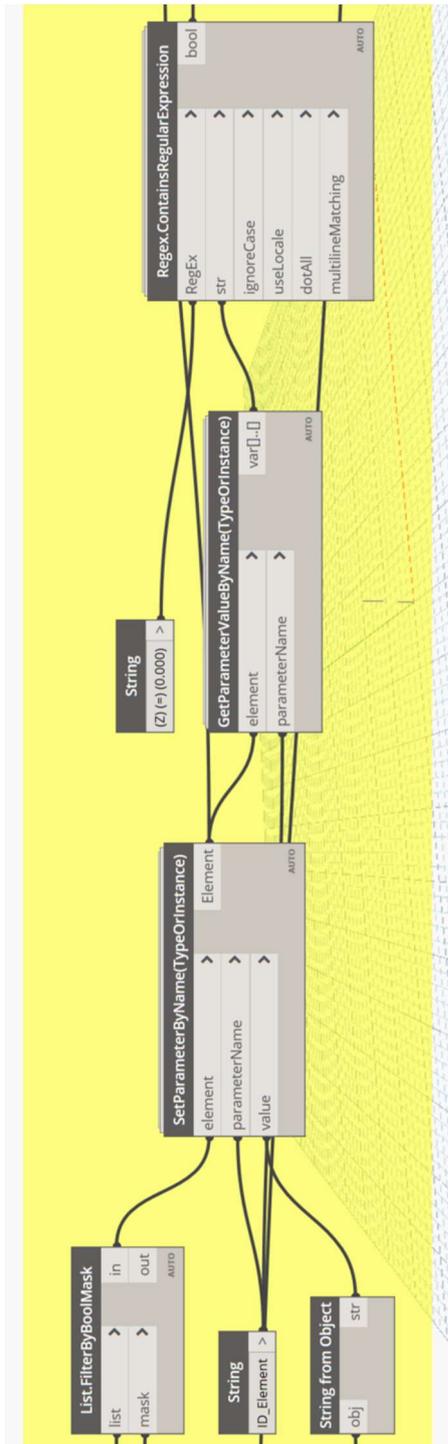


Figura 56 - Impostazione della selezione dei soli pannelli inclinati

L'ultima parte, una volta individuati correttamente i soli pannelli che costituiscono il rivestimento della copertura, permette di effettuare a questo punto la vera a propria operazione di QTO andando ad estrarre le aree dei singoli pannelli e facendone una somma matematica, come mostrato in *Figura 57*.

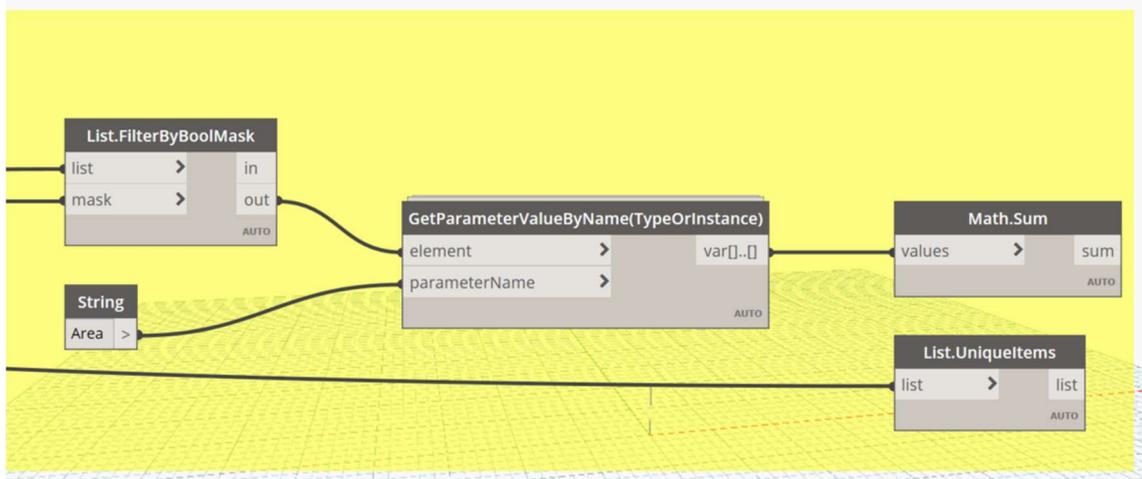


Figura 57 - Processo di QTO sui pannelli di rivestimento della copertura

Il rivestimento della copertura presenta una superficie di circa 200 metri quadrati; rispetto al conteggio fatto manualmente, il risultato ottenuto attraverso lo script differisce di un quantitativo davvero ridotto di circa 0,3 metri quadrati. La stima è stata condotta comunque con il dato estratto da Dynamo.

3.4.5. Script per la gestione e il quantity take-off delle parti

L'ultimo script prodotto riguarda la gestione delle parti di una stratigrafia: analogamente a quanto fatto per i sistemi di codifica, anche nel caso delle procedure di estrazione delle quantità e delle operazioni condotte con Dynamo, l'elemento tecnico di involucro verticale opaco è stato trattato secondo la duplice chiave di lettura della stratigrafia e le sue parti. Nel caso della stratigrafia modellata in quanto tale infatti è possibile condurre delle operazioni di codifica ed estrazione dati sull'involucro direttamente a partire dalla categoria di appartenenza; quindi è stato utilizzato lo script per la preventivazione dei muri. Quando invece trattiamo gli strati funzionali essi non vengono più letti come muri, ma la loro categoria in Revit diventa quella delle parti; questa categoria non è semplice da gestire perché non mantiene inalterate tutte le informazioni di provenienze e poiché si perde il nome del tipo di Revit, che è risultato invece fondamentale nelle operazioni di selezione elementi e filtro all'interno dello script per la preventivazione. Pertanto la logica su cui è stato impostato il flusso di lavoro è quella di utilizzare il materiale di cui la parte è costituita come discriminante per la selezione degli elementi desiderati e l'attribuzione dei parametri.

Ai fini di ottenere una adeguata gestione della categoria parti, lo script è stato articolato in quattro gruppi, che si possono suddividere in due fasi.

La prima fase, come mostrato in *Figura 58*, si articola in:

- Gruppo INPUT – permette di individuare tutti gli elementi che appartengono alla categoria delle parti e, attraverso i blocchi utili alla lettura dei parametri sul modello, individuarne per ognuna il nome attribuito al materiale di cui sono costituite;
- Gruppo CHECK - viene inserito solo cautelativamente per effettuare dei controlli sugli elementi selezionati in entrata allo script sui quali si vanno ad effettuare delle operazioni. Una logica utile per assicurarsi di considerare le parti corrette è stata individuata nella lettura del parametro *Original Type*. Questa informazione permette di conoscere il tipo di Revit da cui la parte è stata originata. In questo caso, piuttosto semplice, è sufficiente assicurarsi

che tutte le istanze su cui si effettuano delle operazioni attraverso lo script derivino dal tipo con cui è stato modellato l'involucro verticale opaco.

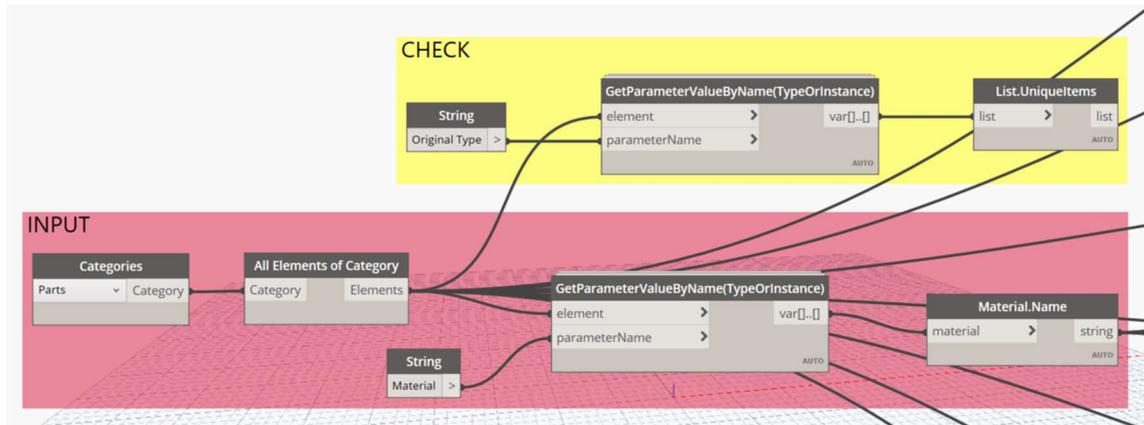


Figura 58 - Script per la gestione delle parti, selezione dati in entrata

La seconda parte dello script, come mostrato in **Figura 59**, si articola invece in:
 Gruppo FILTER – a partire dalla lista di parti individuate e dal relativo materiale costituente, vengono filtrati uno ad uno i materiali che costituiscono tutti gli elementi della stratigrafia. Come sempre in questi casi, il nome del materiale deve essere correttamente inserito sotto forma di espressione regolare;
 Gruppo QUERIES – svolte il processo di QTO in maniera piuttosto simile a quanto fatto in precedenza per le altre categorie di modellazione.

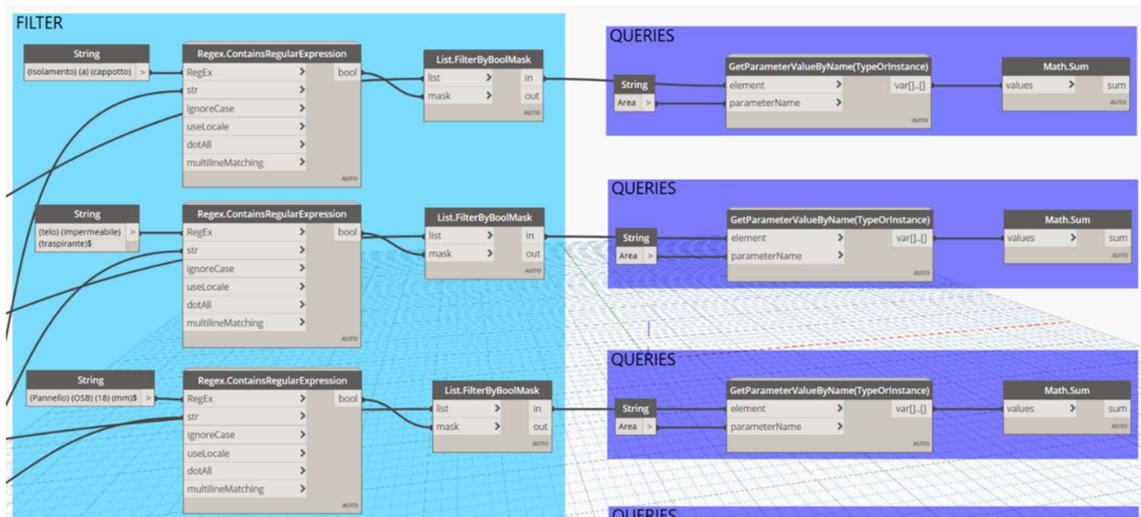


Figura 59 - Script per la gestione delle parti, operazioni di QTO

4. Gestione completa dell'informazione del 5D

4.1. Utilizzo del navigatore di Progetto

4.1.1. Navigatore del Progetto

Al termine delle fasi illustrate nel capitolo precedente, si giunge all'impostazione finale del navigatore di progetto che contiene una serie di informazioni fondamentali per la gestione del modello e degli aspetti legati alle analisi economiche condotte sull'edificio. I contenuti dello strumento di gestione informativa del progetto ottenuto a questo punto sono i seguenti:

- codice del gruppo di costo, associato ad ogni elemento per stabilirne l'appartenenza ad un centro di costo;
- codice della lavorazione, associato ad ogni elemento per descriverlo compiutamente da un punto di vista tecnico-funzionale. A questo codice, che identifica la lavorazione, è associabile il prezzo;
- codice di localizzazione, per poter disaggregare le informazioni da un punto di vista spaziale. In questo caso corrisponde al livello dell'edificio in cui si trova l'elemento modellato
- indicazioni rispetto alle informazioni degli elementi del modello 3D. In particolare si riportano la categoria, la famiglia e il tipo dell'elemento in esame;
- descrizione breve della lavorazione
- codice del listino di riferimento o dell'analisi dei prezzi da cui si è ricavato il prezzo unitario;
- unità di misura di riferimento per la parametrizzazione del prezzo;
- prezzo unitario della lavorazione;
- quantità di riferimento della lavorazione;
- importo parziale della lavorazione, calcolato come prodotto tra il prezzo unitario e il QTO effettuato da modello.

Di seguito è rappresentato, a titolo esemplificativo, un estratto del navigatore ottenuto per il progetto architettonico in *Figura 60*. Per la visualizzazione completa dei navigatori si rimanda all'**Appendice B** del presente elaborato.

GESTIONE INFORMATIVA DEL PROGETTO												
Codice centro di costo	Codice Lavoratori	Codice localizzatori	Categoria	Revit Type	Descrizione	Codice Listino/Anni prezzo	Prezzo unit	Parametric	Parametro	QTO	Importo lavoratori	Voce estesa di listino/appliato
012.07.020.000	04.22.03.00.00	SE	Muri	Muro Esterno - 30 cm	Finizione esterna in muratura sp. 30 cm	01A05.030.005	415,71	V	Volume	312,3	12.978,251	Muratura per qualsiasi opera sia in piano che in curva e di qualunque spessore
012.04.020.00	E2000.CV01	0 - Piano Terra	Muri	Muro Esterno 35,5 cm prog	Sistema di chiusura verticale opaca posato a secco, sp. 35,5 cm	AP.01	95,001	A	Area	203,68	3174,081	Sistema di chiusura verticale opaca messo in opera con tecnologia a secco
012.04.020.00	E2000.CV01	1 - Primo Piano CDAI	Muri	Muro Esterno 35,5 cm prog	Sistema di chiusura verticale opaca posato a secco, sp. 35,5 cm	AP.01	95,001	A	Area	184,19	28.723,841	Sistema di chiusura verticale opaca messo in opera con tecnologia a secco
012.04.020.00	B2000.CV01	0 - Piano Terra	Muri	Muro Esterno - 35,5 cm prog	Partizione interna a secco in cartongesso sp. 12 cm	01A06.560.005	95,001	A	Area	52,78	6.223,681	Sistema di chiusura verticale opaca messo in opera con tecnologia a secco
012.04.020.00	B2000.CV01	0 - Piano Terra	Muri	Disinso interno - 12 cm prog	Partizione interna a secco in cartongesso sp. 12 cm	01A06.560.005	39,291	A	Area	144,58	5.680,951	Esecuzione di tramezzi mediante formatura e posa in opera di parete diviso
012.04.020.00	B2000.CV01	1 - Primo Piano CDAI	Muri	Disinso interno - 12 cm prog	Partizione interna a secco in cartongesso sp. 12 cm	01A06.560.005	39,291	A	Area	143,95	5.603,001	Esecuzione di tramezzi mediante formatura e posa in opera di parete diviso
012.04.020.00	B2000.CV01	1 - Primo Piano CDAI	Muri	pannelli legno	Pannelli legno - 20 mm spessore	01A07.030.005	43,901	A	Area	22,75	993,351	Formatura e posa in opera di pannelli prefabbricati tipo "Pockalpane" in lana di roccia
012.04.020.00	B2000.CV01	1 - Primo Piano CDAI	Muri	pannelli acciaio	Pannelli acciaio - 20 mm spessore	01A07.030.005	43,901	A	Area	22,75	993,351	Formatura e posa in opera di pannelli prefabbricati tipo "Pockalpane" in lana di roccia
012.04.020.00	B2000.CV01	0 - Piano Terra	Muri	verate prog	Facciata continua a montanti e traversi	AP.03	800,001	A	Area	75,32	60.252,001	Sistema di facciata continua a montanti e traversi in alluminio spuntati su struttura in acciaio
012.04.020.00	B2000.CV01	0 - Piano Terra	Muri	verate prog	Facciata continua a montanti e traversi	AP.03	800,001	A	Area	75,32	60.252,001	Sistema di facciata continua a montanti e traversi in alluminio spuntati su struttura in acciaio
012.02.030.030	03.11.01.00.00	0 - Piano Terra	Pavimenti	Vespale arato	Vespale arato con getto di complementario	03.A05.B01.035	17,321	A	Area	138,32	8.381,451	Realizzazione di vespale arato costituito da un getto di calcestruzzo malta
012.04.040.00	B1000.CD02	0 - Piano Terra	Pavimenti	Solaio controterra_prog	Pacchetto soletto controterra con pavimento in legno	AP.04	193,001	A	Area	204,38	39.391,141	Realizzazione di vespale arato costituito da un getto di calcestruzzo malta
012.04.040.00	B1000.CD01	1 - Primo Piano CDAI	Pavimenti	Solaio interpiano_prog	Pacchetto soletto interpiano a secco con pavimento in legno	AP.05	242,501	A	Area	182,88	39.498,401	Sistema di partizione orizzontale opaca messo in opera con tecnologia a secco
012.04.040.00	B1000.CD01	1 - Primo Piano CDAI	Pavimenti	Solaio passerella	Pacchetto soletto interpiano a secco con pavimento in legno	AP.05	242,501	A	Area	182,88	39.498,401	Sistema di partizione orizzontale opaca messo in opera con tecnologia a secco
012.04.040.00	B1000.CD02	2 - Secondo piano CDAI	Pavimenti	Solaio sottotetto	Pacchetto soletto sottotetto a secco	AP.06	95,001	A	Area	161,44	15.328,501	Sistema di partizione orizzontale opaca messo in opera con tecnologia a secco
012.04.040.00	B1000.CD02	2 - Secondo piano CDAI	Pavimenti	Solaio sottotetto	Pacchetto soletto sottotetto a secco	AP.06	95,001	A	Area	161,44	15.328,501	Sistema di partizione orizzontale opaca messo in opera con tecnologia a secco
012.04.040.00	B1000.CD02	0 - Piano Terra	Porte	porta scorrevole a due ante 235x220	Porta vetrata scorrevole a due ante dim. 235x220 cm	AP.07	1.795,001	CAD	Conteggio	1,00	1.795,001	Formatura e posa in opera di porta scorrevole in vetro delle dimensioni di 235x220 cm
012.04.040.00	B1000.CD02	0 - Piano Terra	Porte	Porta Una Ansa - Traversa (1): 120 x 230 cm	Porta vetrata ad un'ansa dim. 120 x 230 cm	AP.08	1.305,501	CAD	Conteggio	1,00	1.305,501	Formatura e posa in opera di porta ad un'anta battente in vetro temperato di 120x230 cm
012.04.020.050	B1000.CD02	0 - Piano Terra	Porte	Porta Una Ansa - Traversa (1): 120 x 230 cm 2	Porta vetrata ad un'ansa dim. 120 x 230 cm 2	AP.09	1.305,501	CAD	Conteggio	2,00	2.611,001	Formatura e posa in opera di porta ad un'anta battente in vetro temperato di 120x230 cm
012.04.040.00	B1000.CD02	0 - Piano Terra	Porte	Porta - 1 Ansa 30x20 cm zstura	Porta interna in legno a battente dim. 30x20 cm	01A17.B80.025	355,271	A	Area	1,89	671,461	Porte interne tamburate, avverti investimento sulle due facce dello spessore di 30x20 cm
012.04.040.00	B1000.CD02	0 - Piano Terra	Porte	Porta - 1 Ansa 30x20 cm zstura	Porta interna in legno a battente dim. 30x20 cm	01A17.B80.025	355,271	A	Area	1,89	671,461	Porte interne tamburate, avverti investimento sulle due facce dello spessore di 30x20 cm
012.04.040.00	B1000.CD02	0 - Piano Terra	Porte	Porta - 1 Ansa 30x20 cm prog	Porta interna in legno a battente dim. 30x20 cm	01A17.B80.025	355,271	A	Area	1,89	671,461	Porte interne tamburate, avverti investimento sulle due facce dello spessore di 30x20 cm
012.04.040.00	B1000.CD02	0 - Piano Terra	Porte	Porta - 1 Ansa 30x20 cm prog	Porta interna in legno a battente dim. 30x20 cm	01A17.B80.025	355,271	A	Area	1,89	671,461	Porte interne tamburate, avverti investimento sulle due facce dello spessore di 30x20 cm
012.04.040.00	B1000.CD02	0 - Piano Terra	Porte	Porta - 1 Ansa 30x20 cm prog aralone	Porta interna in legno a battente dim. 30x20 cm	01A17.B80.025	355,271	A	Area	1,89	671,461	Porte interne tamburate, avverti investimento sulle due facce dello spessore di 30x20 cm
012.04.040.00	B1000.CD02	0 - Piano Terra	Porte	Porta - 1 Ansa 30x20 cm prog blu	Porta interna in legno a battente dim. 30x20 cm	01A17.B80.025	355,271	A	Area	1,89	671,461	Porte interne tamburate, avverti investimento sulle due facce dello spessore di 30x20 cm
012.04.040.00	B1000.CD02	0 - Piano Terra	Porte	Porta - 1 Ansa 30x20 cm prog marrone	Porta interna in legno a battente dim. 30x20 cm	01A17.B80.025	355,271	A	Area	1,89	671,461	Porte interne tamburate, avverti investimento sulle due facce dello spessore di 30x20 cm
012.04.040.00	B1000.CD02	0 - Piano Terra	Porte	Porta - 1 Ansa 30x20 cm prog gialla	Porta interna in legno a battente dim. 30x20 cm	01A17.B80.025	355,271	A	Area	1,89	671,461	Porte interne tamburate, avverti investimento sulle due facce dello spessore di 30x20 cm
012.04.040.00	B1000.CD02	0 - Piano Terra	Porte	Porta - 1 Ansa 30x20 cm prog verde-chiaro	Porta interna in legno a battente dim. 30x20 cm	01A17.B80.025	355,271	A	Area	1,89	671,461	Porte interne tamburate, avverti investimento sulle due facce dello spessore di 30x20 cm
012.04.040.00	B1000.CD02	0 - Piano Terra	Porte	Porta - 1 Ansa 30x20 cm prog verde scuro	Porta interna in legno a battente dim. 30x20 cm	01A17.B80.025	355,271	A	Area	1,89	671,461	Porte interne tamburate, avverti investimento sulle due facce dello spessore di 30x20 cm
012.04.040.00	B1000.CD02	0 - Piano Terra	Porte	Porta - 1 Ansa 30x20 cm prog vello	Porta interna in legno a battente dim. 30x20 cm	01A17.B80.025	355,271	A	Area	1,89	671,461	Porte interne tamburate, avverti investimento sulle due facce dello spessore di 30x20 cm
012.04.040.00	B1000.CD02	0 - Piano Terra	Porte	Scorrevole - Vetro 100 x 210 cm	Porta scorrevole in legno e vetro dim. 100x210 cm	AP.10	994,501	CAD	Conteggio	1,00	994,501	Formatura e posa in opera di porta scorrevole in legno e vetro delle dimensioni di 100x210 cm
012.04.040.00	B1000.CD02	0 - Piano Terra	Finestre	Finestra due ante con persiane ss	Finestra due ante con persiane dim. 120x85 cm	AP.11	139,501	CAD	Conteggio	1,00	139,501	Formatura e posa in opera di Serramenti metallici esterni, completi di telaio e di accessori, in alluminio anodizzato, con persiane in PVC, di tipo "Pockalpane"
012.04.040.00	B1000.CD02	0 - Piano Terra	Finestre	Finestra due ante con persiane ss	Finestra due ante con persiane dim. 120x85 cm	AP.11	139,501	CAD	Conteggio	1,00	139,501	Formatura e posa in opera di Serramenti metallici esterni, completi di telaio e di accessori, in alluminio anodizzato, con persiane in PVC, di tipo "Pockalpane"
012.04.040.00	B1000.CD02	0 - Piano Terra	Finestre	Finestra due ante con persiane ss	Finestra due ante con persiane dim. 210x85 cm	AP.12	139,501	CAD	Conteggio	1,00	139,501	Formatura e posa in opera di Serramenti metallici esterni, completi di telaio e di accessori, in alluminio anodizzato, con persiane in PVC, di tipo "Pockalpane"
012.04.040.00	B1000.CD02	0 - Piano Terra	Finestre	Finestra due ante con persiane ss	Finestra due ante con persiane dim. 210x85 cm	AP.12	139,501	CAD	Conteggio	1,00	139,501	Formatura e posa in opera di Serramenti metallici esterni, completi di telaio e di accessori, in alluminio anodizzato, con persiane in PVC, di tipo "Pockalpane"
012.04.020.070	B1000.CD02	0 - Piano Terra	Finestre	Finestra un'anta con persiane ss	Finestra un'anta con persiane dim. 70x165 cm	AP.13	104,001	CAD	Conteggio	10,00	1.040,001	Formatura e posa in opera di Serramenti metallici esterni, completi di telaio e di accessori, in alluminio anodizzato, con persiane in PVC, di tipo "Pockalpane"
012.04.020.040	B1000.CD02	1 - Primo Piano CDAI	Finestre	Finestra un'anta con persiane ss	Finestra un'anta con persiane dim. 70x165 cm	AP.13	104,001	CAD	Conteggio	10,00	1.040,001	Formatura e posa in opera di Serramenti metallici esterni, completi di telaio e di accessori, in alluminio anodizzato, con persiane in PVC, di tipo "Pockalpane"
012.04.030.000	B3000.CD01	2 - Secondo piano CDAI	Tetti	Copertura coltellata ventilata acciaio_prog	Realimento di copertura isolata a secco	AP.14	104,001	CAD	Conteggio	200,65	20.867,201	Formatura e posa in opera di pannelli prefabbricati tipo "Pockalpane" in lana di roccia
012.04.030.000	B3000.CD01	2 - Secondo piano CDAI	Tetti	Veranda in lana di roccia_prog	Realimento di copertura con pannelli tipo "Pockalpane"	AP.15	43,901	A	Area	203,68	9.095,421	Formatura e posa in opera di pannelli prefabbricati tipo "Pockalpane" in lana di roccia
012.04.030.030	B3000.CD01	2 - Secondo piano CDAI	Tetti	Veranda in acciaio_prog	Copertura in acciaio vetrata con struttura in acciaio passo 15 m	AP.16	650,501	A	Area	56,91	37.093,961	Sistema di copertura realizzato con facciata continua a montanti e traversi

Figura 60 - Estratto esemplificativo del navigatore del progetto architettonico

4.1.2. Analisi critica dello strumento

Questo paragrafo sottopone lo strumento di gestione informativa del progetto ad un'analisi critica, che sviluppa gli aspetti più complessi e controversi della metodologia, su cui verranno tratte, a valle di tutto il lavoro svolto, delle considerazioni conclusive. In particolare si occupa di indagare il metodo secondo quanto riportato nello schema in *Figura 61*.

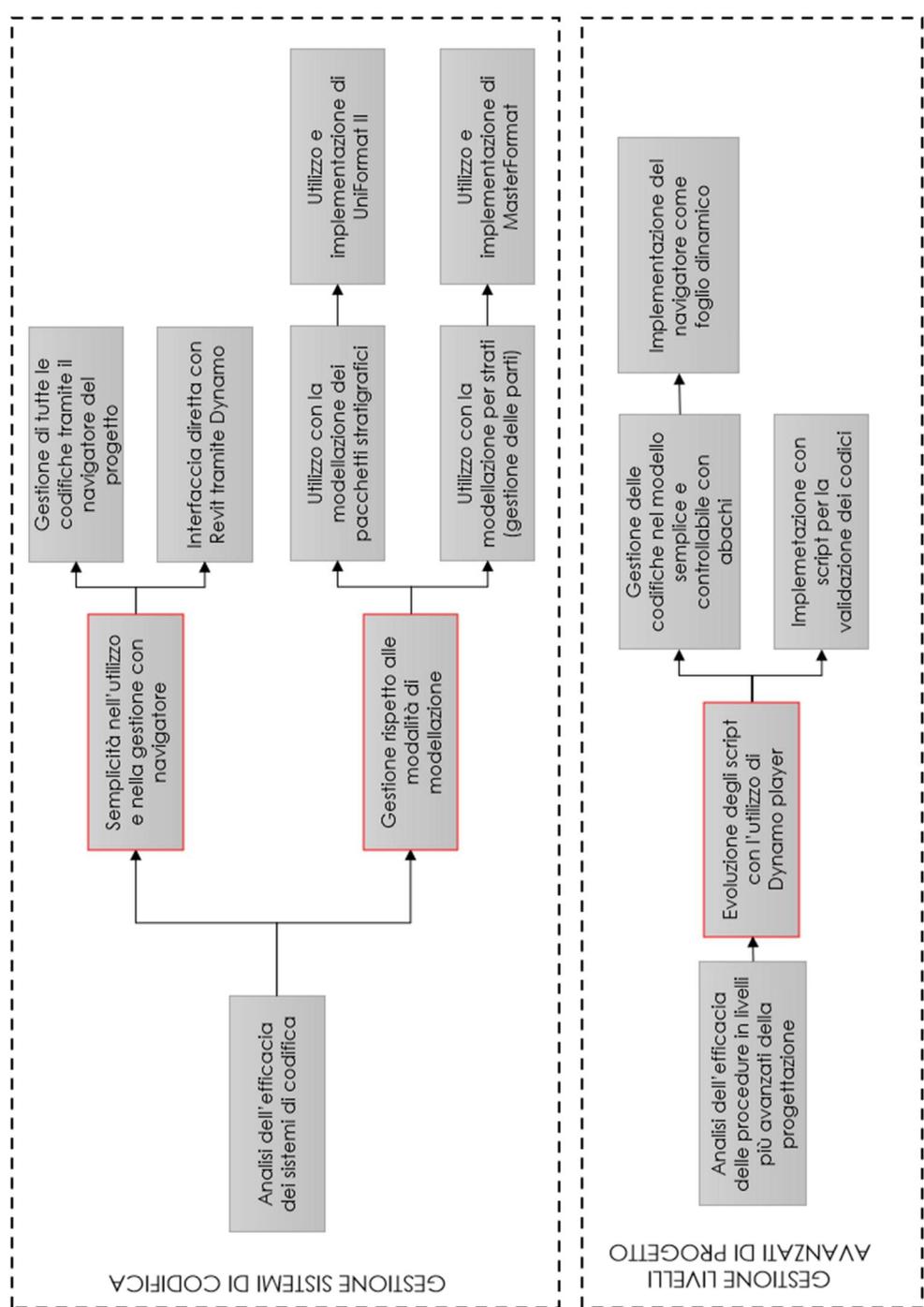


Figura 61 - Analisi di aspetti critici su cui effettuare riflessioni conclusive del lavoro

4.1.3. Elaborazione del Quadro di stima economica

Questa sezione presenta il quadro di stima economica preliminare ottenuto come rielaborazione del navigatore di progetto, che evidenzia la suddivisione nei centri di costo riportati in codifica ICMS in *Figura 62* e completa la stima con l'analisi ABC precedentemente introdotta.

QUADRO DI STIMA RIEPILOGATIVO PER CENTRI DI COSTO		
01 2	Building - Construction Costs (CC)	908.104,93 €
01 2 02	Substructure	16.381,45 €
01 2 02 030	Basement sides and bottom	16.381,45 €
01 2 02 030 030	Bottom slabs and blinding	16.381,45 €
01 2 03	Structure	160.396,13 €
01 2 03 020	Basement suspended floors (up to top of ground floor slabs)	46.013,68 €
01 2 03 020 020	Beams and slabs	43.569,68 €
01 2 03 020 030	Staircases	2.444,00 €
01 2 03 030	Frames and slabs (above top of ground floor slabs)	114.382,45 €
01 2 03 030 010	Structural walls and columns	56.759,59 €
01 2 03 030 020	Upper floor beams and slabs	57.622,86 €
01 2 04	Architectural works Non-structural works	481.622,87 €
01 2 04 020	External elevations	266.591,15 €
01 2 04 020 010	Non-structural external walls and features	68.741,40 €
01 2 04 020 030	Facade cladding and curtain walls	159.893,25 €
01 2 04 020 040	External windows	34.289,00 €
01 2 04 020 050	External doors	3.667,50 €
01 2 04 030	Roof finishes, skylights and landscaping (including waterproofing and insulation)	67.943,98 €
01 2 04 030 010	Roof finishes	67.943,98 €
01 2 04 040	Internal divisions	126.596,73 €
01 2 04 040 010	Non-structural internal walls and partitions	11.540,65 €
01 2 04 040 060	Internal doors	17.524,21 €
01 2 04 040 100	*Internal architectural slab	97.531,87 €
01 2 04 050	Fittings and sundries	20.491,01 €

01 2 04 050 010	Balustrades, railings and handrails	20.491,01 €
01 2 05	Services and equipment	61.710,00 €
01 2 05 100	Movement systems	61.710,00 €
01 2 05 100 010	Lifts elevators	61.710,00 €
01 2 07	External and ancillary works	187.994,49 €
01 2 07 020	Site enclosures and divisions	23.346,75 €
01 2 07 020 000	Site enclosures and divisions	23.346,75 €
01 2 07 040	Roads and paving	118.774,48 €
01 2 07 040 000	Roads and paving	118.774,48 €
01 2 07 050	Landscaping (hard and soft)	45.873,26 €
01 2 07 050 000	Landscaping (hard and soft)	45.873,26 €

Figura 62 - Quadro di stima preliminare organizzato per centri di costo

Di seguito in *Figura 63* si riportano i passaggi conclusivi dell'analisi ABC necessaria alla finalizzazione del calcolo del costo di costruzione dell'edificio del caso studio; considerata la fase preliminare in cui si contestualizza la stima economica, viene prevista anche una contingency pari al 5% del valore delle opere.

Preventivazione preliminare del costo di costruzione	
Valore A B Progetto architettonico (70% + 20%)	750.152,80 €
Valore A B Progetto strutturale (70% + 20%)	157.952,13 €
Valore C (10%)	90.810,49 €
Valore di stima (A+B+C)	998.915,43 €
Contingency (5%)	49.945,77 €
Valore totale di stima	1.048.861,20 €

Figura 63 - Analisi ABC e stima del costo di costruzione

5. Confronto e verifica di attendibilità del risultato ottenuto

Questo capitolo illustra la fase di validazione del metodo, attraverso una verifica di attendibilità del risultato ottenuto. Per poter effettuare questo controllo si procede attraverso l'esportazione di un file IFC, successivamente utilizzato come base per la strutturazione di un preventivo in STR Vision CPM. Infine si analizza il dato ottenuto per verificarne lo scostamento percentuale rispetto al risultato derivante dall'uso del navigatore di progetto e della programmazione visuale.

In *Figura 64*, è rappresentato in forma schematica il processo di verifica di attendibilità del dato.

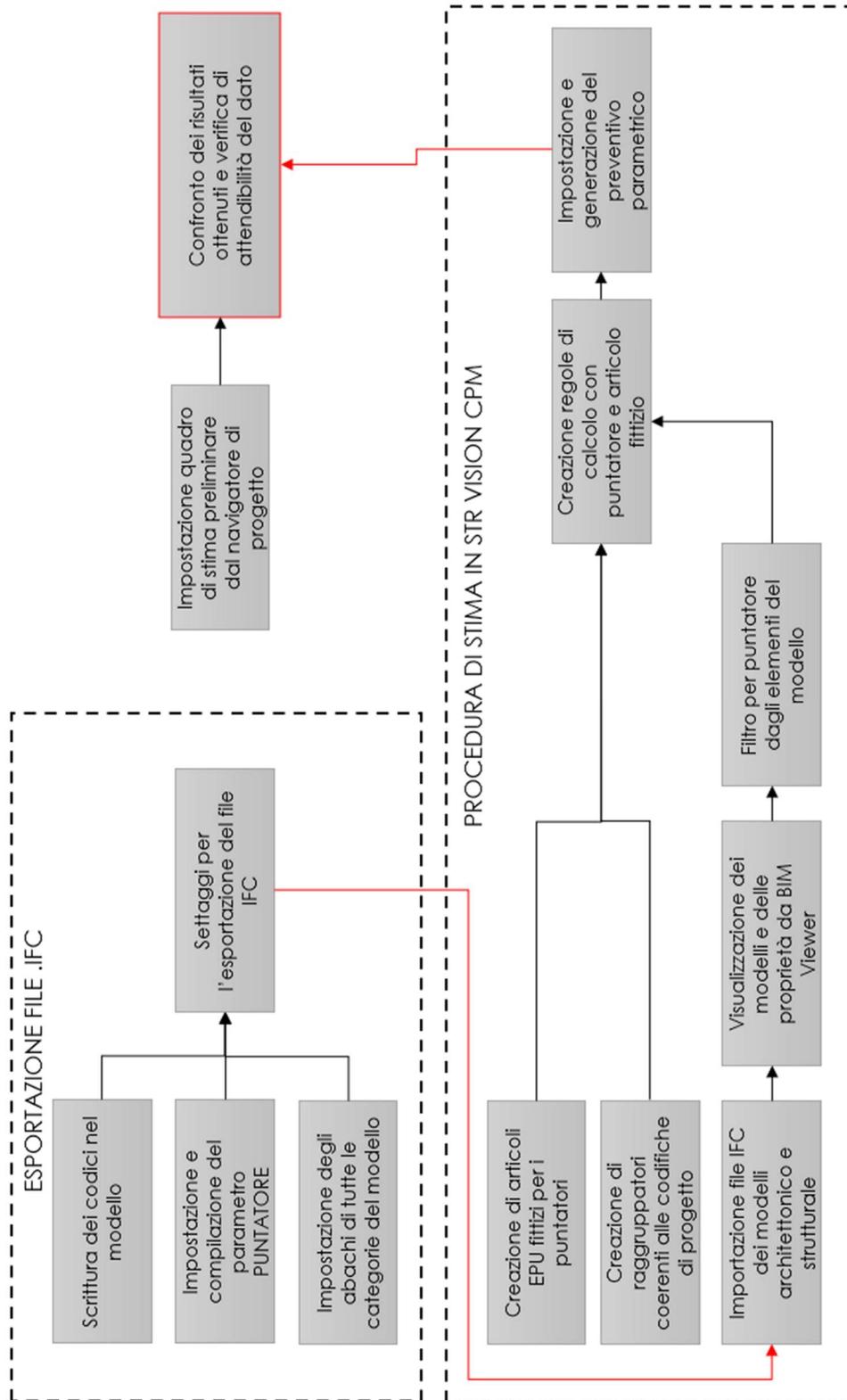


Figura 64 - Procedura di verifica del dato attraverso preventivazione su IFC

5.1. Interoperabilità tra software tramite esportazione dell'IFC

5.1.1. Esportazione del file IFC

Come anticipato nel capitolo introduttivo, l'approccio BIM Oriented al progetto necessita l'intervento di svariate figure professionali che operano nelle diverse discipline e nell'ambito delle diverse dimensioni del BIM. I trasferimenti dei dati che avvengono tra i diversi software tecnici di cui si avvalgono i professionisti devono essere supportati da una tecnologia che permetta di mantenerne l'integrità. Questi formati digitali nati per lo scambio di informazioni in ambiente BIM rientrano a far parte del concetto di Interoperabilità precedentemente illustrato. Gli standard pubblici più diffusi ai fini di questi interscambi di dati tra piattaforme diverse nel mondo delle costruzioni (Architecture, Engineering and Construction – AEC) sono l'IFC, acronimo di Industry Foundation Classes e il COBie, acronimo di Construction Operations Building Information Exchange. Lo standard COBie però è più orientato alla gestione della vita del bene edilizio, adattandosi maggiormente alle logiche del Facility Management. Per questa ragione nel presente lavoro di tesi, che si inquadra più in articolare nell'ambito della progettazione del bene edilizio e della stima del suo costo di costruzione, lo standard aperto di riferimento è l'IFC. Esistono diverse versioni degli IFC, quali:

- IFC4 – è ancora in versione beta, il processo di certificazione è in progress ma presenta diversi ambiti di sviluppo e innovazione di grande utilità;
- IFC2x3 – è la versione al momento più diffusa, è certificata in Revit ed è consigliata perché è la versione più stabile;
- IFC2x2 – è una versione al momento poco utilizzata a cui si fa ricorso principalmente nei casi in cui le altre versioni non siano supportate.

La gestione della struttura e della compartimentazione delle informazioni contenute nell'IFC viene determinata attraverso la Definizione del Modello di Vista (Model View Definition, MDV); attraverso questo modello gli oggetti e le informazioni verranno raggruppate e rese fruibili per gli utilizzatori. L'IFC è organizzato attraverso una struttura ad albero che parte dal progetto e si sviluppa su livelli di dettaglio crescenti fino ad individuare il singolo elemento, *IfcBuildingElement*, oggetto che viene

collocato in una classe IFC. Un oggetto inserito all'interno dei dati di un IFC mantiene una vasta serie di informazioni, quali:

- classe di appartenenza;
- definizione di famiglia e tipo di appartenenza;
- interazioni con altri oggetti;
- relazioni con altri oggetti;
- geometria;
- attributi informativi.

Per quanto riguarda le informazioni legate all'oggetto, alcune saranno settate di default da Revit mentre altre andranno impostate correttamente all'interno del set di proprietà (Pset). Risulta possibile quindi esportare un file IFC direttamente da Revit, che contiene anche una mappatura di esportazione che mostre le corrispondenze tra le categorie di Revit e le classi IFC; l'utente possiede comunque la facoltà di editare queste *IfcClasses*, andando ad attribuire nomi e corrispondenze oppure scegliendo di non esportare delle specifiche categorie.

Nelle immagini che seguono sono illustrati e commentati i principali passaggi che sono stati condotti in Revit ai fini dell'esportazione del file IFC necessario per la preventivazione condotta in STR Vision CPM.

In *Figura 66* è mostrata la finestra che consente la modifica delle impostazioni di esportazione; sulla sinistra si collocano tutte le versioni che è possibile selezionare per l'esportazione. Come si può notare dall'immagine le operazioni di esportazione sono state condotte per una versione IFC 2x3 Coordination View 2.0.

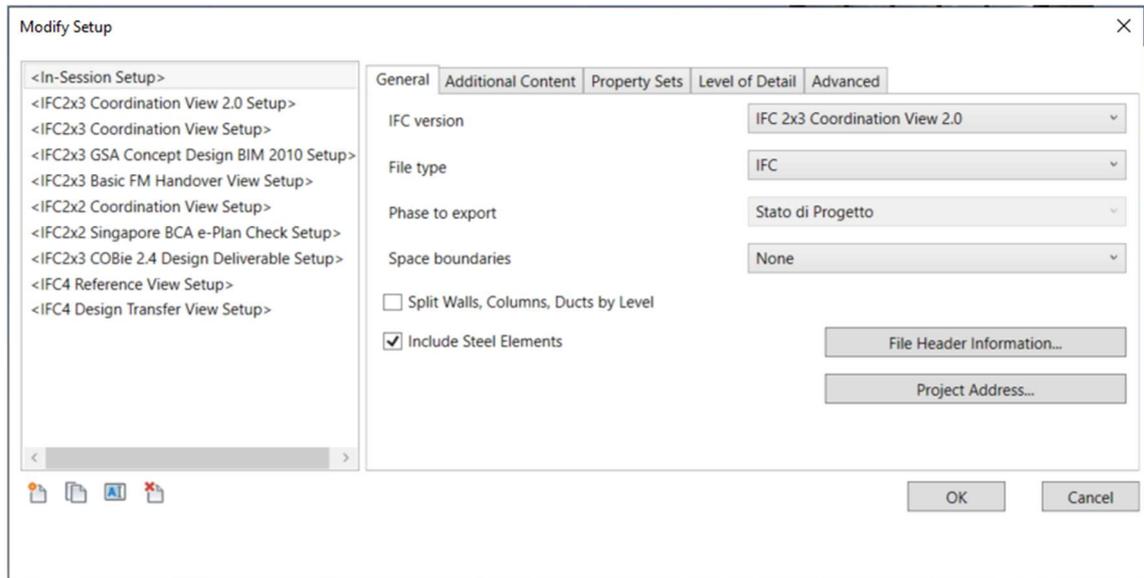


Figura 66 - Selezione della versione IFC per l'esportazione

Nelle impostazioni avanzate, mostrate in, viene selezionata l'opzione di esportazione per i soli elementi visibili nella vista attiva al momento dell'esportazione. Non sono rilevanti in questo caso le opzioni che fanno riferimento agli elementi 2D e ai modelli collegati.

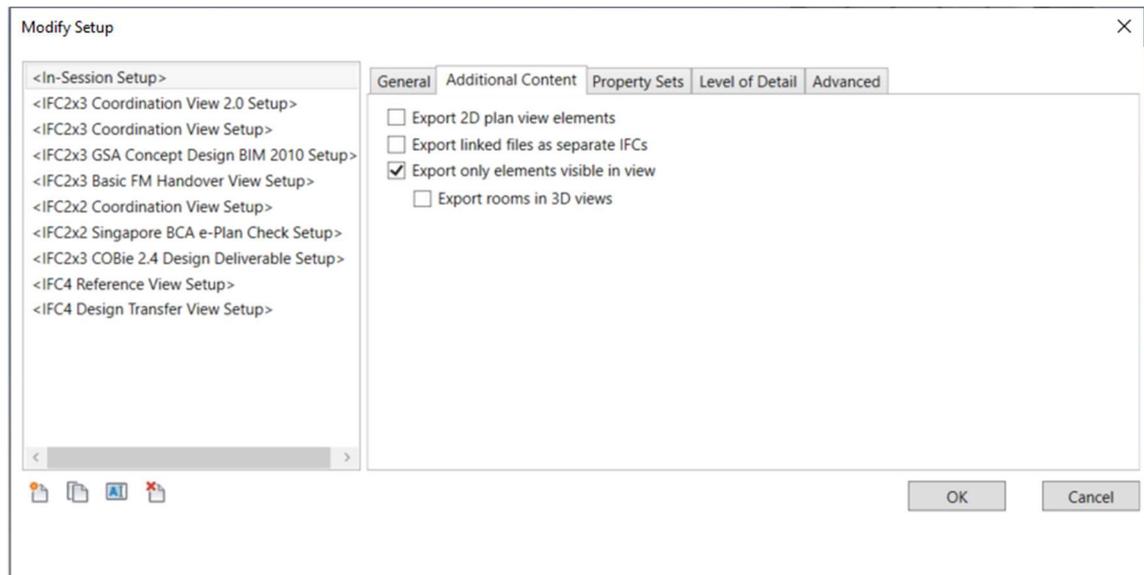


Figura 65 - Opzioni aggiuntive di esportazione

Successivamente si devono impostare le scelte di esportazione che riguardano i Pset, come mostrato in *Figura 67*: secondo le spunte inserite sarà possibile al termine dell'esportazione visualizzare tutte le proprietà di un componente (Export Revit property sets), includere tutte le proprietà di default inserite nella struttura dell'IFC (Export IFC common property set) ed esportare per i componenti delle quantità che possano fungere da base in alcuni casi specifici, ad esempio per simulazioni (Export base quantities). In ogni caso è sempre necessario progettare l'esportazione per il caso, specifico, chiedendosi quali siano gli aspetti realmente necessari; la prima spunta all'apparenza potrebbe risultare utile in qualsiasi caso poiché permette di esportare qualsiasi proprietà legata ai componenti, ma è necessario tenere presente che, in base alle dimensioni del progetto in esame, questa selezione potrebbe condurre alla gestione di una mole di dati enorme ed in parte superflui.

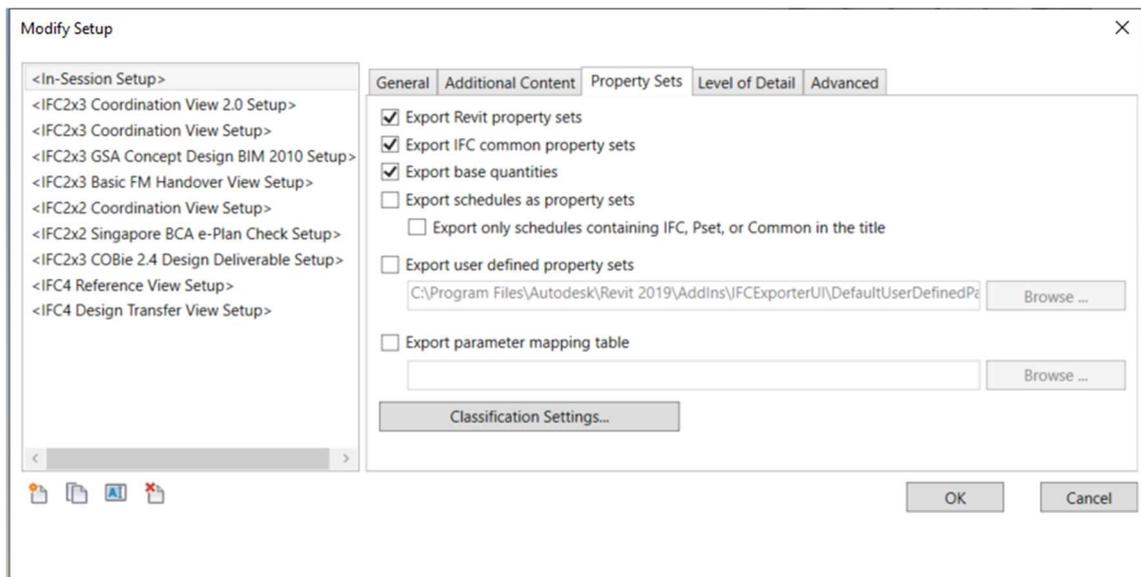


Figura 67 - Impostazioni di esportazione dei Pset

Le impostazioni rimaste, come mostrato in *Figura 68*, riguardano i livelli di dettaglio degli elementi geometrici del modello; è bene tenere presente che un livello di dettaglio basso risulta generalmente sufficiente per il file IFC. Qualora si decidesse di optare per un livello di dettaglio maggiore, si dovrà considerare che questa scelta ha in genere impatti significativi sulle dimensioni del file, perciò dovrà essere condotta solo sulla base di specifiche motivazioni.

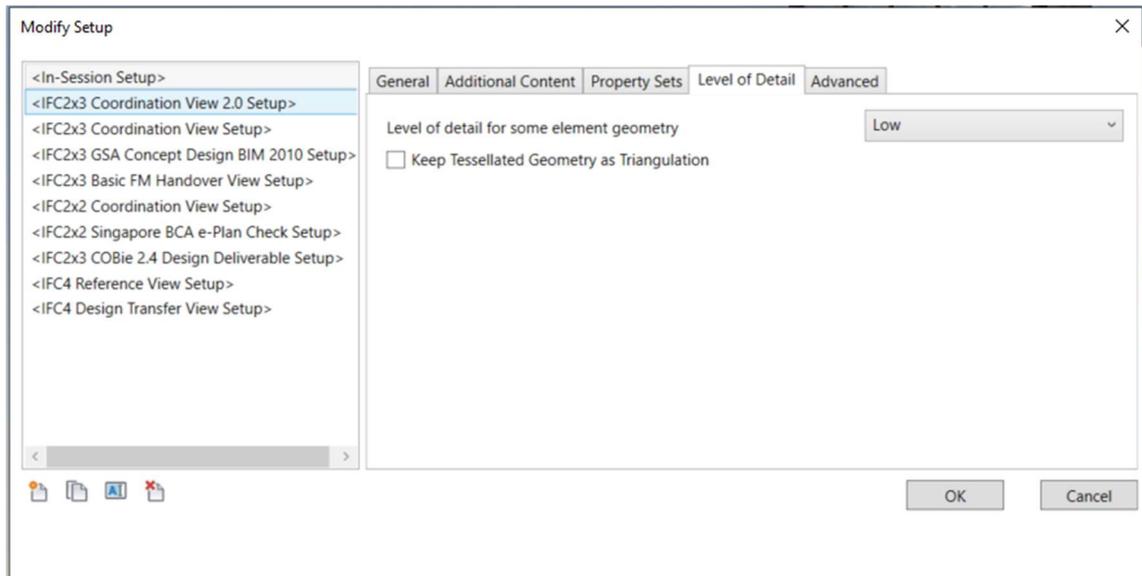


Figura 68 - Impostazione dei livello di dettaglio delle geometrie

Infine, come mostrato in *Figura 69*, vengono selezionate impostazioni avanzate. Nel caso specifico saranno effettuate le seguenti scelte che permettano di:

- esportare le parti come elementi dell'edificio, necessario in questo caso perché si sono condotte specifiche analisi sulle parti;
- utilizzare come riferimento sia il nome della famiglia che il nome del tipo;
- mantenere l'altezza dell'area (IfcSite) come da progetto;
- inserire l'identificativo dato all'elemento dall'IFC (IFC GUID) tra i parametri dopo l'esportazione.

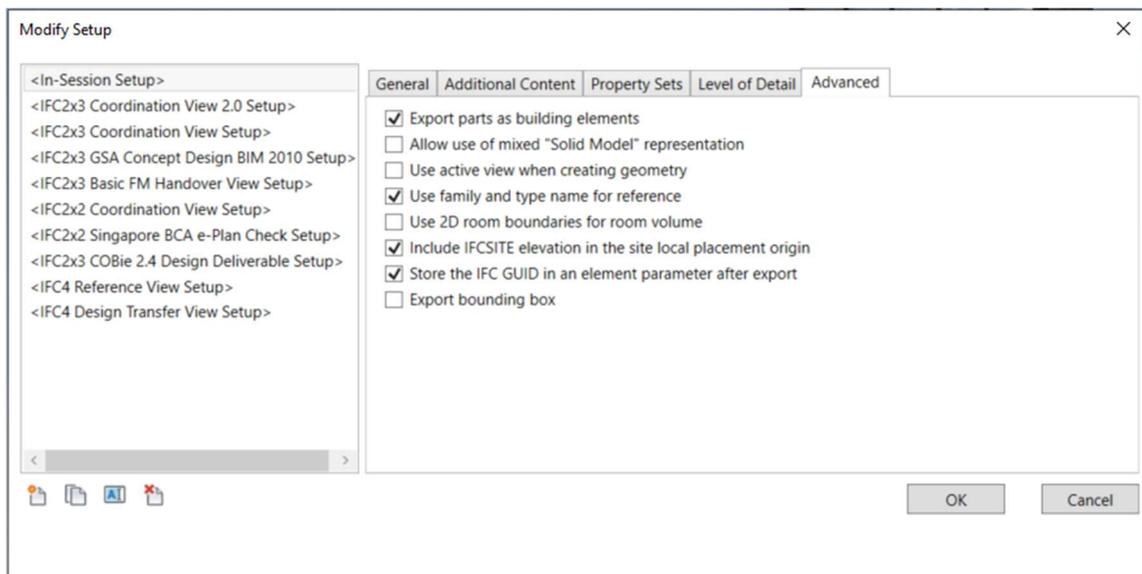


Figura 69 - Impostazioni di esportazione avanzate

5.2. Impostazione della stima economica preliminare

5.2.1. Importazione IFC e impostazione regole di calcolo

Dopo aver esportato correttamente l'IFC secondo quanto illustrato nel paragrafo precedente, tutti i procedimenti di preventivazione economica vengono condotti all'interno del software STR Vision CPM; questo strumento è una piattaforma BIM Oriented nata principalmente per quello che riguarda la quinta dimensione e la redazione di computi metrici estimativi. I principali vantaggi che si riscontrano nell'utilizzo di questo software risiedono nella possibilità di creare molto agevolmente un EPU, soprattutto nei casi in cui la preventivazione si basi su prezzi di listino, poiché è possibile accedere ad una banca dati in cui sono contenuti i principali prezzari da cui si possono semplicemente selezionare gli articoli desiderati e trascinarli nell'area di lavoro. Un altro vantaggio è sicuramente dato dalla possibilità di assegnare dei codici di destrutturazione alle lavorazioni di progetto e collegarli, a partire da una WBS redatta all'interno del software, ad una serie di documenti di progetto, quali:

- computo metrico estimativo
- capitolato speciale o specifiche tecniche
- piani di manutenzione
- altro (contabilità dei lavori, etc...)

Il software in particolare è dotato di un BIM Viewer implementato al suo interno che permette di visualizzare il modello tridimensionale dell'edificio attraverso l'importazione di un file IFC, selezionarne gli elementi e visualizzarne le proprietà. Anche in questo caso le proprietà che è possibile visualizzare e i relativi raggruppamenti sono organizzate in funzione a quanto previsto in fase di esportazione del file IFC.

All'interno di STR Vision CPM viene quindi creato un progetto per il caso studio e caricato il file IFC esportato da Revit, che permette poi l'utilizzo della sezione Viewer per la visualizzazione tridimensionale. Come mostrato in *Figura 71*, l'importazione dell'IFC è un passaggio molto semplice in cui è sufficiente caricare il percorso del file e attribuire un codice all'IFC che si sta importando.

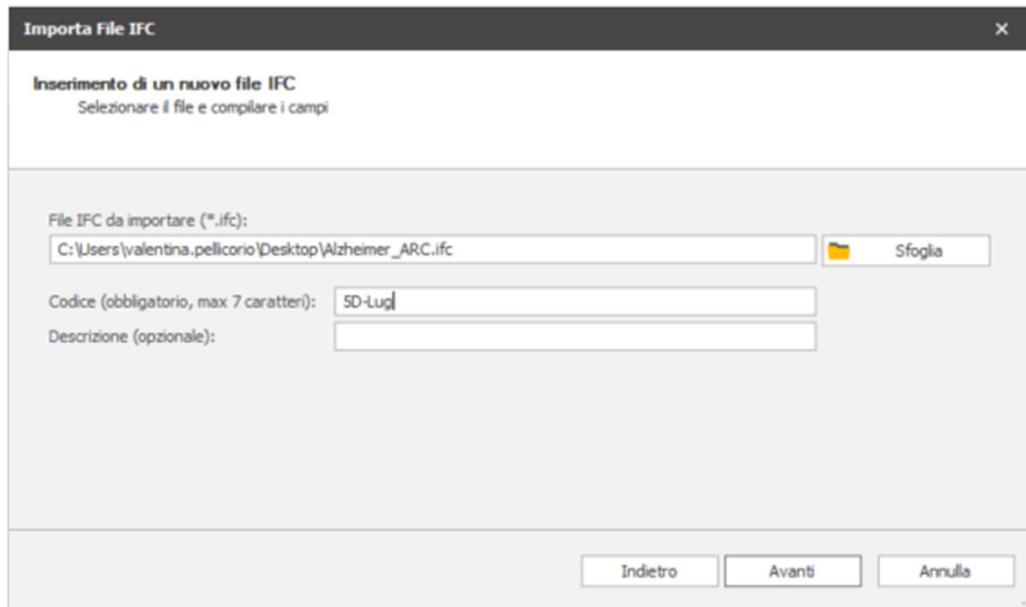


Figura 71 - Importazione dell'IFC in STR Vision CPM

In Figura 70, viene mostrata la visualizzazione tridimensionale dell'edificio che è consentita tramite l'importazione dell'IFC da Revit e l'utilizzo del BIM Viewer in STR.

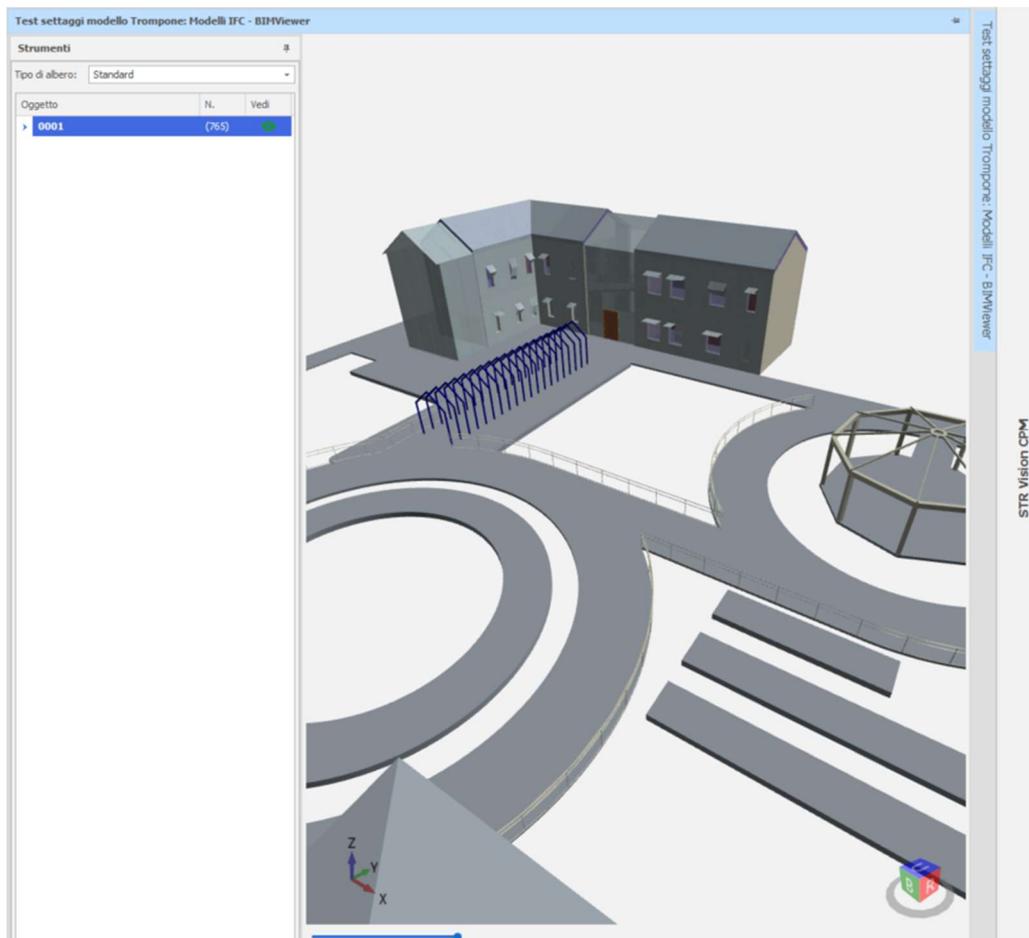


Figura 70 - Modello 3D dell'edificio visualizzato in STR con BIM Viewer

Un aspetto di fondamentale importanza risiede nel fatto che questo visualizzatore non si limita a permettere l'uso e la gestione del modello 3D e le sue geometrie ma consente di avere accesso ai contenuti informativi del modello, attraverso delle schede che raggruppano i parametri. Come mostrato in, è possibile selezionare un elemento, in questo caso una finestra, e visualizzarne i parametri che riguardano l'identificazione, i materiali ad essa associati, le fasi di creazione e demolizione dell'oggetto e tutto quanto impostato in fase di esportazione dell'IFC.

I parametri dei codici assegnati al progetto per il lavoro di tesi, come illustrato in precedenza sono gestiti e raggruppati come parametri di testo, anch'essi visualizzabili selezionando gli elementi dal modello virtuale nel BIM Viewer.

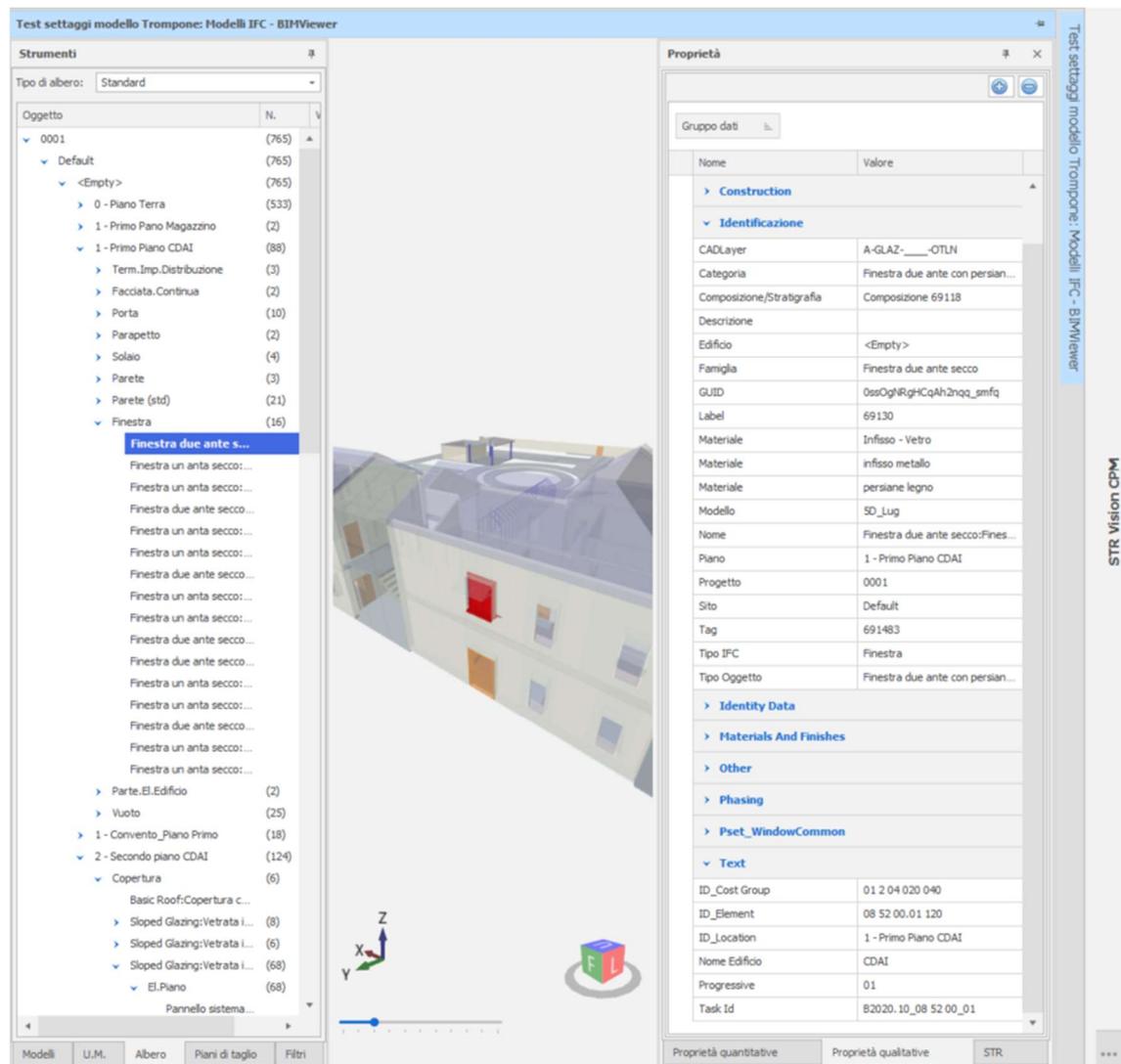


Figura 72 - Visualizzazione dei contenuti informativi degli oggetti presenti nel modello

5.2.2. Elaborazione del preventivo parametrico

La fase vera e propria di preventivazione in STR Vision CPM consiste nell'impostazione di un preventivo parametrico, basato sulle informazioni contenute nell'IFC e filtrato attraverso l'impostazione delle regole di calcolo degli elementi.

Per elaborare la stima in questo caso risulta necessario suddividere il lavoro in tre fasi:

1. Elaborazione di un elenco prezzi unitari
2. Gestione della metrica di progetto attraverso l'impostazione di regole di calcolo e la creazione di un preventivo parametrico
3. Attribuzione dei prezzi alle lavorazioni per la finalizzazione della preventivazione

Elaborazione dell'elenco prezzi unitari

L'elaborazione dell'EPU avviene secondo due procedimenti distinti a seconda della tipologia di prezzo che si desidera inserire, che può derivare da un prezzario oppure dall'elaborazione di un'analisi dei prezzi.

I prezzi unitari derivanti dal listino vengono semplicemente trascinati all'interno dell'Elenco Prezzi dalla banca dati disponibile all'interno del software che contiene il Listino della Regione Piemonte per Opere Pubbliche dell'anno 2019; il prezzo unitario di listino importato nell'EPU di progetto trascina con sé anche una serie di cosiddetti "articoli foglia", ovvero i livelli di classificazione degli articoli di listino. Questi articoli aggiuntivi hanno solo la funzione di raggruppare ordinatamente i prezzi ma non hanno una cifra associata e non vengono mai movimentati, cioè associati ad oggetti.

Le quotazioni derivanti dalle analisi dei prezzi prevedono la redazione di queste ultime all'interno del software e il successivo inserimento dei prezzi unitari derivanti all'interno dell'EPU di progetto; nel caso in cui si vogliano utilizzare le APU già elaborate è possibile impostare le voci di elenco prezzi all'interno di un foglio di calcolo Excel e limitarsi alla successiva importazione all'interno di STR. Se si desidera raggruppare i prezzi unitari attraverso degli articoli foglia analogamente a quanto fatto dal listino, sarà necessario crearli manualmente all'interno dell'EPU.

Impostazione delle regole di calcolo

Il maggiore vantaggio dell'utilizzo di questa piattaforma consiste nella possibilità di automatizzare i processi legati all'estrazione della metrica di progetto, interamente contenuta all'interno dell'IFC. Queste automatizzazioni prevedono la creazione di una serie di regole di calcolo di progetto, che permettono di impostare, attraverso i parametri degli oggetti, i contenuti metrici che vengono poi associati alle voci di preventivo.

Nel caso mostrato in *Figura 73*, viene illustrata l'interfaccia di creazione di una regola di calcolo, che prevede l'inserimento delle seguenti informazioni:

- descrizione della regola di calcolo che il software assocerà ad un codice;
- articolo di elenco prezzi unitari al quale associare la regola;
- codice WBS dell'elemento a cui associare la regola (opzionale);
- organizzazione delle misure riportate nel preventivo all'interno della tab "Formula".

The screenshot shows the 'Nuova rilevazione' window with the 'Regola di Calcolo' tab selected. The interface is organized into several sections:

- Toolbar:** Contains icons for 'Apri regole di progetto', 'Apri regole di sistema', 'Salva in regole di sistema', 'Salva regole senza articolo', and 'Apri tutti i listini'.
- Form Fields:**
 - Regola:** Codice: 640, Descrizione: CV.01, Tipo inserimento: Fattori.
 - Articolo:** Codice: 100, Breve: Puntatore A, Des. U.M.
 - Descrizione completa:** Puntatore A.
 - WBS:** Codice, Des. WBS.
- Formula Section:** Includes tabs for 'Formula', 'Filtro', and 'Oggetti BIM'. Below these is a table with columns: 'Commento', 'Simili', 'Lunghezza', 'Larghezza', and 'Altezza'. The first row shows 'PSet.Other.FamilyAndType' in the 'Commento' column and 'PSet.Dimensions.Area' in the 'Simili' column.
- Buttons:** 'Crea e Salva in Catalogo' and 'Crea Rilevazione' are located at the bottom right.

Figura 73 - Impostazione di una regola di calcolo per un preventivo parametrico

Quella dell'impostazione delle regole di calcolo è una fase del processo di preventivazione di importanza fondamentale ed è tutt'altro che banale; qualora ci si limitasse a creare una regola per ogni lavorazione di progetto, sebbene si otterrebbe un risultato corretto, si dovrebbe destinare a questa attività uno sforzo considerevole, perdendo in parte il vantaggio dell'utilizzo dell'IFC.

Risulta invece molto più interessante ricercare una logica che possa raggruppare un numero più consistente possibile di lavorazioni, in modo da snellire questo processo e ottenere il numero più consistente possibile di rilevazioni con il minore sforzo. La logica utilizzata per accomunare le lavorazioni è quella dell'unità di misura della parametrizzazione della quotazione unitaria e, di conseguenza, del parametro dimensionale utilizzato per l'impostazione della metrica di progetto della lavorazione. Sarà quindi possibile procedere alla creazione di una sola regola di calcolo che permetta il raggruppamento di tutte le lavorazioni a cui è associato un prezzo unitario al metro quadrato, e che vengono quindi computate dal punto di vista metrico utilizzando il parametro "Area"; risulta così subito evidente quante lavorazioni è possibile accomunare e di quanto vengano diminuiti lo sforzo e il tempo necessari alla creazione delle regole di calcolo.

Questo procedimento però necessita la gestione di due aspetti:

- possedere un articolo di elenco prezzi da associare alla regola generica individuata per la computazione a metro quadro;
- avere all'interno del modello un parametro che permetta di filtrare correttamente gli elementi su cui impostare la regola di calcolo.

Per la risoluzione di questi aspetti si è deciso di introdurre un parametro molto semplice che rappresentasse la parametrizzazione del prezzo, denominato puntatore; è rappresentato da un breve codice in lettere associato all'interno del modello a tutti gli elementi che vengono computati secondo la stessa logica.

Allo stesso modo all'interno dell'EPU vengono inseriti degli articoli fittizi con dei prezzi fissati a zero e dei nomi che corrispondono ai puntatori inseriti nel modello. Per una lavorazione a metro quadro sarà sufficiente filtrare nel BIM Viewer tutte le lavorazioni che possiedono un puntatore uguale ad A ed associare l'articolo fittizio "Puntatore A" in fase di impostazione della regola di calcolo. Dovranno essere realizzate tante

regole quante sono le possibili parametrizzazioni dei prezzi contenute all'interno del progetto.

Creazione del preventivo parametrico

A seguito dell'impostazione di tutte le regole di calcolo necessarie, è possibile procedere con la creazione del preventivo parametrico di progetto; a partire dalle impostazioni fornite dalle regole di calcolo, si effettua una mappatura delle proprietà dell'IFC da cui deriverà l'impostazione vera e propria delle voci di preventivo.

Come mostrato in *Figura 74*, la scelta della regola di calcolo va a strutturare la tabella delle misure del preventivo; l'immagine permette di capire che il preventivo assocerà ad ogni voce con Puntatore A presente nella stima economica una tabella di misure organizzata come segue:

- nel commento alle misure si ritroveranno il nome della famiglia e il nome del tipo di Revit dell'oggetto a cui è associata la rilevazione;
- nella colonna simili si ritroverà il valore dell'area di ogni istanza di progetto.

Figura 74 - Impostazione del preventivo parametrico, scelta della regola di calcolo

Per completare l'impostazione del preventivo è necessario effettuare la mappatura dell'IFC, impostando così l'organizzazione della stima economica.

STR è dotato di una serie di cosiddetti raggruppatore, parametri liberi che consentono l'inserimento di specifiche informazioni che vengono successivamente utilizzate per l'organizzazione del preventivo; questi parametri consentiranno infatti l'applicazione di filtri alle voci di preventivo, rendendone possibile disaggregarlo a proprio piacimento secondo le logiche di disaggregazione del raggruppatore.

Nel caso specifico del progetto in esame la mappatura dell'IFC viene condotta sulla base delle informazioni codificate attribuite agli elementi del modello. Questo passaggio permette di sottolineare un aspetto molto importante di questo procedimento tramite utilizzo dell'IFC: mentre nel processo che implicava Dynamo la fase di codifica e quella di preventivazione erano sequenziale e coinvolte in un unico flusso di lavoro dello script, in questo caso risulterà comunque necessario andare a valorizzare tutti i codici all'interno del modello prima dell'esportazione dell'IFC. In *Figura 75*, viene mostrata la mappatura dell'IFC del caso in esame.

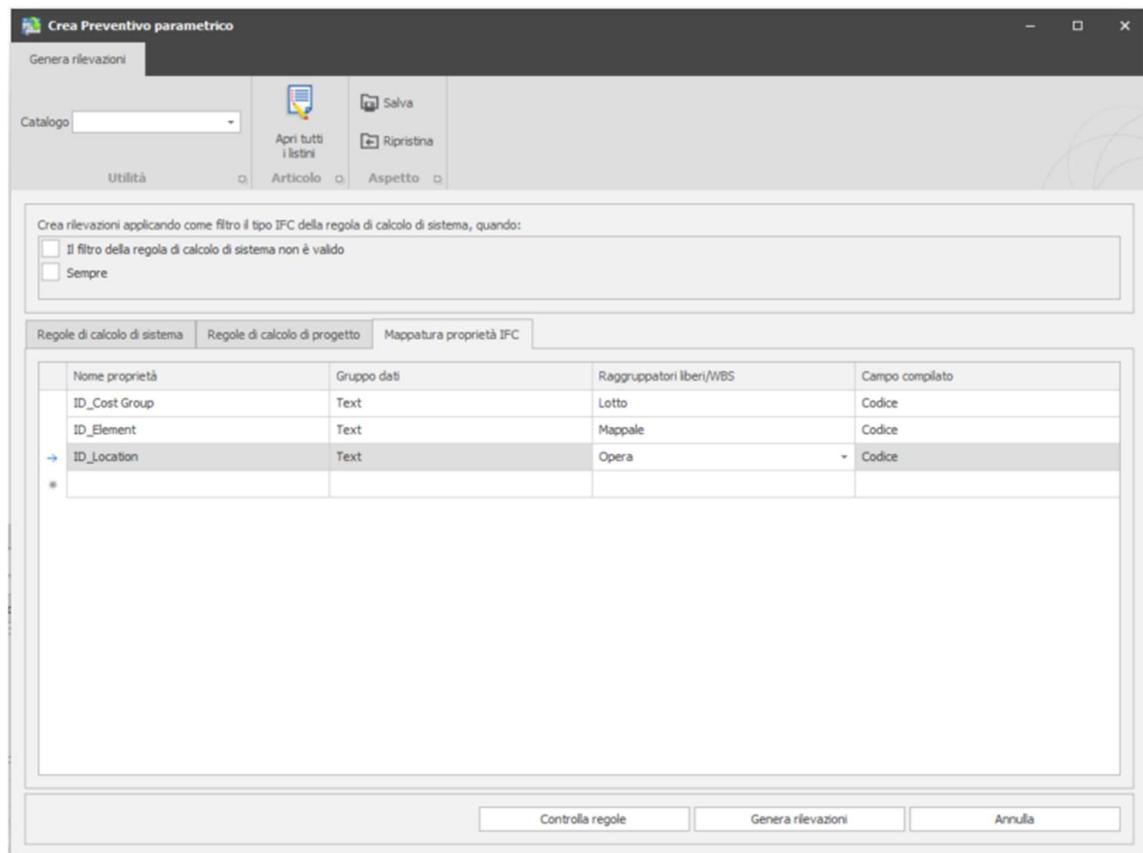


Figura 75 - Creazione del preventivo parametrico, mappatura proprietà IFC

5.3. Confronto dei risultati ottenuti

Questo capitolo si conclude operando un confronto tra i risultati ottenuti con l'impostazione del navigatore, che non prevedono l'esportazione di un file IFC e l'utilizzo di un applicativo BIM specifico per il 5D, e quelli ricavati dalla gestione delle analisi economiche in STR Vision CPM. Da un punto di vista solamente numerico questa operazione di verifica con IFC evidenzia in maniera completamente soddisfacente la bontà dei risultati ottenuti. Risulta comunque necessario considerare che alcuni elementi di modellazione complessa, per i quali anche l'utilizzo dell'IFC presenta delle criticità evidenti, hanno avuto la necessità di implementazione manuale in STR.

Queste situazioni hanno condotto a criticità analoghe tra i due metodi di stima e in questo senso lo script progettato per il controllo delle quantità assume sicuramente una notevole utilità; questo tipo di script di controllo presenta il vantaggio di poter essere comunque utilizzato, a prescindere da quale sia il metodo di preventivazione utilizzato e se coinvolga o meno l'IFC.

Parlando dei risultati in termini strettamente numerici, le due tecniche di preventivazione conducono ad una stima del costo di costruzione dell'edificio in fase di progettazione preliminare che può definirsi in buona sostanza analoga.

Gli scostamenti di piccola entità che si possono evidenziare sono dovuti semplicemente a degli arrotondamenti sulle quantità metriche delle lavorazioni: esse infatti sono nel primo caso lette dallo script direttamente sul modello a partire dai parametri geometrici, nel secondo caso lette da STR Vision CPM in fase di preventivazione parametrica sulla base di quanto contenuto nell'IFC.

Questa differenza di strumenti utilizzati porta ad una logica di arrotondamenti diversa (ancora diverse saranno le quantità riportate negli abachi), tanto più che all'interno del navigatore di progetto è stata stabilita a priori come due cifre decimali con arrotondamento per eccesso.

Tralasciando la situazione legata agli arrotondamenti, non sono state riscontrate reali criticità dal punto di vista numerico. Gli aspetti sicuramente più importanti sono quelli metodologici, approfonditi nelle riflessioni conclusive del capitolo seguente.

6. Conclusioni

6.1. Analisi critica del metodo e dei risultati ottenuti

Quest'ultima sezione si dedica ad un serie di riflessioni conclusive circa l'efficacia del metodo e la bontà dei risultati ottenuti. Al fine di poter strutturare efficacemente questa sezione, si riprendono le domande poste nel capitolo introduttivo che trattava degli obiettivi della tesi e poneva le seguenti domande aperte:

- Si possono individuare **criteri di destrutturazione e sistemi di codifica** funzionali sia agli aspetti progettuali che alle analisi economiche, ed implementarli all'interno dei modelli senza un impiego eccessivo di risorse?
- Si possono condurre operazioni di **computazione metrica** internamente al modello per limitare la perdita di dati che avviene nelle fasi preliminari con l'esportazione del file IFC e che siano strutturate sempre sulla base delle analisi economiche da condurre?
- Si può pensare ad una tipologia di preventivazione che si possa collocare in questo preciso contesto e a degli **strumenti semplici di gestione informativa** che consentano di tenere sotto controllo le metriche e gli aspetti estimativi del progetto nei confronti di possibili variazioni progettuali?

Per riassumere tutto in una sola domanda, **si possono individuare dei processi che permettano di massimizzare la precisione e l'efficacia delle stime preliminari sfruttando le potenzialità offerte dai modelli BIM, seppur in fase di progettazione preliminare?**

Risulta necessario cercare ora di formulare delle risposte a questi quesiti, dal punto di vista di:

1. efficacia delle procedure e dei flussi di lavoro;
2. interoperabilità tra software BIM Authoring;
3. attendibilità del risultato numerico ottenuto.

Efficacia delle procedure e dei flussi di lavoro

Il lavoro di tesi ha condotto, dal punto di vista delle procedure individuate, una serie di analisi critiche rispetto ai flussi di lavoro condotti per sviluppare la procedura di preventivazione preliminare.

Un aspetto che ha dimostrato grande utilità nel processo sono state le analisi finalizzate alla mappatura del modello e l'identificazione, sulla base di valutazioni e comparazioni condotte tra i sistemi a disposizione, del **sistema di codifica** che si adatti meglio alle logiche progettuali e alle specifiche finalità; anche la separazione tra le codifiche di natura economica da quelle logico funzionali rappresenta un passaggio fondamentale in grado di conferire maggiore dinamicità agli aspetti informativi del modello, numerose possibilità di aggregazione dei dati secondo logiche differenti.

La **programmazione visuale** contestualizzata nella fase di progettazione preliminare si è rivelata uno strumento di importanza fondamentale; consente infatti, nell'ambito della progettazione degli strumenti di lavoro, di indagare e risolvere le problematiche legate alle specificità di progetto e alla mancanza di informazioni dovuta allo stato di avanzamento del progetto ancora poco sviluppato. Rispetto alla gestione con l'IFC questa metodologia consente di ottenere una flessibilità e un grado di adattamento rispetto ai processi progettuali decisamente più alto; i passaggi del flusso di lavoro da reiterare risultano decisamente più snelli e semplificati ed è più immediato, se il cambiamento progettuale è circoscritto ad un numero limitato di elementi, intervenire solo sulle lavorazioni che hanno subito degli assestamenti. Infine è necessario sottolineare come la programmazione visuale riduca in maniera netta i tempi e le risorse da impiegare per l'inserimento di informazioni all'interno del modello; la codifica manuale degli elementi modellati infatti richiederebbe un quantitativo di tempo e sforzo notevole, mentre Dynamo snellisce queste procedure e apre alla possibilità di realizzazione di strumenti dall'utilizzo molto semplice (si faccia riferimento a Dynamo Player) per la gestione degli assestamenti condotti sui parametri degli elementi.

La **gestione degli aspetti informativi**, sia metrici che economici all'interno del navigatore di progetto semplifica sicuramente i processi e permette, data la modesta

quantità di lavorazioni prese in esame in fase preliminare, di gestire agevolmente tutte le informazioni di progetto e soprattutto economiche, permettendo di monitorare costantemente la sinergia tra il modello parametrico e tutti gli aspetti legati alla quinta dimensione.

La maggiore criticità è rappresentata dalla gestione delle parti, complessa dal punto di vista informativo e di gestione delle geometrie del modello; la modellazione a strati tuttavia richiede un impiego di risorse notevole, che non è sempre possibile impiegare. MasterFormat sarebbe comunque il sistema di classificazione più adeguato alla gestione della modellazione a strati. La soluzione ottimale resta la modellazione delle stratigrafie con l'informazione codificata attribuita ai materiali, che non presenta problemi importanti nella logica di Dynamo, ma risulta critico nell'utilizzo dell'IFC.

Interoperabilità tra software BIM Authoring

Il concetto di interoperabilità nel presente lavoro di tesi non è stato approfondito in maniera specifica; la ragione in particolare risiede nel fatto che uno degli aspetti indagati risulta essere proprio la possibilità, chiaramente circoscritta alla progettazione preliminare, di utilizzare strumenti che permettano di non uscire dall'ambiente del software in cui viene sviluppata la modellazione, al fine di evitare la possibilità di registrare perdite di dati e gestire i cambiamenti progettuali con rapidità.

La questione più critica legata all'interoperabilità riprende quanto detto in precedenza per la gestione delle stratigrafie, in quanto esiste una seria difficoltà nella trasmissione tra Revit ed STR Vision CPM dei dati relativi alle proprietà dei materiali; questo costringerebbe ad assestare manualmente le stratigrafie o ad associare alla stratigrafia tanti codici quanti sono gli strati funzionali.

Attendibilità del risultato numerico ottenuto

Il risultato numerico ottenuto risulta validato dalla procedura che prevede l'esportazione dell'IFC e la preventivazione nell'ambiente di STR Vision CPM, poiché i due procedimenti conducono ad un risultato che può definirsi sostanzialmente

analogo (scarto +0.3% con l'utilizzo di Dynamo rispetto all'IFC). Si può concludere che, gli aspetti strettamente numerici, soddisfano sicuramente gli obiettivi del lavoro di tesi.

6.2. Sviluppi futuri

L'analisi critica condotta nel punto precedente conduce inevitabilmente a un quadro di sviluppo futuro del lavoro di tesi, al fine di risolvere gli aspetti in cui il metodo si dimostra macchinoso o meno affidabile. Per quanto si inquadra nello specifico del lavoro di tesi, l'aspetto da approfondire risiede principalmente in una gestione ancora più dettagliata e globale delle sinergie tra le logiche di modellazione, i sistemi di codifica utilizzati e l'impostazione delle analisi economiche, estesa alle successive fasi di approfondimento progettuale; spesso infatti questi aspetti avanzano in maniera scollegata con l'evolversi del progetto, finendo per costituire in fasi avanzate notevoli problemi di coordinamento degli elaborati progettuali.

Degli ulteriori sviluppi possono senz'altro riguardare la redazione di un vero e proprio computo metrico estimativo; in questa situazione la gestione integrale del processo con Dynamo diventerebbe piuttosto inverosimile, ma esiste sicuramente la possibilità di affiancare un software predisposto per il BIM 5D, come STR Vision CPM, con una serie di strumenti progettati con Dynamo e volti a risolvere quelle che sono più sovente le criticità in fase di computazione; la programmazione visuale potrebbe essere di notevole aiuto nella valorizzazione delle informazioni all'interno del modello, nel controllo e nella gestione delle geometrie complesse.

Indice delle Figure

<i>Figura 1 - Schematizzazione delle dimensioni del BIM</i>	<i>3</i>
<i>Figura 2 - Rappresentazione 3D delle strutture di fondazione e in elevazione dell'edificio</i>	<i>10</i>
<i>Figura 3 - Modello architettonico dell'edificio e del complesso delle sistemazioni esterne</i>	<i>10</i>
<i>Figura 4 - Rappresentazione del pacchetto stratigrafico di involucro opaco nel modello Revit</i>	<i>11</i>
<i>Figura 5 - Schema generale per l'ideazione del navigatore di progetto.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 6 - Struttura generale del sistema di codifica UniFormat II.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 7 - Esempio su diversi livelli di destrutturazione della tabella 3 sul calcestruzzo</i>	<i>18</i>
<i>Figura 8 - Tabella 21 della codifica OmniClass che recepisce UniFormat II.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 9 - Tabella 22 della codifica OmniClass che recepisce MasterFormat.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 10 - Destutturazione tipo secondo la classificazione UNI 8290</i>	<i>22</i>
<i>Figura 11 - Struttura della codifica per centri di costo proposta da ICMS.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 12 - Classificazione dei gruppi di costo ICMS per la stima del costo di costruzione di un edificio</i>	<i>24</i>
<i>Figura 13 - Valutazione e comparazione dei sistemi di codifica</i>	<i>25</i>
<i>Figura 14 - Schema generale per impostazione navigatore e metrica di progetto</i>	<i>27</i>
<i>Figura 15 - Impostazione dei parametri condivisi.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 16 – Implementazione nel modello dei parametri condivisi</i>	<i>29</i>
<i>Figura 17 - Attribuzione dei parametri di progetto.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 18 - Impostazione degli abachi con informazioni codificate</i>	<i>31</i>
<i>Figura 19 - Mappatura del modello architettonico</i>	<i>35</i>
<i>Figura 20 - Mappatura del modello strutturale.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 21 - Confronto sistemi di codifica tra stratigrafia e parti.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 22 - Implementazione destrutturazione secondo UniFormat II</i>	<i>38</i>
<i>Figura 23 - Implementazione destrutturazione secondo MasterFormat</i>	<i>39</i>
<i>Figura 24 - Centri di costo di progetto analizzati secondo codifica ICMS</i>	<i>41</i>

<i>Figura 25 - Interfaccia per l'utilizzo di Dynamo Player per la compilazione di ID_Location.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 26 - Attribuzione completa dei codici agli elementi di progetto</i>	<i>46</i>
<i>Figura 27 - Fasi del processo di preventivazione sintetica</i>	<i>49</i>
<i>Figura 28 - Matrice di stima per la determinazione del coefficiente di assestamento</i>	<i>50</i>
<i>Figura 29 - Procedura di preventivazione sintetica a parametrizzazione multifunzionale e costi ragguagliati.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 30 - Classi di categorie per analisi ABC.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 31 - Processo di stima economica con l'utilizzo di STR Vision CPM.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 32 - Schema del processo computazionale con l'utilizzo di uno script in Dynamo</i>	<i>58</i>
<i>Figura 33 - Elaborazione del navigatore del progetto 5D</i>	<i>60</i>
<i>Figura 34 - Matrice di stima per il coefficiente di assestamento delle APU</i>	<i>63</i>
<i>Figura 35 - Foglio di calcolo elaborato per la redazione delle analisi dei prezzi</i>	<i>64</i>
<i>Figura 36 - Elenco di analisi dei prezzi da predisporre per il progetto</i>	<i>65</i>
<i>Figura 37 - Rappresentazione dei processi e dei software coinvolti.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 38 - Rappresentazione di un operazione in Dynamo che coinvolge nodi e relazioni che li collegano</i>	<i>69</i>
<i>Figura 39 - Primo schema ideativo per la progettazione dello script.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 40 - Schema di progettazione dello script per la preventivazione</i>	<i>75</i>
<i>Figura 41 - Illustrazione script completo e divisione in parti principali</i>	<i>76</i>
<i>Figura 42 - Flusso di operazioni dello script parte 1</i>	<i>77</i>
<i>Figura 43 - Gruppo INPUT 1, importazione codici e prezzi unitari da navigatore .</i>	<i>78</i>
<i>Figura 44 - Gruppo FILTER 1 per la selezione di codici e prezzo di una lavorazione</i>	<i>79</i>
<i>Figura 45 - Gruppo INPUT 2, selezione elementi del modello.....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 46 - Gruppo TO REVIT, valorizzazione dei parametri di progetto nel modello</i>	<i>82</i>
<i>Figura 47 - Flusso di operazioni dello script parte 2</i>	<i>83</i>

<i>Figura 48 - Gruppo INPUT, impostazione liste di partenza da organizzare per livello</i>	84
<i>Figura 49 - Gruppo FILTER, impostazione dei filtri per livello e per lavorazione....</i>	85
<i>Figura 50 - Gruppo QUERIES, procedure di QTO per le lavorazioni di progetto ..</i>	87
<i>Figura 51 - Gruppo OUTPUT 1 - Organizzazione dei dati per l'esportazione della stima economica</i>	89
<i>Figura 52 - Gruppo OUTPUT 2, settaggi di esportazione in Excel</i>	90
<i>Figura 53 - Script per la compilazione del parametro ID_Location</i>	92
<i>Figura 54 - Script per il calcolo dell'area di elementi di rivestimento della copertura</i>	93
<i>Figura 55 - Selezione delle istanze e dell'orientamento degli elementi della famiglia</i>	94
<i>Figura 56 - Impostazione della selezione dei soli pannelli inclinati</i>	95
<i>Figura 57 - Processo di QTO sui pannelli di rivestimento della copertura</i>	96
<i>Figura 58 - Script per la gestione delle parti, selezione dati in entrata</i>	98
<i>Figura 59 - Script per la gestione delle parti, operazioni di QTO</i>	98
<i>Figura 60 - Estratto esemplificativo del navigatore del progetto architettonico ..</i>	100
<i>Figura 61 - Analisi di aspetti critici su cui effettuare riflessioni conclusive del lavoro</i>	101
<i>Figura 62 - Quadro di stima preliminare organizzato per centri di costo</i>	103
<i>Figura 63 - Analisi ABC e stima del costo di costruzione</i>	103
<i>Figura 64 - Procedura di verifica del dato attraverso preventivazione su IFC....</i>	105
<i>Figura 65 - Opzioni aggiuntive di esportazione.....</i>	108
<i>Figura 66 - Selezione della versione IFC per l'esportazione.....</i>	108
<i>Figura 67 - Impostazioni di esportazione dei Pset</i>	109
<i>Figura 68 - Impostazione dei livelli di dettaglio delle geometrie</i>	110
<i>Figura 69 - Impostazioni di esportazione avanzate</i>	110
<i>Figura 70 - Modello 3D dell'edificio visualizzato in STR con BIM Viewer</i>	112
<i>Figura 71 - Importazione dell'IFC in STR Vision CPM</i>	112
<i>Figura 72 - Visualizzazione dei contenuti informativi degli oggetti presenti nel modello</i>	113

<i>Figura 73 - Impostazione di una regola di calcolo per un preventivo parametrico</i>	115
<i>Figura 74 - Impostazione del preventivo parametrico, scelta della regola di calcolo</i>	117
<i>Figura 75 - Creazione del preventivo parametrico, mappatura proprietà IFC.....</i>	118
<i>Figura 76 - Preventivo parametrico elaborato in STR Vision.....</i>	119

Bibliografia

Testi

Osello A., Il futuro del disegno con il BIM per ingegneri e architetti, Dario Flaccovio Editore, Palermo, 2012.

Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K., BIM Handbook, Second Edition – Edizione italiana a cura di Di Giuda G. M. e Villa V., Ulrico Hoepli Editore, Milano, 2016.

Pavan. A., Mirarchi C., Giani M., BIM: metodi e strumenti – Progettare, costruire e gestire nell'era digitale, Tecniche Nuove, Milano, 2017.

Gottfried A., Di Giuda G. M., Ergotecnica Edile, Società Editrice Esculapio, Bologna, 2011.

Pittard S., Sell P., BIM and quantity surveying, Routledge, 2016.

Caputi M., Odorizzi P., Stefani M., Il Building Information Modeling – BIM. Valore, gestione e soluzioni operative, Maggioli Editori, Santarcangelo di Romagna (RN), 2015.

Ferrara A., Feligioni E., BIM e Project Management: guida pratica alla progettazione integrata, Dario Flaccovio Editore, Palermo, 2016.

Di Castri G., Project Management per l'edilizia. Ingegneria economica: applicazioni e sviluppo, Dario Flaccovio Editore, Palermo 2009.

Ciribini A., L'information modelling e il settore delle costruzioni: IIM e BIM, Maggioli Editore, Rimini, 2013.

Ciribini A., BIM e digitalizzazione dell'ambiente costruito, Grafill Editore, Palermo, 2016.

Utica G., Ingegnerizzazione e gestione economica del progetto, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna, 2007.

Utica G., Contabilità dei Lavori, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna, 2008.

Kerzner H.R., Project Management. A system Approach to Planning, Scheduling and Controlling, John Wiley & Sons, Hoboken, 2013.

Patrone P.D., Di Castri G., Lineamenti di Ingegneria Economica, Alinea Editrice, Firenze, 1999.

Richards M., Building Information Management: A Standard Framework and Guide to BS 1192, BSI Standards, Londra, 2010.

Brischetto M., Pavan A., Picco C., Visconti U., La stima degli immobili ordinari, speciali e dei beni pubblici, Maggioli Editore, Rimini, 2004.

Legislazione e normativa tecnica

D.M. 1 dicembre 2017, n. 560, Decreto attuativo dell'art. 23, comma 13, del D. Lgs. 18 aprile 2016, n. 50 "Codice dei contratti pubblici".

Norma UNI 8290-1:1981, "Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Classificazione e terminologia".

Norma UNI/TS 11337-3:2015 "Edilizia e opere di ingegneria civile - Criteri di codificazione di opere e prodotti da costruzione, attività e risorse - Parte 3: Modelli di raccolta, organizzazione e archiviazione dell'informazione tecnica per i prodotti da costruzione".

Norma UNI 11337-4:2017 "Edilizia e opere di ingegneria civile - Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni - Parte 4: Evoluzione e sviluppo informativo di modelli, elaborati e oggetti".

Norma UNI 11337-5:2017 "Edilizia e opere di ingegneria civile - Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni - Parte 5: Flussi informativi nei processi digitalizzati".

Norma UNI 11337-7:2018, "Edilizia e opere di ingegneria civile - Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni - Parte 7: Requisiti di conoscenza, abilità e competenza delle figure coinvolte nella gestione e nella modellazione informativa".

Norma UNI EN ISO 29481-1:2017 "Modelli di informazioni di edifici - Guida per lo scambio di informazioni - Parte 1: Metodologia e formato".

Pubblicazioni scientifiche

Brioni Giampiero, EIE / ICEC A, MRICS, Le valutazioni sintetiche nel settore delle costruzioni: dalla preventivazione mono-parametrica alla preventivazione a parametrizzazione multifunzionale e costi ragguagliati, Settembre 2015.

Zhiliang Ma, Zhe Liu, BIM-based intelligent acquisition of construction information

for cost estimation of building projects, Creative Construction Conference 2014.

Eastman C., Afsari K., "A Comparison of Construction Classification Systems Used for Classifying Building Product Models," 52nd ASC Annual International Conference Proceedings, 2016, Atlanta, Georgia, 2016.

Smith Peter, Project cost management with 5D BIM, 29th World Congress International Project Management Association (IPMA) 2015, IPMA WC 2015, 28-30 September – 1 October 2015, Westin Playa Bonita, Panama.

Howell G.A., et al, Construction engineering – reinvigorating the discipline, articolo pubblicato dal Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, Blacksburg, 2011.

Altro

BIM Project Execution Planning Guide, developed by The Computer Integrated Construction Research Program at The Pennsylvania University, 2010.

Guida internazionale per l'implementazione di sistemi BIM, Linee guida RICS a livello globale, 2014.

American Institute of Architects, "Integrated Project Delivery: A Guide," 2007.

Construction Specification Institute "MasterFormat™".

Construction Specification Institute "OmniClass™".

Construction Specification Institute "UniFormat™. A Uniform Classification of Construction Systems and Assemblies", CSI:2010.

National Institute of Building Sciences, United States national building information modeling standard: Version 1-part 1: Overview, principles and methodologies, NIBS, Washington DC, 2007.

RICS, How can building information modelling (BIM) support the new rules of measurement (NRM1)?, RICS Research report, 2014.

Building and Construction Authority, BIM essential guide for BIM Execution Plan, BCA Singapore, 2013.

Sitografia

www.autodesk.com

www.buildingsmart.org

www.nationalbimstandard.org

www.rics.org

www.dynamobim.org

www.progettiamobim.com

www.designingbuildings.co.uk

www.bimplus.co.uk

www.trompone.it

www.omniclass.org

www.bimtaskgroup.org

www.ice.org

www.aecbytes.com

www.ifcwiki.org

www.wbdg.org

www.aia.org

Allegato A – Analisi dei Prezzi

ANALISI PREZZI	
AP.01	Sistema di chiusura verticale opaca posato a secco, sp 35,5
[m2]	<p>Sistema di chiusura verticale opaca messo in opera con tecnologia a secco, spessore complessivo 35,5 cm, composto dei seguenti strati funzionali, compresa per ogni lavorazione fornitura e posa in opera:</p> <ul style="list-style-type: none"> - isolamento a cappotto in pannelli in lana di roccia per isolamenti termoacustici di densita' di 40 kg/m³ e lamda pari a 0,035 W/mK; trattata con resine termoindurenti, euroclasse A1, spessore 10 cm; - parete ventilata composta da una struttura 4,5x14,5 cm in abete, rivestimento esterno in OSB , telo antivento impermeabile traspirante con posa a secco, comprendente l'ispezione e preparazione della superficie da impermeabilizzare, taglio dei teli e adattamento alle dimensioni dell'area, posa del manto sintetico, saldatura con solvente o aria calda, sigillatura, avvolgimento corpi fuori uscenti, listellatura con passo 40 cm in abete e spessore 2 cm, doghe esterne in abete spessore 2,5 con le lavorazioni occorrenti, nessuna opera esclusa; - pannello in cartongesso di finitura interna, lastre piene in gesso protetto per intonaco a secco, rivestimenti o pareti divisorie componibili su strutture metalliche o in legno dello spessore di mm 12,5 <p>Nel prezzo è da intendersi compreso tutto quanto necessario a dare la lavorazione completa in ogni sua parte (nulla escluso) e realizzata a perfetta regola d'arte.</p>

CALCOLO DEL VALORE DI ANALISI				
Formulazione	Simbolo	Descrizione	Da progetto	Valore
a =Σtot parziale costi	a	Totale costi diretti		€ 0,00
b =a*%spese generali	b	Spese generali	13,00%	€ 0,00
c =(a+b)*%utile	c	Utile	10,00%	€ 0,00
d =a+b+c	d	Subtotale derivante da costi		€ 0,00
e =Σtot parziale prezzi	e	Subtotale derivante da prezzi		€ 155,54
f =d+e	f	TOTALE ANALISI		€ 155,54
-	g	Coefficiente di assestamento	1,00	
h =f*g	h	VALORE DI ANALISI ASSESTATO		€ 155,54
-	i	VALORE DI ANALISI ARROTONDATO	0,50	€ 156,00

ANALISI DELLE RISORSE								
Cod.	Tipo risorsa	Risorsa	UdM	Qtà	C.U.	C.tot	P.U.	P. tot.

A	Manodopera	Rif. Listino 01.A09.G50.010 - Posa pannelli isolanti	[m2]	1	€ 0,00	€ 0,00	€ 10,24	€ 10,24
B	Materiale	Rif. Listino 01.P09.B07.020 - Fornitura pannelli isolanti	[m2]	1	€ 0,00	€ 0,00	€ 6,61	€ 6,61
D	Lavori ed opere compiute	Rif. Listino 01.A17.A74.005 - Struttura intelaiata di parete a secco	[m2]	1	€ 0,00	€ 0,00	€ 132,83	€ 132,83
B	Materiale	Rif. Listino 01.P09.E60.010 - Fornitura lastra in cartongesso	[m2]	1	€ 0,00	€ 0,00	€ 3,55	€ 3,55
A	Manodopera	Analisi quotazione parametrica- Posa lastra in cartongesso	[m2]	1	€ 0,00	€ 0,00	€ 2,31	€ 2,31
					a	€ 0,00	e	€ 155,54

ANALISI PREZZI

AP.02	Pannelli tipo "Rockpanel" di rivestimento facciata
[m2]	<p>Fornitura e posa in opera di pannelli prefabbricati tipo "Rockpanel" in lana minerale compressa con strato intermedio organico termoindurente. Sono adatti per rivestimenti di facciate, fasce, pannelli di tamponamento, soffitti esterni. I pannelli possono essere fissati su sottostrutture di legno o di alluminio / di acciaio. Il fissaggio su sottostrutture di legno avviene tramite chiodi o viti resistenti alla corrosione oppure tramite incollaggio. Il fissaggio su sottostruttura di alluminio / di acciaio, avviene tramite rivetti resistenti alla corrosione o tramite incollaggio. I pannelli sono trattati da un lato con idropittura a quattro strati a base di polimeri, hanno spessore 6 mm, conducibilità termica pari a 0,35 W/mK, permeabilità al vapore acqueo < 1,80 m, resistenza all'urto con sfera d'acciaio (3J) categoria I, resistenza all'urto morbido (10J) categoria III e resistenza alla flessione > 27 N/mm2.</p> <p>La fornitura e posa in opera della parete ventilata dovrà essere corredata di idonei elaborati grafici coerenti con le tavole di progetto da sottoporre alla preventiva approvazione della D.L.</p> <p>Nel prezzo è da intendersi compreso tutto quanto necessario a dare la lavorazione completa in ogni sua parte (nulla escluso) e realizzata a perfetta regola d'arte.</p>

CALCOLO DEL VALORE DI ANALISI

Formulazione	Simbolo	Descrizione	Da progetto	Valore
$a = \sum \text{tot parziali costi}$	a	Totale costi diretti		€ 0,00
$b = a * \% \text{spese generali}$	b	Spese generali	13,00%	€ 0,00
$c = (a+b) * \% \text{utile}$	c	Utile	10,00%	€ 0,00
$d = a+b+c$	d	Subtotale derivante da costi		€ 0,00

e=Σtot parziale prezzi	e	Subtotale derivante da prezzi		€ 49,25
f=d+e	f	TOTALE ANALISI		€ 49,25
-	g	Coefficiente di assestamento	1,00	
h=f*g	h	VALORE DI ANALISI ASSESTATO		€ 49,25
-	i	VALORE DI ANALISI ARROTONDATO	0,50	€ 49,50

ANALISI DELLE RISORSE								
Cod.	Tipo risorsa	Risorsa	UdM	Qtà	C.U.	C.tot	P.U.	P. tot.
D	Lavori ed opere compiute	Ricerca quotazione di mercato	[m2]	1	€ 0,00	€ 0,00	€ 49,25	€ 49,25
a						€ 0,00	e	€ 49,25

ANALISI PREZZI	
AP.03	Sistema di facciata continua a montanti e traversi
[m2]	<p>Sistema di facciata continua a montanti e traversi in alluminio riportati su una struttura in carpenteria portante.</p> <p>Sistema drenato e ventilato realizzato con profili in alluminio estruso (lega 6060 o 6063 T5/T6 o similare).</p> <p>Taglio termico ottenuto mediante profili distanziatori in poliammide posizionati tra il montante di alluminio e il profilo pressore di alluminio esterno.</p> <p>Guarnizioni in EPDM estruso, neoprene o silicone.</p> <p>Cartellina in alluminio esterna completa di tutti gli accessori di raccordo e sigillatura.</p> <p>La modulazione della facciata avrà interasse pari a 1500 mm.</p> <p>La tipologia di vetro prevista è la seguente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • lastra esterna stratificata 66.2 con coating selettivo STOPRAY Vision 72 o tecnicamente equivalente; • intercapedine 16 mm con gas argon; • lastra intermedia 6 mm; • intercapedine 16 mm con gas argon; • lastra interna stratificata 66.2 con coating basso emissivo. <p>La facciata dovrà avere inoltre le seguenti caratteristiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Finiture. <p>La finitura dei telai in acciaio sarà verniciata a polveri poliesteri, con finitura ferro micaceo, RAL da definire a cura della Direzione dei Lavori. Le saldature in vista dovranno essere ad elevata qualità estetica classe richiesta secondo ISO 12944-2: classe C2 per interni e C3 per esterni. La finitura dei telai in alluminio sarà verniciata a polveri poliesteri, qualità Qualisteelcoat, finitura ferro micaceo, RAL da definire a cura della Direzione dei Lavori. • Requisiti termici.</p> <p>Per la facciata è richiesta una trasmittanza termica $U_{cw} \leq 1.0 \text{ W/m}^2\text{K}$.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Requisiti solari. Per la facciata è richiesto un fattore solare del vetro ≤ 0.34 e un fattore solare vetro+schermatura ≤ 0.20. • Requisiti acustici. Isolamento acustico di facciata ($D_{2m,n,t}$) ≥ 42dB, flanking verticale $R_w \geq 50$ dB, flanking orizzontale $R_w \geq 50$ dB. • Requisiti al fuoco. • Permeabilità all'aria. Elementi apribili: classe 4 (UNI EN 12207). La permeabilità all'aria delle porte dovrà essere definita una volta determinata la tipologia di porta utilizzata. In tutti i casi dovranno essere forniti certificati del sistema proposto e dovranno essere previsti gli accessori per massimizzare le performance di tenuta delle porte inserite in facciata. • Permeabilità all'acqua. Specchiature fisse: classe RE900 (UNI EN 12154). • Resistenza all'impatto. Classe esterno: classe E5 (UNI EN 14019). Classe interno: classe I5 (UNI EN 14019). <p>Sono compresi tutti gli elementi di raccordo alla struttura (carter metallici, raccordi di chiusura alla base e alla sommità della facciata, volute, ecc..) ed agli altri elementi tecnici costituenti l'edificio (nessuno escluso), le assistenze murarie, tutte le attrezzature e tutte le lavorazioni accessorie necessarie a dare l'opera compiuta in ogni sua parte ed a perfetta regola d'arte, nulla escluso.</p>
--	--

CALCOLO DEL VALORE DI ANALISI

Formulazione	Simbolo	Descrizione	Da progetto	Valore
a = Σ tot parziale costi	a	Totale costi diretti		€ 0,00
b = a *%spese generali	b	Spese generali	13,00%	€ 0,00
c =(a+b)*%utile	c	Utile	10,00%	€ 0,00
d = a+b+c	d	Subtotale derivante da costi		€ 0,00
e = Σ tot parziale prezzi	e	Subtotale derivante da prezzi		€ 800,00
f = d+e	f	TOTALE ANALISI		€ 800,00
-	g	Coefficiente di assestamento	1,00	
h = f * g	h	VALORE DI ANALISI ASSESTATO		€ 800,00
-	i	VALORE DI ANALISI ARROTONDATO	0,50	€ 800,00

ANALISI DELLE RISORSE

Cod.	Tipo risorsa	Risorsa	UdM	Qtà	C.U.	C.tot	P.U.	P. tot.

D	Lavori ed opere compiute	Ricerca quotazione di mercato	[m2]	1	€ 0,00	€ 0,00	€ 800,00	€ 800,00	
						a	€ 0,00	e	€ 800,00

ANALISI PREZZI

AP.04	Pacchetto solaio controterra con pavimento in legno
[m2]	<p>Sistema di chiusura orizzontale opaca messo in opera con tecnologia a secco, spessore complessivo 23,5 cm, composto dei seguenti strati funzionali, compresa per ogni lavorazione fornitura e posa in opera:</p> <ul style="list-style-type: none"> - TESSUTO NON TESSUTO a filo continuo da 300 g/m². Strato separatore in "TESSUTO NON TESSUTO" in polipropilene per manti sintetici di separazione del peso di 300 g/m²; - pannello in lana di roccia, di conducibilità termica dichiarata $\lambda_D=0,035$ W/mK, di reazione al fuoco Euroclasse A1, di coefficiente di diffusione al vapore $\mu=1$, di spessore da 3 a 25 cm, conforme norma UNI EN 13162 (soggetto alla marcatura CE obbligatoria), di densità 100 kg/m³, spessore 10 cm; - massetto a secco per alloggiamento impianti in granulato in argilla espansa naturale, in Euroclasse A1, dalle caratteristiche corrispondenti ai requisiti di accettazione secondo UNI EN 13055-2, posato in spessori che possono variare tra i 10 e i 250 mm. Massetto realizzato mediante l'utilizzo di 2 lastre in gesso fibrato accoppiate con strato di materiale isolante in polistirolo dello spessore di 20 o 30,0 mm, di tipo GF-C1-I-W2 secondo UNI EN 15283-2, delle dimensioni di 500 x 1500 mm, con bordo battentato largo 50 mm di spessore 10 o 12,5 mm; - guaina in polipropilene, impermeabile, traspirante, indicata per coperture e pavimenti; - palchetto a testa avanti con listello e fascia perimetrale, dato in opera compresa la provvista e l'assistenza alla posa delle radici la raschiatura e la verniciatura, in listoni massicci maschio e femmina, spessore mm 22, in rovere (<i>Quercus robur</i>) prima commerciale, larghezza mm 65/90, lunghezza mm 500/1000. <p>Nel prezzo è da intendersi compreso tutto quanto necessario a dare la lavorazione completa in ogni sua parte (nulla escluso) e realizzata a perfetta regola d'arte.</p>

CALCOLO DEL VALORE DI ANALISI

Formulazione	Simbolo	Descrizione	Da progetto	Valore
a = Σ tot parziale costi	a	Totale costi diretti		€ 0,00
b = a *%spese generali	b	Spese generali	13,00%	€ 0,00
c =(a+b)*%utile	c	Utile	10,00%	€ 0,00
d = a+b+c	d	Subtotale derivante da costi		€ 0,00
e = Σ tot parziale prezzi	e	Subtotale derivante da prezzi		€ 192,58

f=d+e	f	TOTALE ANALISI		€ 192,58
-	g	Coefficiente di assestamento	1,00	
h=f*g	h	VALORE DI ANALISI ASSESTATO		€ 192,58
-	i	VALORE DI ANALISI ARROTONDATO	0,50	€ 193,00

ANALISI DELLE RISORSE								
Cod.	Tipo risorsa	Risorsa	UdM	Qtà	C.U.	C.tot	P.U.	P. tot.
B	Materiale	Rif. Listino 25.P05.A00.005 - Fornitura tessuto non tessuto	[m2]	1	€ 0,00	€ 0,00	€ 1,09	€ 1,09
D	Lavori ed opere compiute	Ricerca quotazione di mercato - Realizzazione strato isolante	[m2]	1	€ 0,00	€ 0,00	€ 31,00	€ 31,00
D	Lavori ed opere compiute	Ricerca quotazione di mercato - Realizzazione massetto impianti	[m2]	1	€ 0,00	€ 0,00	€ 38,00	€ 38,00
B	Materiale	Rif. Listino 01.P09.E60.010 - Fornitura lastra in cartongesso	[m2]	1	€ 0,00	€ 0,00	€ 3,55	€ 3,55
A	Manodopera	Analisi quotazione parametrica- Posa lastra in cartongesso	[m2]	1	€ 0,00	€ 0,00	€ 2,31	€ 2,31
B	Materiale	Rif. Listino 03.P10.B03.005 - Fornitura telo impermeabile traspirante	[m2]	1	€ 0,00	€ 0,00	€ 1,48	€ 1,48
D	Lavori ed opere compiute	Rif. Listino 01.A12.C10.030 - Pavimento in legno essenza rovere	[m2]	1	€ 0,00	€ 0,00	€ 115,15	€ 115,15
a						€ 0,00	e	€ 192,58

ANALISI PREZZI	
AP.05	Pacchetto solaio interpiano a secco con pavimento in legno
[m2]	<p>Sistema di partizione orizzontale opaca messo in opera con tecnologia a secco, spessore complessivo 36 cm, composto dei seguenti strati funzionali, compresa per ogni lavorazione fornitura e posa in opera:</p> <ul style="list-style-type: none"> - struttura a telaio in legno con isolamento interposto in lana di roccia per isolamenti termoacustici di densità di 40 kg/m³ e λ pari a 0,035 W/mK; trattata con resine termoindurenti, euroclasse A1, spessore 15 cm e due pannelli in OSB spessore 15 mm ; - realizzazione di intonaco con malte a base di gesso. Esecuzione di intonaco di fondo su pareti verticali e orizzontali interne, sia in piano sia in curva, compresa l'esecuzione dei raccordi, delle zanche e la profilatura degli spigoli. Esclusi i ponteggi fissi e compresi gli eventuali ponteggi provvisori. Per una superficie complessiva di almeno 1 m², anche a più strati e fino a 2 cm di spessore. Rivestimento superficiale monostrato, con

	<p>proprietà di isolamento termico-acustico e protezione antincendio. Con malta a base di gesso emidrato ed anidro, vermiculite espansa, perlite espansa e additivi più acqua q.b. Applicato a spruzzo. Resa 9 Kg/m²/cm. Prezzo al m² per 1 centimetro di spessore;</p> <p>- massetto a secco per alloggiamento impianti in granulato in argilla espansa naturale, in Euroclasse A1, dalle caratteristiche corrispondenti ai requisiti di accettazione secondo UNI EN 13055-2, posato in spessori che possono variare tra i 10 e i 250 mm. Massetto realizzato mediante l'utilizzo di 2 lastre in gesso fibrato accoppiate con strato di materiale isolante in polistirolo dello spessore di 20 o 30,0 mm, di tipo GF-C1-I-W2 secondo UNI EN 15283-2, delle dimensioni di 500 x 1500 mm, con bordo battentato largo 50 mm di spessore 10 o 12,5 mm;</p> <p>- palchetto a testa avanti con listello e fascia perimetrale, dato in opera compresa la provvista e l'assistenza alla posa delle radici la raschiatura e la verniciatura, in listoni massicci maschio e femmina, spessore mm 22, in rovere (Quercus robur) prima commerciale, larghezza mm 65/90, lunghezza mm 500/1000.</p> <p>Nel prezzo è da intendersi compreso tutto quanto necessario a dare la lavorazione completa in ogni sua parte (nulla escluso) e realizzata a perfetta regola d'arte.</p>
--	--

CALCOLO DEL VALORE DI ANALISI				
Formulazione	Simbolo	Descrizione	Da progetto	Valore
$a = \Sigma \text{tot parziale costi}$	a	Totale costi diretti		€ 0,00
$b = a * \% \text{spese generali}$	b	Spese generali	13,00%	€ 0,00
$c = (a+b) * \% \text{utile}$	c	Utile	10,00%	€ 0,00
$d = a + b + c$	d	Subtotale derivante da costi		€ 0,00
$e = \Sigma \text{tot parziale prezzi}$	e	Subtotale derivante da prezzi		€ 242,19
$f = d + e$	f	TOTALE ANALISI		€ 242,19
-	g	Coefficiente di assestamento	1,00	
$h = f * g$	h	VALORE DI ANALISI ASSESTATO		€ 242,19
-	i	VALORE DI ANALISI ARROTONDATO	0,50	€ 242,50

ANALISI DELLE RISORSE								
Cod.	Tipo risorsa	Risorsa	UdM	Qtà	C.U.	C.tot	P.U.	P. tot.
D	Lavori ed opere compiute	Ricerca quotazione di mercato - Solaio ligneo con isolamento acustico	[m2]	1	€ 0,00	€ 0,00	€ 76,50	€ 76,50
D	Lavori ed opere compiute	Rif. Listino 03.A04.B03.005 - Realizzazione di intonaco	[m2]	1	€ 0,00	€ 0,00	€ 12,54	€ 12,54

D	Lavori ed opere compiute	Ricerca quotazione di mercato - Realizzazione massetto impianti	[m2]	1	€ 0,00	€ 0,00	€ 38,00	€ 38,00	
D	Lavori ed opere compiute	Rif. Listino 01.A12.C10.030 - Pavimento in legno essenza rovere	[m2]	1	€ 0,00	€ 0,00	€ 115,15	€ 115,15	
						a	€ 0,00	e	€ 192,58

ANALISI PREZZI	
AP.06	Pacchetto solaio sottotetto a secco
[m2]	<p>Sistema di partizione orizzontale opaca a messo in opera con tecnologia a secco, spessore complessivo 30,5 cm, composto dei seguenti strati funzionali, compresa per ogni lavorazione fornitura e posa in opera:</p> <ul style="list-style-type: none"> - struttura a telaio in legno con isolamento interposto in lana di roccia per isolamenti termoacustici di densita' di 40 kg/m³ e lamda pari a 0,035 W/mK; trattata con resine termoindurenti, euroclasse A1, spessore 15 cm e due pannelli in OSB spessore 15 mm ; - realizzazione di intonaco con malte a base di gesso. Esecuzione di intonaco di fondo su pareti verticali e orizzontali interne, sia in piano sia in curva, compresa l'esecuzione dei raccordi, delle zanche e la profilatura degli spigoli. Esclusi i ponteggi fissi e compresi gli eventuali ponteggi provvisori. Per una superficie complessiva di almeno 1 m², anche a più strati e fino a 2 cm di spessore. Rivestimento superficiale monostrato, con proprietà di isolamento termico-acustico e protezione antincendio. Con malta a base di gesso emidrato ed anidro, vermiculite espansa, perlite espansa e additivi più acqua q.b. Applicato a spruzzo. Resa 9 Kg/m²/cm. Prezzo al m² per 1 centimetro di spessore; - pannello in cartongesso di finitura interna, lastre piene in gesso protetto per intonaco a secco, rivestimenti o pareti divisorie componibili su strutture metalliche o in legno dello spessore di mm 12,5. <p>Nel prezzo è da intendersi compreso tutto quanto necessario a dare la lavorazione completa in ogni sua parte (nulla escluso) e realizzata a perfetta regola d'arte.</p>

CALCOLO DEL VALORE DI ANALISI				
Formulazione	Simbolo	Descrizione	Da progetto	Valore
a =Σtot parziale costi	a	Totale costi diretti		€ 0,00
b =a*%spese generali	b	Spese generali	13,00%	€ 0,00
c =(a+b)*%utile	c	Utile	10,00%	€ 0,00
d =a+b+c	d	Subtotale derivante da costi		€ 0,00
e =Σtot parziale prezzi	e	Subtotale derivante da prezzi		€ 94,90
f =d+e	f	TOTALE ANALISI		€ 94,90

-	g	Coefficiente di assestamento	1,00	
h=f*g	h	VALORE DI ANALISI ASSESTATO		€ 94,90
-	i	VALORE DI ANALISI ARROTONDATO	0,50	€ 95,00

ANALISI DELLE RISORSE

Cod.	Tipo risorsa	Risorsa	UdM	Qtà	C.U.	C.tot	P.U.	P. tot.
D	Lavori ed opere compiute	Ricerca quotazione di mercato - Solaio ligneo con isolamento acustico	[m2]	1	€ 0,00	€ 0,00	€ 76,50	€ 76,50
D	Lavori ed opere compiute	Rif. Listino 03.A04.B03.005 - Realizzazione di intonaco	[m2]	1	€ 0,00	€ 0,00	€ 12,54	€ 12,54
B	Materiale	Rif. Listino 01.P09.E60.010 - Fornitura lastra in cartongesso	[m2]	1	€ 0,00	€ 0,00	€ 3,55	€ 3,55
A	Manodopera	Analisi quotazione parametrica- Posa lastra in cartongesso	[m2]	1	€ 0,00	€ 0,00	€ 2,31	€ 2,31
a						€ 0,00	e	€ 94,90

ANALISI PREZZI

AP.07	Porta vetrata scorrevole a due ante dim. 235x220 cm
[m2]	<p>Fornitura e posa in opera di porta scorrevole in vetro delle dimensioni di 235 x 220 cm, con sistema di ammortizzazione in chiusura e apertura, completo di binario di scorrimento in alluminio installato a parete o a soffitto, carrelli nascosti con apposito dispositivo e dotati di cuscinetti a sfera con ruote di plastica autolubrificante, fine corsa e sistema anti-ribaltamento nascosti all'interno del binario, bloccaggio elettromeccanico integrato nascosto all'interno del binario e azionabile tramite telecomando o interruttore a parete.</p> <p>Il prodotto dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche: resistenza alla corrosione classe 4 conforme alla norma EN 1670, vetro monolitico temperato o stratificato con spessore da 8 a 13,5 mm, cicli apertura/chiusura > 200.000.</p> <p>Nel prezzo è da intendersi compreso tutto quanto necessario a dare la lavorazione completa in ogni sua parte (nulla escluso) e realizzata a perfetta regola d'arte.</p>

CALCOLO DEL VALORE DI ANALISI

Formulazione	Simbolo	Descrizione	Da progetto	Valore
a =Σtot parziale costi	a	Totale costi diretti		€ 0,00
b =a*%spese generali	b	Spese generali	13,00%	€ 0,00
c =(a+b)*%utile	c	Utile	10,00%	€ 0,00

d=a+b+c	d	Subtotale derivante da costi		€ 0,00
e=Σtot parziale prezzi	e	Subtotale derivante da prezzi		€ 1.794,89
f=d+e	f	TOTALE ANALISI		€ 1.794,89
-	g	Coefficiente di assestamento	1,00	
h=f*g	h	VALORE DI ANALISI ASSESTATO		€ 1.794,89
-	i	VALORE DI ANALISI ARROTONDATO	0,50	€ 1795,00

ANALISI DELLE RISORSE

Cod.	Tipo risorsa	Risorsa	UdM	Qtà	C.U.	C.tot	P.U.	P. tot.
D	Lavori ed opere compiute	Ricerca quotazione di mercato	[m2]	1	€ 1.444,00	€ 1.444,00	€ 0,00	€ 0,00
						€ 1.444,00		
						a 0	e	€ 0,00

ANALISI PREZZI

AP.08	Porta vetrata ad un'anta dim. 120 x 230 cm
[m2]	Fornitura e posa in opera di porta ad un'anta battente in vetro temperato delle dimensioni di 120 x 230 cm, spessore 8 mm conforme alla norma di riferimento UNI 7697 e UNI EN 12150:2 sostenuta da un profilo verticale in alluminio anodizzato e comprensiva di ferramenta e guarnizioni, finitura trasparente, compresa di telaio dedicato per porte a battente filo muro in alluminio estruso sottoposto a trattamento con primer nelle versioni a spingere e a tirare, senso di apertura destro e sinistro. Nel prezzo è da intendersi compreso tutto quanto necessario a dare la lavorazione completa in ogni sua parte (nulla escluso) e realizzata a perfetta regola d'arte.

CALCOLO DEL VALORE DI ANALISI

Formulazione	Simbolo	Descrizione	Da progetto	Valore
a=Σtot parziale costi	a	Totale costi diretti		€ 0,00
b=a*%spese generali	b	Spese generali	13,00%	€ 0,00
c=(a+b)*%utile	c	Utile	10,00%	€ 0,00
d=a+b+c	d	Subtotale derivante da costi		€ 0,00
e=Σtot parziale prezzi	e	Subtotale derivante da prezzi		€ 1.305,15
f=d+e	f	TOTALE ANALISI		€ 1.305,15
-	g	Coefficiente di assestamento	1,00	

h=f*g	h	VALORE DI ANALISI ASSESTATO		€ 1.305,15
-	i	VALORE DI ANALISI ARROTONDATO	0,50	€ 1.305,50

ANALISI DELLE RISORSE

Cod.	Tipo risorsa	Risorsa	UdM	Qtà	C.U.	C.tot	P.U.	P. tot.
D	Lavori ed opere compiute	Ricerca quotazione di mercato	[m2]	1	€ 1.050,00	€ 1.050,00	€ 0,00	€ 0,00
						€ 1.050,00		
						a 0	e	€ 0,00

ANALISI PREZZI

AP.09	Porta vetrata ad un'anta dim. 120 x 210 cm
[m2]	Fornitura e posa in opera di porta ad un'anta battente in vetro temperato delle dimensioni di 120 x 210 cm, spessore 8 mm conforme alla norma di riferimento UNI 7697 e UNI EN 12150:2 sostenuta da un profilo verticale in alluminio anodizzato e comprensiva di ferramenta e guarnizioni, finitura trasparente, compresa di telaio dedicato per porte a battente filo muro in alluminio estruso sottoposto a trattamento con primer nelle versioni a spingere e a tirare, senso di apertura destro e sinistro. Nel prezzo è da intendersi compreso tutto quanto necessario a dare la lavorazione completa in ogni sua parte (nulla escluso) e realizzata a perfetta regola d'arte.

CALCOLO DEL VALORE DI ANALISI

Formulazione	Simbolo	Descrizione	Da progetto	Valore
a=Σtot parziale costi	a	Totale costi diretti		€ 0,00
b=a*%spese generali	b	Spese generali	13,00%	€ 0,00
c=(a+b)*%utile	c	Utile	10,00%	€ 0,00
d=a+b+c	d	Subtotale derivante da costi		€ 0,00
e=Σtot parziale prezzi	e	Subtotale derivante da prezzi		€ 1.180,85
f=d+e	f	TOTALE ANALISI		€ 1.180,85
-	g	Coefficiente di assestamento	1,00	
h=f*g	h	VALORE DI ANALISI ASSESTATO		€ 1.180,85
-	i	VALORE DI ANALISI ARROTONDATO	0,50	€ 1.181,00

ANALISI DELLE RISORSE

Cod.	Tipo risorsa	Risorsa	UdM	Qtà	C.U.	C.tot	P.U.	P. tot.
D	Lavori ed opere compiute	Ricerca quotazione di mercato	[m2]	1	€ 950,00	€ 950,00	€ 0,00	€ 0,00
						€ 950,00	e	€ 0,00
						a		

ANALISI PREZZI	
AP.10	Porta scorrevole in legno e vetro dim. 100x210 cm
[m2]	<p>Fornitura e posa in opera di porta scorrevole in legno e vetro delle dimensioni di 100 x 210 cm, con sistema di ammortizzazione in chiusura e apertura, completo di binario di scorrimento installato a parete o a soffitto, carrelli nascosti, fine corsa e sistema anti-ribaltamento nascosti all'interno del binario, bloccaggio elettromeccanico integrato nascosto all'interno del binario e azionabile tramite telecomando o interruttore a parete.</p> <p>Il prodotto dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche: resistenza alla corrosione classe 4 conforme alla norma EN 1670, cicli apertura/chiusura > 200.000.</p> <p>Nel prezzo è da intendersi compreso tutto quanto necessario a dare la lavorazione completa in ogni sua parte (nulla escluso) e realizzata a perfetta regola d'arte.</p>

CALCOLO DEL VALORE DI ANALISI				
Formulazione	Simbolo	Descrizione	Da progetto	Valore
a =Σtot parziale costi	a	Totale costi diretti		€ 0,00
b =a*%spese generali	b	Spese generali	13,00%	€ 0,00
c =(a+b)*%utile	c	Utile	10,00%	€ 0,00
d =a+b+c	d	Subtotale derivante da costi		€ 0,00
e =Σtot parziale prezzi	e	Subtotale derivante da prezzi		€ 994,40
f =d+e	f	TOTALE ANALISI		€ 994,40
-	g	Coefficiente di assestamento	1,00	
h =f*g	h	VALORE DI ANALISI ASSESTATO		€ 994,40
-	i	VALORE DI ANALISI ARROTONDATO	0,50	€ 994,50

ANALISI DELLE RISORSE								
Cod.	Tipo risorsa	Risorsa	UdM	Qtà	C.U.	C.tot	P.U.	P. tot.
D	Lavori ed opere compiute	Ricerca quotazione di mercato	[m2]	1	€ 800,00	€ 800,00	€ 0,00	€ 0,00

	€			€
a	800,00		e	€ 0,00

ANALISI PREZZI	
AP.11	Finestra due ante con persiane dim. 120x165 cm
[m2]	<p>Fornitura e Posa in opera di Serramenti metallici esterni, completi di telaio in profilati a taglio termico e vetro montato tipo camera bassoemissivo, per finestre, e portefinestre con marcatura CE (UNI EN 14351-1),- di qualunque forma, tipo, dimensione e numero di battenti profili fermavetro, gocciolatoio, serratura, ferramenta e maniglia. Con trasmittanza termica complessiva $U_w = \leq 2,0$ e $\geq 1,6$ W/m²K (UNI EN ISO 10077-1) esclusa la fornitura al piano, in alluminio, ad ante, aventi superficie inferiore a m² 2,0.</p> <p>Nella lavorazione sono da intendersi comprese persiane avvolgibili a stecche orientabili e sovrapponibili a completa chiusura, complete di accessori, guide laterali, supporti, rulli, etc, comandi autofrenanti ad asta e maniglia snodata, in lega di alluminio verniciato a fuoco.</p> <p>Nel prezzo è da intendersi compreso tutto quanto necessario a dare la lavorazione completa in ogni sua parte (nulla escluso) e realizzata a perfetta regola d'arte.</p>

CALCOLO DEL VALORE DI ANALISI				
Formulazione	Simbolo	Descrizione	Da progetto	Valore
a =Σtot parziale costi	a	Totale costi diretti		€ 0,00
b = a *%spese generali	b	Spese generali	13,00%	€ 0,00
c =(a+b)*%utile	c	Utile	10,00%	€ 0,00
d = a+b+c	d	Subtotale derivante da costi		€ 0,00
e =Σtot parziale prezzi	e	Subtotale derivante da prezzi		€ 1.197,41
f = d+e	f	TOTALE ANALISI		€ 1.197,41
-	g	Coefficiente di assestamento	1,00	
h = f*g	h	VALORE DI ANALISI ASSESTATO		€ 1.197,41
-	i	VALORE DI ANALISI ARROTONDATO	0,50	€ 1197,50

ANALISI DELLE RISORSE								
Cod.	Tipo risorsa	Risorsa	UdM	Qtà	C.U.	C.tot	P.U.	P. tot.
D	Lavori ed opere compiute	Rif. Listino 01.A18.B00.065 - Fornitura e posa di serramenti in alluminio	[m2]	1,98	€ 0,00	€ 0,00	€ 419,92	€ 831,44

A	Manodopera	Rif. Listino 01.A18.C40.005 - Posa in opera di persiane in alluminio	[m2]	1,98	€ 0,00	€ 0,00	€ 77,17	€ 152,80
B	Materiale	Rif. Listino 01.P13.B20.005 - Fornitura persiane in alluminio	[m2]	1,98	€ 0,00	€ 0,00	€ 107,66	€ 213,17
						a	€ 0,00	e
								€ 1.197,41

ANALISI PREZZI	
AP.12	Finestra due ante con persiane dim. 210x165 cm
[cad]	<p>Fornitura e Posa in opera di Serramenti metallici esterni, completi di telaio in profilati a taglio termico e vetro montato tipo camera bassoemissivo, per finestre, e portefinestre con marcatura CE (UNI EN 14351-1),- di qualunque forma, tipo, dimensione e numero di battenti profili fermavetro, gocciolatoio, serratura, ferramenta e maniglia. Con trasmittanza termica complessiva $U_w = \leq 2,0$ e $\geq 1,6$ W/m²K (UNI EN ISO 10077-1) esclusa la fornitura al piano, in alluminio, ad ante, aventi superficie compresa tra m² 2.00 m² 3,5.</p> <p>Nella lavorazione sono da intendersi comprese persiane avvolgibili a stecche orientabili e sovrapponibili a completa chiusura, complete di accessori, guide laterali, supporti, rulli, etc, comandi autofrenanti ad asta e maniglia snodata, in lega di alluminio verniciato a fuoco.</p> <p>Nel prezzo è da intendersi compreso tutto quanto necessario a dare la lavorazione completa in ogni sua parte (nulla escluso) e realizzata a perfetta regola d'arte.</p>

CALCOLO DEL VALORE DI ANALISI				
Formulazione	Simbolo	Descrizione	Da progetto	Valore
a =Σtot parziale costi	a	Totale costi diretti		€ 0,00
b = a *%spese generali	b	Spese generali	13,00%	€ 0,00
c =(a+b)*%utile	c	Utile	10,00%	€ 0,00
d = a+b+c	d	Subtotale derivante da costi		€ 0,00
e =Σtot parziale prezzi	e	Subtotale derivante da prezzi		€ 1.399,03
f = d+e	f	TOTALE ANALISI		€ 1.399,03
-	g	Coefficiente di assestamento	1,00	
h = f * g	h	VALORE DI ANALISI ASSESTATO		€ 1.399,03
-	i	VALORE DI ANALISI ARROTONDATO	0,50	€ 1399,50

ANALISI DELLE RISORSE

Cod.	Tipo risorsa	Risorsa	UdM	Qtà	C.U.	C.tot	P.U.	P. tot.
D	Lavori ed opere compiute	Rif. Listino 01.A18.B00.070 - Fornitura e posa di serramenti in alluminio	[m2]	3,47	€ 0,00	€ 0,00	€ 403,76	€ 1.399,03
A	Manodopera	Rif. Listino 01.A18.C40.005 - Posa in opera di persiane in alluminio	[m2]	3,47	€ 0,00	€ 0,00	€ 77,17	€ 267,39
B	Materiale	Rif. Listino 01.P13.B20.005 - Fornitura persiane in alluminio	[m2]	3,47	€ 0,00	€ 0,00	€ 107,66	€ 373,04
						a	€ 0,00	e
								€ 1.399,03

ANALISI PREZZI	
AP.13	Finestra un'anta con persiane sx dim. 70x165 cm
[cad]	<p>Fornitura e Posa in opera di Serramenti metallici esterni, completi di telaio in profilati a taglio termico e vetro montato tipo camera bassoemissivo, per finestre, e portefinestre con marcatura CE (UNI EN 14351-1),- di qualunque forma, tipo, dimensione e numero di battenti profili fermavetro, gocciolatoio, serratura, ferramenta e maniglia. Con trasmittanza termica complessiva $U_w = \leq 2,0$ e $\geq 1,6$ W/m²K (UNI EN ISO 10077-1) esclusa la fornitura al piano, in alluminio, ad ante, aventi superficie inferiore a m² 2,0.</p> <p>Nella lavorazione sono da intendersi comprese persiane avvolgibili a stecche orientabili e sovrapponibili a completa chiusura, complete di accessori, guide laterali, supporti, rulli, etc, comandi autofrenanti ad asta e maniglia snodata, in lega di alluminio verniciato a fuoco.</p> <p>Nel prezzo è da intendersi compreso tutto quanto necessario a dare la lavorazione completa in ogni sua parte (nulla escluso) e realizzata a perfetta regola d'arte.</p>

CALCOLO DEL VALORE DI ANALISI				
Formulazione	Simbolo	Descrizione	Da progetto	Valore
a =Σtot parziale costi	a	Totale costi diretti		€ 0,00
b =a*%spese generali	b	Spese generali	13,00%	€ 0,00
c =(a+b)*%utile	c	Utile	10,00%	€ 0,00
d =a+b+c	d	Subtotale derivante da costi		€ 0,00
e =Σtot parziale prezzi	e	Subtotale derivante da prezzi		€ 1.044,92
f =d+e	f	TOTALE ANALISI		€ 1.044,92
-	g	Coefficiente di assestamento	1,00	
h =f*g	h	VALORE DI ANALISI ASSESTATO		€ 1.044,92

-	i	VALORE DI ANALISI ARROTONDATO	0,50	€ 1045,00
---	---	--------------------------------------	------	----------------------

ANALISI DELLE RISORSE								
Cod.	Tipo risorsa	Risorsa	UdM	Qtà	C.U.	C.tot	P.U.	P. tot.
D	Lavori ed opere compiute	Rif. Listino 01.A18.B00.065 - Fornitura e posa di serramenti in alluminio	[m2]	1,98	€ 0,00	€ 0,00	€ 419,92	€ 831,44
A	Manodopera	Rif. Listino 01.A18.C40.005 - Posa in opera di persiane in alluminio	[m2]	1,16	€ 0,00	€ 0,00	€ 77,17	€ 89,13
B	Materiale	Rif. Listino 01.P13.B20.005 - Fornitura persiane in alluminio	[m2]	1,16	€ 0,00	€ 0,00	€ 107,66	€ 124,35
a						€ 0,00	e	€ 1044,92

ANALISI PREZZI	
AP.14	Pacchetto di copertura isolata a secco
[m2]	<p>Sistema di copertura isolata messo in opera con tecnologia a secco, spessore complessivo 26 cm, composto dei seguenti strati funzionali, compresa per ogni lavorazione fornitura e posa in opera:</p> <ul style="list-style-type: none"> - struttura a telaio in legno con isolamento interposto in lana di roccia per isolamenti termoacustici di densità di 40 kg/m³ e lambda pari a 0,035 W/mK; trattata con resine termoindurenti, euroclasse A1, spessore 15 cm e due pannelli in OSB spessore 15 mm ; - realizzazione di intonaco con malte a base di gesso. Esecuzione di intonaco di fondo su pareti verticali e orizzontali interne, sia in piano sia in curva, compresa l'esecuzione dei raccordi, delle zanche e la profilatura degli spigoli. Esclusi i ponteggi fissi e compresi gli eventuali ponteggi provvisori. Per una superficie complessiva di almeno 1 m², anche a più strati e fino a 2 cm di spessore. Rivestimento superficiale monostrato, con proprietà di isolamento termico-acustico e protezione antincendio. Con malta a base di gesso emidrato ed anidro, vermiculite espansa, perlite espansa e additivi più acqua q.b. Applicato a spruzzo. Resa 9 Kg/m²/cm. Prezzo al m² per 1 centimetro di spessore; - telo impermeabile traspirante stesso sul pannello di chiusura del pacchetto intelaiato di copertura; - strato di isolamento e microventilazione realizzato con pannelli tipo sandwich in poliuretano espanso autoestinguento rigidi con rivestimento in cartongesso bitumato cilindrato, per isolamento termico di coperture piane od inclinate, con pannello posto direttamente sotto l'impermeabilizzazione; delle dimensioni di cm100x50; lambda= 0,029, spessore mm50, densità 35 kg/m³. <p>Nel prezzo è da intendersi compreso tutto quanto necessario a dare la lavorazione completa in ogni sua parte (nulla escluso) e realizzata a perfetta regola d'arte.</p>

CALCOLO DEL VALORE DI ANALISI				
Formulazione	Simbolo	Descrizione	Da progetto	Valore
$a = \Sigma \text{tot parziale costi}$	a	Totale costi diretti		€ 0,00
$b = a * \% \text{spese generali}$	b	Spese generali	13,00%	€ 0,00
$c = (a+b) * \% \text{utile}$	c	Utile	10,00%	€ 0,00
$d = a+b+c$	d	Subtotale derivante da costi		€ 0,00
$e = \Sigma \text{tot parziale prezzi}$	e	Subtotale derivante da prezzi		€ 103,98
$f = d+e$	f	TOTALE ANALISI		€ 103,98
-	g	Coefficiente di assestamento	1,00	
$h = f * g$	h	VALORE DI ANALISI ASSESTATO		€ 103,98
-	i	VALORE DI ANALISI ARROTONDATO	0,50	€ 104,00

ANALISI DELLE RISORSE								
Cod.	Tipo risorsa	Risorsa	UdM	Qtà	C.U.	C.tot	P.U.	P. tot.
D	Lavori ed opere compiute	Ricerca quotazione di mercato - Solaio ligneo con isolamento acustico	[m2]	1,00 0	€ 0,00	€ 0,00	€ 76,50	€ 76,50
D	Lavori ed opere compiute	Rif. Listino 03.A04.B03.005 - Realizzazione di intonaco	[m2]	1,00 0	€ 0,00	€ 0,00	€ 12,54	€ 12,54
D	Lavori ed opere compiute	Rif. Listino 02.P96.Z40.010 - Telo impermeabile	[m2]	1,00 0	€ 0,00	€ 0,00	€ 3,96	€ 3,96
D	Lavori ed opere compiute	Rif. Listino 01.P09.G00.025 - Stato isolante	[m2]	1,00 0	€ 0,00	€ 0,00	€ 10,98	€ 10,98
a						€ 0,00	e	€ 103,98

ANALISI PREZZI	
AP.15	Rivestimento per copertura con pannelli tipo "Rockpanel"
[m2]	Fornitura e posa in opera di pannelli prefabbricati tipo "Rockpanel" in lana minerale compressa con strato intermedio organico termoidurente. Sono adatti per rivestimenti di facciate, fasce, pannelli di tamponamento, soffitti esterni. I pannelli possono essere fissati su sottostrutture di legno o di alluminio / di acciaio. Il fissaggio su sottostrutture di legno avviene tramite chiodi o viti resistenti alla corrosione oppure tramite incollaggio. Il fissaggio su sottostruttura di alluminio / di acciaio, avviene tramite rivetti resistenti alla corrosione o tramite incollaggio. I pannelli sono trattati da

	<p>un lato con idropittura a quattro strati a base di polimeri, hanno spessore 6 mm, conducibilità termica pari a 0,35 W/mK, permeabilità al vapore acqueo < 1,80 m, resistenza all'urto con sfera d'acciaio (3J) categoria I, resistenza all'urto morbido (10J) categoria III e resistenza alla flessione > 27 N/mm².</p> <p>Nel prezzo è da intendersi compreso tutto quanto necessario a dare la lavorazione completa in ogni sua parte (nulla escluso) e realizzata a perfetta regola d'arte.</p>
--	--

CALCOLO DEL VALORE DI ANALISI				
Formulazione	Simbolo	Descrizione	Da progetto	Valore
$a = \Sigma$ tot parziale costi	a	Totale costi diretti		€ 0,00
$b = a * \%$ spese generali	b	Spese generali	13,00%	€ 0,00
$c = (a+b) * \%$ utile	c	Utile	10,00%	€ 0,00
$d = a + b + c$	d	Subtotale derivante da costi		€ 0,00
$e = \Sigma$ tot parziale prezzi	e	Subtotale derivante da prezzi		€ 49,25
$f = d + e$	f	TOTALE ANALISI		€ 49,25
-	g	Coefficiente di assestamento	1,00	
$h = f * g$	h	VALORE DI ANALISI ASSESTATO		€ 49,25
-	i	VALORE DI ANALISI ARROTONDATO	0,50	€ 49,50

ANALISI DELLE RISORSE									
Cod.	Tipo risorsa	Risorsa	UdM	Qtà	C.U.	C.tot	P.U.	P. tot.	
D	Lavori ed opere compiute	Ricerca quotazione di mercato	[m2]	1,00 0	€ 0,00	€ 0,00	€ 49,25	€ 49,25	
						a	€ 0,00	e	€ 49,25

ANALISI PREZZI	
AP.16	Copertura inclinata vetrata con struttura in acciaio passo 1,5 m
[m2]	<p>Sistema di copertura realizzato con facciata continua a montanti e traversi in alluminio riportati su una struttura in carpenteria portante.</p> <p>Sistema drenato e ventilato realizzato con profili in alluminio estruso (lega 6060 o 6063 T5/T6 o similare).</p> <p>Taglio termico ottenuto mediante profili distanziatori in poliammide posizionati tra il montante di alluminio e il profilo pressore di alluminio esterno.</p> <p>Guarnizioni in EPDM estruso, neoprene o silicone.</p> <p>Cartellina in alluminio esterna completa di tutti gli accessori di raccordo e sigillatura.</p> <p>La modulazione della facciata avrà interasse pari a 1500 mm.</p> <p>La tipologia di vetro prevista è la seguente:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • lastra esterna stratificata 66.2 con coating selettivo STOPRAY Vision 72 o tecnicamente equivalente; • intercapedine 16 mm con gas argon; • lastra intermedia 6 mm; • intercapedine 16 mm con gas argon; • lastra interna stratificata 66.2 con coating basso emissivo. <p>La facciata dovrà avere inoltre le seguenti caratteristiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Finiture. <p>La finitura dei telai in acciaio sarà verniciata a polveri poliesteri, con finitura ferro micaceo, RAL da definire a cura della Direzione dei Lavori. Le saldature in vista dovranno essere ad elevata qualità estetica classe richiesta secondo ISO 12944-2: classe C2 per interni e C3 per esterni. La finitura dei telai in alluminio sarà verniciata a polveri poliesteri, qualità Qualisteelcoat, finitura ferro micaceo, RAL da definire a cura della Direzione dei Lavori. • Requisiti termici.</p> <p>Per la facciata è richiesta una trasmittanza termica $U_{cw} \leq 1.0 \text{ W/m}^2\text{K}$.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Requisiti solari. <p>Per la facciata è richiesto un fattore solare del vetro ≤ 0.34 e un fattore solare vetro+schermatura ≤ 0.20.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Requisiti acustici. <p>Isolamento acustico di facciata $(D_{2m,n,t}) \geq 42\text{dB}$, flanking verticale $R_w \geq 50 \text{ dB}$, flanking orizzontale $R_w \geq 50 \text{ dB}$.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Requisiti al fuoco. • Permeabilità all'aria. • Permeabilità all'acqua. • Resistenza all'impatto. <p>Classe esterno: classe E5 (UNI EN 14019). Classe interno: classe I5 (UNI EN 14019).</p> <p>Sono compresi tutti gli elementi di raccordo alla struttura (carter metallici, raccordi di chiusura alla base e alla sommità della facciata, volute, ecc..) ed agli altri elementi tecnici costituenti l'edificio (nessuno escluso), le assistenze murarie, tutte le attrezzature e tutte le lavorazioni accessorie necessarie a dare l'opera compiuta in ogni sua parte ed a perfetta regola d'arte, nulla escluso.</p>
--	---

CALCOLO DEL VALORE DI ANALISI				
Formulazione	Simbolo	Descrizione	Da progetto	Valore
a = Σ tot parziale costi	a	Totale costi diretti		€ 523,00
b = a *%spese generali	b	Spese generali	13,00%	€ 67,99
c =(a+b)*%utile	c	Utile	10,00%	€ 59,10
d = a+b+c	d	Subtotale derivante da costi		€ 650,09
e = Σ tot parziale prezzi	e	Subtotale derivante da prezzi		€ 0,00
f = d+e	f	TOTALE ANALISI		€ 650,09

-	g	Coefficiente di assestamento	1,00	
h=f*g	h	VALORE DI ANALISI ASSESTATO		€ 650,09
-	i	VALORE DI ANALISI ARROTONDATO	0,50	€ 650,50

ANALISI DELLE RISORSE

Cod.	Tipo risorsa	Risorsa	UdM	Qtà	C.U.	C.tot	P.U.	P. tot.
D	Lavori ed opere compiute	Ricerca quotazione di mercato	[cad]	1,00 0	€ 500,00	€ 523,00	€ 0,00	€ 0,00
						€ a 523,00	e	€ 0,00

ANALISI PREZZI

AP.17	Sistema di tendaggio esterno dim. 70x165 cm
[cad]	Tenda esterna realizzata con cassonetto superiore in alluminio nel quale viene alloggiato il rullo di avvolgimento, il telo avvolto ed il comando di manovra. Lateralmente ci saranno le guide in alluminio da 40 x 20mm, nelle quali scorrerà un'asta in acciaio inox 25x5 dove alle sue estremità vengono fulcrati il rullo folle e il braccio snodabile. Nella fase di discesa verticale, l'asta andrà a posizionarsi in un punto stabilito permettendo al braccio tenda di iniziare la rotazione di circa 165° verso l'esterno. Pertanto il telo scende in verticale per una determinata altezza poi sporge seguendo l'andamento del braccio. Il comando è con motore elettrico a 230V. Il tessuto può essere con varie composizioni (fibra di vetro, poliestere, acrilico) con tonalità a scelta. L'alluminio è oxidato naturale oppure verniciato secondo tabella RAL. La classe del tessuto sarà C1-M1-B1. Nel prezzo è da intendersi compreso tutto quanto necessario a dare la lavorazione completa in ogni sua parte (nulla escluso) e realizzata a perfetta regola d'arte.

CALCOLO DEL VALORE DI ANALISI

Formulazione	Simbolo	Descrizione	Da progetto	Valore
a =Σtot parziale costi	a	Totale costi diretti		€ 0,00
b =a*%spese generali	b	Spese generali	13,00%	€ 0,00
c =(a+b)*%utile	c	Utile	10,00%	€ 0,00
d =a+b+c	d	Subtotale derivante da costi		€ 0,00
e =Σtot parziale prezzi	e	Subtotale derivante da prezzi		€ 426,00
f =d+e	f	TOTALE ANALISI		€ 426,00
-	g	Coefficiente di assestamento	1,00	
h =f*g	h	VALORE DI ANALISI ASSESTATO		€ 426,00

-	i	VALORE DI ANALISI ARROTONDATO	0,50	€ 426,00
---	---	--------------------------------------	------	-----------------

ANALISI DELLE RISORSE								
Cod.	Tipo risorsa	Risorsa	UdM	Qtà	C.U.	C.tot	P.U.	P. tot.
D	Lavori ed opere compiute	Ricerca quotazione di mercato	[cad]	1,000	€ 0,00	€ 0,00	€ 426,00	€ 426,00
a						€ 0,00	e	€ 426,00

ANALISI PREZZI	
AP.18	Parapetto metallico per interni h 110 cm
[m]	<p>Fornitura e posa in opera di ringhiera per rampe di scale costituita da elementi di acciaio zincato quali profilati normali e corrimano in tubolare di acciaio zincato con diametro 32 mm.</p> <p>Il disegno tipologico è composto da struttura portante in tubolari sezione 50x50 mm e spessore 4 mm, profili piatti spessore 15 mm superiori ed inferiori nonché verticali ad inizio/fine tratta, ovvero in corrispondenza di ogni cambio di direzione e/o inclinazione; corrimano in tubolare con un diametro pari a 32 mm fissato tramite apposite squadrette di sostegno saldate al parapetto ad altezza opportuna, nel rispetto delle normative vigenti. Il fissaggio della ringhiera ai supporti viene eseguito mediante saldatura in opera sulle piastre precedentemente annegate nei getti delle rampe prefabbricate e dei solai. Inclusa la verniciatura preventiva di tutti i prezzi prodotti eseguita fuori opera prima della posa, mediante applicazione di mano di antiruggine e due mani di smalto con colore a scelta a cura della Direzione Lavori e, dopo la posa in opera, la ripresa con medesimo colore di tutte le saldature eseguite in fase di installazione. E' da intendersi compreso l'ore per le lavorazioni in randa secondo l'andamento delle rampe e, per i corrimano, le giunzioni tra gli spezzoni correnti mediante saldatura di curve con medesimo diametro e idonea ampiezza e le saldature in opera tra i sostegni a squadretta ed i supporti metallici. Misurazione effettiva delle quantità con deduzione dei vuoti di qualsiasi tipo, forma e dimensione, altezza utile pari a circa 110 cm.</p> <p>Nel prezzo sono da intendersi comprese le assistenze murarie, tutte le attrezzature e tutte le lavorazioni accessorie necessarie a dare l'opera compiuta in ogni sua parte ed a perfetta regola d'arte, nulla escluso.</p>

CALCOLO DEL VALORE DI ANALISI				
Formulazione	Simbolo	Descrizione	Da progetto	Valore
a =Σtot parziale costi	a	Totale costi diretti		€ 0,00
b =a*%spese generali	b	Spese generali	13,00%	€ 0,00

$c=(a+b)*\%utile$	c	Utile	10,00%	€ 0,00
$d=a+b+c$	d	Subtotale derivante da costi		€ 0,00
$e=\Sigma tot\ parziale\ prezzi$	e	Subtotale derivante da prezzi		€ 180,00
$f=d+e$	f	TOTALE ANALISI		€ 180,00
-	g	Coefficiente di assestamento	1,00	
$h=f*g$	h	VALORE DI ANALISI ASSESTATO		€ 180,00
-	i	VALORE DI ANALISI ARROTONDATO	0,50	€ 180,00

ANALISI DELLE RISORSE

Cod.	Tipo risorsa	Risorsa	UdM	Qtà	C.U.	C.tot	P.U.	P. tot.
D	Lavori ed opere compiute	Ricerca quotazione di mercato	[m]	1,00 0	€ 0,00	€ 0,00	€ 180,00	€ 180,00
a						€ 0,00	e	€ 180,00

ANALISI PREZZI

AP.19	Scala in c.a. gettata in opera
[a corpo]	<p>Realizzazione di soletta piena per vano scala formato da n.1 rampa con largh. media di 150cm, e n. 15 gradini (alzata: 17,5 cm, pedata: 30 cm).</p> <p>Lavorazione costituita da:</p> <p>1- Fornitura e posa in opera di calcestruzzo durevole in accordo alla UNI EN 206-1 e UNI 11104 per impieghi strutturali, per classe d'esposizione XC (corrosione delle armature promossa dalla carbonatazione del calcestruzzo) e classe di consistenza fluida S4 a bocca di betoniera, gettato con o senza l'ausilio di casseri, ferro e casseri contabilizzati separatamente, confezionato con aggregati con diametro massimo fino a 32 mm, marcati CE e conformi alle Norme UNI EN 12620 e con classe di resistenza caratteristica minima a 28 giorni di maturazione di C 28/35 - Esposizione XC1 - Consistenza S4;</p> <p>2 - Fornitura, lavorazione e posa in opera di acciaio per cemento armato secondo UNI EN 13670 compreso sfrido e legature in barre ad aderenza migliorata qualità B450C;</p> <p>3- Casseforme per pianerottoli e rampe scale rettilinei in c.a. eseguite con legname di abete sottomisure o pannelli compensati multistrato, di spessore adeguato, travi in legno squadrate o travi in legno a doppio T conformi alla norma UNI EN 13377, connessioni in filo di ferro, sbatacchi o tavole in legno di controventatura e stabilizzazione, ritti in legno o puntelli telescopici in acciaio conformi alla norma UNI EN 1065.</p> <p>4- Rivestimento in legno della scala, come da pavimentazione interna.</p> <p>Nel prezzo sono da intendersi comprese le assistenze murarie, tutte le attrezzature e tutte le lavorazioni accessorie necessarie a dare l'opera compiuta in ogni sua parte ed a perfetta regola d'arte, nulla escluso.</p>

CALCOLO DEL VALORE DI ANALISI				
Formulazione	Simbolo	Descrizione	Da progetto	Valore
$a = \Sigma \text{tot parziale costi}$	a	Totale costi diretti		€ 0,00
$b = a * \% \text{spese generali}$	b	Spese generali	13,00%	€ 0,00
$c = (a+b) * \% \text{utile}$	c	Utile	10,00%	€ 0,00
$d = a+b+c$	d	Subtotale derivante da costi		€ 0,00
$e = \Sigma \text{tot parziale prezzi}$	e	Subtotale derivante da prezzi		€ 2.443,85
$f = d+e$	f	TOTALE ANALISI		€ 2.443,85
-	g	Coefficiente di assestamento	1,00	
$h = f * g$	h	VALORE DI ANALISI ASSESTATO		€ 2.443,85
-	i	VALORE DI ANALISI ARROTONDATO	0,50	€ 2.444,00

ANALISI DELLE RISORSE								
Cod.	Tipo risorsa	Risorsa	UdM	Qtà	C.U.	C.tot	P.U.	P. tot.
D	Lavori ed opere compiute	Analisi parametrica lavorazioni per realizzazione corpo scala	[a corpo]	1,00 0	€ 0,00	€ 0,00	€ 1.265,00	€ 1.265,00
D	Lavori ed opere compiute	Rif. Listino 01.A12.C10.030 - Pavimento in legno essenza rovere	[m2]	10,2 4	€ 0,00	€ 0,00	€ 115,15	€ 1.178,85
a						€ 0,00	e	€ 2.443,85

ANALISI PREZZI	
AP.20	Ascensore vetrato con pistone idraulico
[a corpo]	<p>Fornitura e messa in opera di ascensore oleodinamico con pistone indiretto laterale compreso di bottoniere di cabina (tipo luminose di posizione cabina) e di piano (Di PRESENTE/OCCUPATO + pulsante di chiamata), numero 2 fermate, portata 300 kg (massimo 3 persone), velocità 0,15 m/s, alimentazione trifase 380V – 50Hz. Sono comprese nella fornitura gli accessori elencati di seguito:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Citofono intercom a due vie - Combinatore telefonico - Segnale acustico di arrivo al piano (gong) - Dispositivo di ritorno automatico al piano in caso di mancanza di corrente con riapertura delle porte - Olio di primo riempimento, raccordi e tubazioni flessibili <p>Sono compresi il vano corsa in vetro temperato con struttura in alluminio, due porte di piano in cristallo con tamponatura a completamento anch'essa in cristallo e soglia in</p>

	<p>alluminio. E' da ritenersi incluso inoltre il carter per il tamponamento della meccanica realizzato in lamiera verniciata RAL.</p> <p>Nel prezzo sono da intendersi comprese le assistenze murarie, tutte le attrezzature e tutte le lavorazioni accessorie necessarie a dare l'opera compiuta in ogni sua parte ed a perfetta regola d'arte, nulla escluso.</p>
--	---

CALCOLO DEL VALORE DI ANALISI				
Formulazione	Simbolo	Descrizione	Da progetto	Valore
$a = \Sigma \text{tot parziale costi}$	a	Totale costi diretti		€ 51.000,00
$b = a * \% \text{spese generali}$	b	Spese generali	13,00%	€ 5.100,00
$c = (a+b) * \% \text{utile}$	c	Utile	10,00%	€ 5.610,00
$d = a + b + c$	d	Subtotale derivante da costi		€ 61.710,00
$e = \Sigma \text{tot parziale prezzi}$	e	Subtotale derivante da prezzi		€ 0,00
$f = d + e$	f	TOTALE ANALISI		€ 61.710,00
-	g	Coefficiente di assestamento	1,00	
$h = f * g$	h	VALORE DI ANALISI ASSESTATO		€ 61.710,00
-	i	VALORE DI ANALISI ARROTONDATO	0,50	€ 61.710,00

ANALISI DELLE RISORSE								
Cod.	Tipo risorsa	Risorsa	UdM	Qtà	C.U.	C.tot	P.U.	P. tot.
D	Lavori ed opere compiute	Ricerca quotazione di mercato	[a corp o]	1,000	€ 51.000,00	€ 51.000,00	€ 0,00	€ 0,00
						€ 51.000,00	e	€ 0,00

ANALISI PREZZI	
AP.21	Cancello metallico dim. 5600x2300 mm
[a corpo]	<p>Fornitura e posa in opera di cancelli di ingresso carraio in acciaio inox AISI 304, a disegno semplice, con profilati tubolari quadri, tondi, rettangolari con o senza fodrina di lamiera, a due ante, dimensioni 5600x2300 mm, completi di accessori d'uso comune. Montaggio eseguito su pilastri esistenti.</p> <p>Nel prezzo sono da intendersi compresa la struttura di fondazione in cemento armato delle piantane, le assistenze murarie al montaggio, tutte le attrezzature e tutte le lavorazioni accessorie necessarie a dare l'opera compiuta in ogni sua parte ed a perfetta regola d'arte, nulla escluso.</p>

CALCOLO DEL VALORE DI ANALISI				
Formulazione	Simbolo	Descrizione	Da progetto	Valore
$a = \sum \text{tot parziale costi}$	a	Totale costi diretti		€ 0,00
$b = a * \% \text{spese generali}$	b	Spese generali	13,00%	€ 0,00
$c = (a+b) * \% \text{utile}$	c	Utile	10,00%	€ 0,00
$d = a+b+c$	d	Subtotale derivante da costi		€ 0,00
$e = \sum \text{tot parziale prezzi}$	e	Subtotale derivante da prezzi		€ 10.368,40
$f = d+e$	f	TOTALE ANALISI		€ 10.368,40
-	g	Coefficiente di assestamento	1,00	
$h = f * g$	h	VALORE DI ANALISI ASSESTATO		€ 10.368,40
-	i	VALORE DI ANALISI ARROTONDATO	0,50	€ 10.368,50

ANALISI DELLE RISORSE								
Cod.	Tipo risorsa	Risorsa	UdM	Qtà	C.U.	C.tot	P.U.	P. tot.
D	Lavori ed opere compiute	Analisi per similitudine listini prezzi - Rif. Di Listino	[m2]	12,88	€ 0,00	€ 0,00	€ 805,00	€ 10.368,40
a						€ 0,00	e	€ 10.368,40

ANALISI PREZZI	
AP.22	Pergolato metallico
[a corpo]	Fornitura e messa in opera di manufatto metallico per l'allestimento di aree esterne, tipo pergolato circolare con diametro 870 cm. Nel prezzo sono da intendersi compresa la struttura di fondazione in cemento armato delle piantane, le assistenze murarie al montaggio, tutte le attrezzature e tutte le lavorazioni accessorie necessarie a dare l'opera compiuta in ogni sua parte ed a perfetta regola d'arte, nulla escluso.

CALCOLO DEL VALORE DI ANALISI				
Formulazione	Simbolo	Descrizione	Da progetto	Valore
$a = \sum \text{tot parziale costi}$	a	Totale costi diretti		€ 0,00
$b = a * \% \text{spese generali}$	b	Spese generali	13,00%	€ 0,00
$c = (a+b) * \% \text{utile}$	c	Utile	10,00%	€ 0,00

d=a+b+c	d	Subtotale derivante da costi		€ 0,00
e=Σtot parziale prezzi	e	Subtotale derivante da prezzi		€ 15.850,00
f=d+e	f	TOTALE ANALISI		€ 15.850,00
-	g	Coefficiente di assestamento	1,00	
h=f*g	h	VALORE DI ANALISI ASSESTATO		€ 15.850,00
-	i	VALORE DI ANALISI ARROTONDATO	0,50	€ 15.850,00

ANALISI DELLE RISORSE

Cod.	Tipo risorsa	Risorsa	UdM	Qtà	C.U.	C.tot	P.U.	P. tot.
D	Lavori ed opere compiute	Parametrizzazione della lavorazione su ricerca di mercato	[a corp o]	1,00 0	€ 0,00	€ 0,00	€ 15.850,00	€ 15.850,00
a						€ 0,00	e	€ 15.850,00

ANALISI PREZZI

AP.23	Pavimentazione per esterni con finitura superficiale in ghiaino lavato antiscivolo
[m2]	<p>Fornitura e posa di pavimentazione antiscivolo per percorsi esterni su terra viva così composto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - fornitura e posa in opera di pavimentazione architettonica effetto ghiaia a vista, eseguita mediante l'impiego di calcestruzzo C 32/40 min., classe di esposizione XF3 min., colorato, gettato in opera, spessore finito cm 8; - massetto in cls armato con rete elettrosaldata sp. 15; - massicciata stradale formata da strato di pietrisco siliceo, pezzatura da 8 - 12 mm; compreso lo spandimento, la cilindatura, il primo trattamento superficiale con emulsione bituminosa a semipenetrazione, dosaggio 3 kg/m², e graniglia pezzatura 0,7-1,2 cm; il secondo trattamento con 2 kg/m² di emulsione e 10 l/m² di graniglia da 0,5-1 cm; per spessore finito 10 cm; - massicciata stradale formata da strato di pietrisco, pezzatura da 40 - 70 mm; compreso lo spandimento, la cilindatura, il primo trattamento superficiale con emulsione bituminosa a semipenetrazione, dosaggio 3 kg/m², e graniglia pezzatura 1 - 1,5 cm, dosaggio 12 l/m²; il secondo trattamento con 2 kg/m² di emulsione e 10 l/m² di graniglia da 0,5 - 1 cm; per spessore finito 15 cm; - fornitura e posa di geotessile Non-Tessuto in polipropilene (PP) di massa 125 g/m², resistenza a trazione maggiore di 1,5 kN/m, resistenza a punzonamento 0,1 kN, compresa la cucitura dei lembi. <p>Nel prezzo è da intendersi compreso tutto quanto necessario a dare la lavorazione completa in ogni sua parte (nulla escluso) e realizzata a perfetta regola d'arte.</p>

CALCOLO DEL VALORE DI ANALISI

Formulazione	Simbolo	Descrizione	Da progetto	Valore
$a = \Sigma \text{tot parziale costi}$	a	Totale costi diretti		€ 0,00
$b = a * \% \text{spese generali}$	b	Spese generali	13,00%	€ 0,00
$c = (a+b) * \% \text{utile}$	c	Utile	10,00%	€ 0,00
$d = a+b+c$	d	Subtotale derivante da costi		€ 0,00
$e = \Sigma \text{tot parziale prezzi}$	e	Subtotale derivante da prezzi		€ 93,43
$f = d+e$	f	TOTALE ANALISI		€ 93,43
-	g	Coefficiente di assestamento	1,00	
$h = f * g$	h	VALORE DI ANALISI ASSESTATO		€ 93,43
-	i	VALORE DI ANALISI ARROTONDATO	0,50	€ 93,50

ANALISI DELLE RISORSE								
Cod.	Tipo risorsa	Risorsa	UdM	Qtà	C.U.	C.tot	P.U.	P. tot.
D	Lavori ed opere compiute	Fornitura e posa di pavimentazione in cls	[m2]	1,00 0	€ 0,00	€ 0,00	€ 56,58	€ 56,58
D	Lavori ed opere compiute	Fornitura e posa di massetto in cls	[m2]	1,00 0	€ 0,00	€ 0,00	€ 22,40	€ 22,40
D	Lavori ed opere compiute	Sovrapprezzo per armatura con rete metallica	[m2]	1,00 0	€ 0,00	€ 0,00	€ 1,79	€ 1,79
D	Lavori ed opere compiute	Massicciata stradale, pezzatura da 8 - 12 mm, sp 10 cm	[m2]	2,00 0	€ 0,00	€ 0,00	€ 5,65	€ 11,30
D	Lavori ed opere compiute	Fornitura e posa di geotessile	[m2]	1,00 0	€ 0,00	€ 0,00	€ 1,36	€ 1,36
a						€ 0,00	e	€ 93,43

ANALISI PREZZI	
AP.24	Prato fiorito
[m2]	Formazione di tappeto erboso e prato fiorito, inclusa la preparazione del terreno mediante lavorazione meccanica fino a 15 cm, con eliminazione di ciottoli, sassi ed erbe, il miscuglio di sementi per la formazione del prato con 0,03 kg/m ² e la semina del miscuglio di semi eseguita a spaglio o con mezzo semovente e la successiva rullatura; per singole superfici: - prato fiorito per singole superfici fino a 1000 m ² .

	Nel prezzo è da intendersi compreso tutto quanto necessario a dare la lavorazione completa in ogni sua parte (nulla escluso) e realizzata a perfetta regola d'arte.
--	---

CALCOLO DEL VALORE DI ANALISI				
Formulazione	Simbolo	Descrizione	Da progetto	Valore
$a = \Sigma \text{tot parziale costi}$	a	Totale costi diretti		€ 0,00
$b = a * \% \text{spese generali}$	b	Spese generali	13,00%	€ 0,00
$c = (a+b) * \% \text{utile}$	c	Utile	10,00%	€ 0,00
$d = a+b+c$	d	Subtotale derivante da costi		€ 0,00
$e = \Sigma \text{tot parziale prezzi}$	e	Subtotale derivante da prezzi		€ 1,81
$f = d+e$	f	TOTALE ANALISI		€ 1,81
-	g	Coefficiente di assestamento	1,00	
$h = f * g$	h	VALORE DI ANALISI ASSESTATO		€ 1,81
-	i	VALORE DI ANALISI ARROTONDATO	0,50	€ 1,85

ANALISI DELLE RISORSE								
Cod.	Tipo risorsa	Risorsa	UdM	Qtà	C.U.	C.tot	P.U.	P. tot.
D	Lavori ed opere compiute	Ricerca quotazione di mercato	[m2]	0,01	€ 0,00	€ 0,00	€ 181,28	€ 1,81
						a	€ 0,00	e
								€ 1,81

ANALISI PREZZI	
AP.25	Carpenteria metallica
[kg]	<p>Fornitura e messa in opera di carpenteria per grandi orditure o industrializzata, capriate, tralicci, pilastri e simili, compresa coloritura ad una ripresa di antiruggine, escluse le sole opere murarie. In ferro in profilati normali e lavorazione chiodata o bullonata.</p> <p>Nel prezzo è da intendersi compreso tutto quanto necessario a dare la lavorazione completa in ogni sua parte (nulla escluso) e realizzata a perfetta regola d'arte.</p>

CALCOLO DEL VALORE DI ANALISI				
Formulazione	Simbolo	Descrizione	Da progetto	Valore
$a = \Sigma \text{tot parziale costi}$	a	Totale costi diretti		€ 0,00
$b = a * \% \text{spese generali}$	b	Spese generali	13,00%	€ 0,00

$c=(a+b)*\%utile$	c	Utile	10,00%	€ 0,00
$d=a+b+c$	d	Subtotale derivante da costi		€ 0,00
$e=\Sigma tot\ parziale\ prezzi$	e	Subtotale derivante da prezzi		€ 5,23
$f=d+e$	f	TOTALE ANALISI		€ 5,23
-	g	Coefficiente di assestamento	1,00	
$h=f*g$	h	VALORE DI ANALISI ASSESTATO		€ 5,23
-	i	VALORE DI ANALISI ARROTONDATO	0,50	€ 5,23

ANALISI DELLE RISORSE

Cod.	Tipo risorsa	Risorsa	UdM	Qtà	C.U.	C.tot	P.U.	P. tot.
A	Manodopera	Rif. Listino 01.A18.A20.005 - Posa in opera di carpenterie metalliche	[kg]	1,00 0	€ 0,00	€ 0,00	€ 2,77	€ 2,77
B	Materiale	Rif. Listino 01.A18.A10.010 - Fornitura di carpenterie metalliche	[kg]	1,00 0	€ 0,00	€ 0,00	€ 2,46	€ 2,46
a						€ 0,00	e	€ 5,23

ANALISI PREZZI

AP.26	Trave rovescia di fondazione prefabbricata in calcestruzzo armato
[m3]	<p>Realizzazione di travi rovesce in cemento armato 120x90cm costituite da:</p> <p>1- Casseri in pannelli di legno multistrato;</p> <p>2- Acciaio per strutture in cemento armato ad aderenza migliorata B450C in ragione di kg 100 per m³ di calcestruzzo;</p> <p>3- Calcestruzzo strutturale C30/35.</p> <p>Nel prezzo è da intendersi compreso tutto quanto necessario a dare la lavorazione completa in ogni sua parte (nulla escluso) e realizzata a perfetta regola d'arte.</p>

CALCOLO DEL VALORE DI ANALISI

Formulazione	Simbolo	Descrizione	Da progetto	Valore
$a=\Sigma tot\ parziale\ costi$	a	Totale costi diretti		€ 0,00
$b=a*\%spese\ generali$	b	Spese generali	13,00%	€ 0,00
$c=(a+b)*\%utile$	c	Utile	10,00%	€ 0,00
$d=a+b+c$	d	Subtotale derivante da costi		€ 0,00
$e=\Sigma tot\ parziale\ prezzi$	e	Subtotale derivante da prezzi		€ 423,20
$f=d+e$	f	TOTALE ANALISI		€ 423,20
-	g	Coefficiente di assestamento	1,00	
$h=f*g$	h	VALORE DI ANALISI ASSESTATO		€ 423,20

-	i	VALORE DI ANALISI ARROTONDATO	0,50	€ 423,50
---	---	--------------------------------------	------	-----------------

ANALISI DELLE RISORSE								
Cod.	Tipo risorsa	Risorsa	UdM	Qtà	C.U.	C.tot	P.U.	P. tot.
D	Lavori ed opere compiute	Parametrizzazione del prezzo - casseri	[m2]	3,33 0	€ 0,00	€ 0,00	€ 40,00	€ 133,20
D	Lavori ed opere compiute	Parametrizzazione del prezzo - acciaio	[kg]	100, 000	€ 0,00	€ 0,00	€ 1,40	€ 140,00
D	Lavori ed opere compiute	Parametrizzazione del prezzo - calcestruzzo	[m3]	1,00 0	€ 0,00	€ 0,00	€ 150,00	€ 150,00
a						€ 0,00	e	€ 423,20

Allegato B – Navigatori del progetto

GESTIONE INFORMATIVA DEL PROGETTO ARCHITETTONICO											
Codice centro di costo	Codice Lavorazione	Codice localizzazione	Categoria	Revit Type	Descrizione	Codice Listino/Analisi prezzo	Prezzo unitario	Puntatore	Parametro QTO	QTO	Importo lavorazione
01 2 07 020 000	04 22 23.00 030	SE	Muri	Muro Esterno - 30 cm	Recinzione esterna in muratura sp. 30 cm	01.A05.A80.005	415,57 €	V	Volume	31,23	12.978,25 €
01 2 04 020 010	B2010.CV01	0 - Piano Terra	Muri	Muro Esterno 35,5 cm prog	Sistema di chiusura verticale opaca posato a secco, sp 35,5 cm	AP.01	156,00 €	A	Area	203,68	31.774,08 €
01 2 04 020 010	B2010.CV01	1 - Primo Piano CDAI	Muri	Muro Esterno 35,5 cm prog	Sistema di chiusura verticale opaca posato a secco, sp 35,5 cm	AP.01	156,00 €	A	Area	184,19	28.733,64 €
01 2 04 020 010	B2010.CV01	0 - Piano Terra	Muri	Muro Esterno - 35,5 cm prog	Sistema di chiusura verticale opaca posato a secco, sp 35,5 cm	AP.01	156,00 €	A	Area	52,78	8.233,68 €
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	0 - Piano Terra	Muri	Divisorio Interno - 12 cm prog	Partizione interna a secco in cartongesso sp. 12 cm	01.A06.A60.005	39,29 €	A	Area	144,58	5.680,55 €
01 2 04 040 010	09 21 16.00 012	1 - Primo Piano CDAI	Muri	Divisorio Interno - 12 cm prog	Partizione interna a secco in cartongesso sp. 12 cm	01.A06.A60.005	39,29 €	A	Area	149,15	5.860,10 €
01 2 04 020 030	09 30 29.02 062	0 - Piano Terra	Muri	pannelli facciata	Pannelli tipo "Rockpanel" di rivestimento facciata	AP.02	49,50 €	A	Area	225,75	11.174,63 €
01 2 04 020 030	09 30 29.02 062	1 - Primo Piano CDAI	Muri	pannelli facciata	Pannelli tipo "Rockpanel" di rivestimento facciata	AP.02	49,50 €	A	Area	225,75	11.174,63 €
01 2 04 020 030	08 44 13.01 150	0 - Piano Terra	Muri	vetrate prog	Facciata continua a montanti e traversi	AP.03	800,00 €	A	Area	75,32	60.252,00 €
01 2 04 020 030	08 44 13.01 150	1 - Primo Piano CDAI	Muri	vetrate prog	Facciata continua a montanti e traversi	AP.03	800,00 €	A	Area	75,32	60.252,00 €
01 2 02 030 030	03 11 19.01 060	0 - Piano Terra	Pavimenti	Vespaio aerato	Vespaio aerato con getto di completamento	03.A05.B01.035	117,92 €	A	Area	138,92	16.381,45 €
01 2 04 040 100	B1010.CO02	0 - Piano Terra	Pavimenti	Solaio controterra_prog	Pacchetto solaio controterra con pavimento in legno	AP.04	193,00 €	A	Area	204,98	39.561,14 €
01 2 04 040 100	B1010.PO01	1 - Primo Piano CDAI	Pavimenti	Solaio interpiano_prog	Pacchetto solaio interpiano a secco con pavimento in legno	AP.05	242,50 €	A	Area	162,88	39.498,40 €
01 2 04 040 100	B1010.PO01	1 - Primo Piano CDAI	Pavimenti	Solaio passerella	Pacchetto solaio interpiano a secco con pavimento in legno	AP.05	242,50 €	A	Area	12,93	3.135,53 €
01 2 04 040 100	B1010.PO02	2 - Secondo piano CDAI	Pavimenti	Solaio sottotetto	Pacchetto solaio sottotetto a secco	AP.06	95,00 €	A	Area	161,44	15.336,80 €
01 2 04 040 060	08 32 13.07 235	0 - Piano Terra	Porte	porta scorrevole a due ante 235x220	Porta vetrata scorrevole a due ante dim. 235x220 cm	AP.07	1.795,00 €	CAD	Conteggio	1,00	1.795,00 €
01 2 04 040 060	08 11 16.03 120	0 - Piano Terra	Porte	Porta Una Anta - Traversa (1): 120 x 230 cm	Porta vetrata ad un' anta dim. 120 x 230 cm	AP.08	1.305,50 €	CAD	Conteggio	1,00	1.305,50 €
01 2 04 020 050	08 11 16.03 120	0 - Piano Terra	Porte	Porta Una Anta - Traversa (1): 120 x 230 cm	Porta vetrata ad un' anta dim. 120 x 230 cm	AP.08	1.305,50 €	CAD	Conteggio	1,00	1.305,50 €
01 2 04 020 050	08 11 16.04 120	SE	Porte	Porta Una Anta - Traversa (1): 120 x 210 cm 2	Porta vetrata ad un' anta dim. 120 x 210 cm	AP.09	1.181,00 €	CAD	Conteggio	2,00	2.362,00 €
01 2 04 040 060	08 14 29.05 090	0 - Piano Terra	Porte	Porta - 1 Anta: 90x210 cm azzurra	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm	01.A17.B60.025	355,27 €	A	Area	1,89	671,46 €
01 2 04 040 060	08 14 29.05 090	1 - Primo Piano CDAI	Porte	Porta - 1 Anta: 90x210 cm azzurra	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm	01.A17.B60.025	355,27 €	A	Area	1,89	671,46 €
01 2 04 040 060	08 14 29.05 090	0 - Piano Terra	Porte	Porta - 1 Anta: 90x210 cm prog	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm	01.A17.B60.025	355,27 €	A	Area	7,56	2.685,84 €
01 2 04 040 060	08 14 29.05 090	1 - Primo Piano CDAI	Porte	Porta - 1 Anta: 90x210 cm prog	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm	01.A17.B60.025	355,27 €	A	Area	7,56	2.685,84 €

GESTIONE INFORMATIVA DEL PROGETTO ARCHITETTONICO

Codice centro di costo	Codice Lavorazione	Codice localizzazione	Categoria	Revit Type	Descrizione	Codice Listino/Analisi prezzo	Prezzo unitario	Puntatore	Parametro QTO	QTO	Importo lavorazione
01 2 04 040 060	08 14 29.05 090	1 - Primo Piano CDAI	Porte	Porta - 1 Anta: 90x210 cm prog arancione	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm	01.A17.B60.0 25	355,27 €	A	Area	1,89	671,46 €
01 2 04 040 060	08 14 29.05 090	1 - Primo Piano CDAI	Porte	Porta - 1 Anta: 90x210 cm prog blu	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm	01.A17.B60.0 25	355,27 €	A	Area	1,89	671,46 €
01 2 04 040 060	08 14 29.05 090	1 - Primo Piano CDAI	Porte	Porta - 1 Anta: 90x210 cm prog gialla	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm	01.A17.B60.0 25	355,27 €	A	Area	1,89	671,46 €
01 2 04 040 060	08 14 29.05 090	0 - Piano Terra	Porte	Porta - 1 Anta: 90x210 cm prog marrone	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm	01.A17.B60.0 25	355,27 €	A	Area	1,89	671,46 €
01 2 04 040 060	08 14 29.05 090	0 - Piano Terra	Porte	Porta - 1 Anta: 90x210 cm prog mattone	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm	01.A17.B60.0 25	355,27 €	A	Area	1,89	671,46 €
01 2 04 040 060	08 14 29.05 090	0 - Piano Terra	Porte	Porta - 1 Anta: 90x210 cm prog ocra	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm	01.A17.B60.0 25	355,27 €	A	Area	1,89	671,46 €
01 2 04 040 060	08 14 29.05 090	1 - Primo Piano CDAI	Porte	Porta - 1 Anta: 90x210 cm prog ocra	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm	01.A17.B60.0 25	355,27 €	A	Area	1,89	671,46 €
01 2 04 040 060	08 14 29.05 090	1 - Primo Piano CDAI	Porte	Porta - 1 Anta: 90x210 cm prog verde chiaro	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm	01.A17.B60.0 25	355,27 €	A	Area	1,89	671,46 €
01 2 04 040 060	08 14 29.05 090	0 - Piano Terra	Porte	Porta - 1 Anta: 90x210 cm prog verde scuro	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm	01.A17.B60.0 25	355,27 €	A	Area	1,89	671,46 €
01 2 04 040 060	08 14 29.05 090	0 - Piano Terra	Porte	Porta - 1 Anta: 90x210 cm prog viola	Porta interna in legno a battente dim. 90x210 cm	01.A17.B60.0 25	355,27 €	A	Area	1,89	671,46 €
01 2 04 040 060	08 14 73.06 100	0 - Piano Terra	Porte	Scorrevole - Vetro: 100 x 210 cm	Porta scorrevole in legno e vetro dim. 100x210 cm	AP.10	994,50 €	CAD	Conteggio	1,00	994,50 €
01 2 04 020 040	08 52 00.01 120	0 - Piano Terra	Finestre	Finestra due ante con persiane sx	Finestra due ante con persiane dim. 120x165 cm	AP.11	1.197,50 €	CAD	Conteggio	1,00	1.197,50 €
01 2 04 020 040	08 52 00.01 120	1 - Primo Piano CDAI	Finestre	Finestra due ante con persiane sx	Finestra due ante con persiane dim. 120x165 cm	AP.11	1.197,50 €	CAD	Conteggio	2,00	2.395,00 €
01 2 04 020 040	08 52 00.01 210	0 - Piano Terra	Finestre	Finestra due ante con persiane 210x165	Finestra due ante con persiane dim. 210x165 cm	AP.12	1.399,50 €	CAD	Conteggio	3,00	4.198,50 €
01 2 04 020 040	08 52 00.01 210	1 - Primo Piano CDAI	Finestre	Finestra due ante con persiane 210x165	Finestra due ante con persiane dim. 210x165 cm	AP.12	1.399,50 €	CAD	Conteggio	4,00	5.598,00 €
01 2 04 020 040	08 52 00.02 070	0 - Piano Terra	Finestre	Finestra un'anta con persiane sx	Finestra un'anta con persiane sx dim. 70x165 cm	AP.13	1.045,00 €	CAD	Conteggio	10,00	10.450,00 €
01 2 04 020 040	08 52 00.02 070	1 - Primo Piano CDAI	Finestre	Finestra un'anta con persiane sx	Finestra un'anta con persiane sx dim. 70x165 cm	AP.13	1.045,00 €	CAD	Conteggio	10,00	10.450,00 €
01 2 04 030 010	B3010.CO01	2 - Secondo piano CDAI	Tetti	Copertura coibentata ventilata acciaio_prog	Pacchetto di copertura isolata a secco	AP.14	104,00 €	A	Area	200,65	20.867,60 €
01 2 04 030 010	09 54 53.00 063	2 - Secondo piano CDAI	Tetti	Vetrata inclinata_tetto prog	Rivestimento per copertura con pannelli tipo "Rockpanel"	AP.15	49,50 €	A	Area	203,16	10.056,42 €
01 2 04 030 010	08 44 33.03 150	2 - Secondo piano CDAI	Tetti	Vetrata inclinata prog	Copertura inclinata vetrata con struttura in acciaio passo 1,5 m	AP.16	650,50 €	A	Area	56,91	37.019,96 €
01 2 04 020 030	12 21 26.00 165	0 - Piano Terra	Pannelli di facciata continua	Schermatura_mobile_adattivo_rock panel	Sistema di tendaggio esterno dim. 70x165 cm	AP.17	426,00 €	CAD	Conteggio	20,00	8.520,00 €
01 2 04 020 030	12 21 26.00 165	1 - Primo Piano CDAI	Pannelli di facciata continua	Schermatura_mobile_adattivo_rock panel	Sistema di tendaggio esterno dim. 70x165 cm	AP.17	426,00 €	CAD	Conteggio	20,00	8.520,00 €
01 2 04 050 010	05 73 00.00 110	SE	Ringhiere	corrimano esterno	Parapetto metallico h 110 cm	01.A18.E06.0 05	167,92 €	L	Lunghezza	95,38	16.016,21 €
01 2 04 050 010	05 73 00.00 110	CV	Ringhiere	corrimano esterno	Parapetto metallico per interni h 110 cm	AP.18	180,00 €	L	Lunghezza	24,86	4.474,80 €
01 2 03 020 030	03 30 53.03 000	CV	Scale	Cast-In-Place Stair: Cls - Alzata Max 17,5 cm - Pedata 30 cm	Scala in c.a. gettata in opera	AP.19	2.444,00 €	AC	A corpo	1,00	2.444,00 €

GESTIONE INFORMATIVA DEL PROGETTO ARCHITETTONICO											
Codice centro di costo	Codice Lavorazione	Codice localizzazione	Categoria	Revit Type	Descrizione	Codice Listino/Analisi prezzo	Prezzo unitario	Puntatore	Parametro QTO	QTO	Importo lavorazione
01 2 05 100 010	14 24 33.00 000	CV	Attrezzature speciali	Vetro ascensore: Ascensore con pistone idraulico prog	Ascensore vetrato con pistone idraulico	AP.20	61.710,00 €	AC	A corpo	1,00	61.710,00 €
01 2 07 020 000	32 31 00.00 230	SE	Planimetria	Cancello di metallo doppio: 5600 x 2300mm	Cancello metallico dim. 5600x2300 mm	AP.21	10.368,50 €	AC	A corpo	1,00	10.368,50 €
01 2 07 050 000	12 93 00.01 870	SE	Planimetria	gazebo: D 870 cm	Pergolato metallico	AP.22	15.850,00 €	AC	A corpo	1,00	15.850,00 €
01 2 07 040 000	32 12 16.00 018	SE	Piattaforme	Piattaforma	Pavimentazione carrabile per esterni in manto bituminoso	01.A23.A35.010	54,63 €	A	Area	540,18	29.510,03 €
01 2 07 040 000	32 12 33.00 015	SE	Piattaforme	pavimentazione esterna	Pavimentazione pedonale per esterni in ghiaino lavato antiscivolo	AP.23	93,50 €	A	Area	954,70	89.264,45 €
01 2 07 050 000	32 92 19.00 030	SE	Piattaforme	Piattaforma_fioriera	Tappeto erboso e prato fiorito	AP.24	1,85 €	A	Area	212,98	394,01 €
01 2 07 050 000	32 92 19.00 030	SE	Piattaforme	Piattaforma_erba alta	Tappeto erboso e prato fiorito	AP.24	1,85 €	A	Area	17,10	31,64 €
01 2 07 050 000	12 93 00.01 005	SE	Pilastri strutturali	Pergolato: portale_strutturale	Allestimenti esterni in carpenteria metallica	AP.25	5,23 €	KG	Volume	5659,20	29.597,62 €

Importo totale dei lavori **750.152,80 €**

GESTIONE INFORMATIVA DEL PROGETTO STRUTTURALE											
Codice centro di costo	Codice Lavorazione	Codice localizzazione	Categoria	Revit Type	Descrizione	Codice Listino/Analisi prezzo	Prezzo unitario	Puntatore	Parametro QTO	QTO	Importo lavorazione
01 2 03 030 010	B1010.PS 01	0 - Piano Terra	Pilastri strutturali	Rectangular and Square Hollow Sections-Column: TREC250x150x8	Colonna rettangolare in acciaio realizzata con profilo scatolare cavo	AP.25	5,23 €	KG	Volume	4873,20	25.486,84 €
01 2 03 030 010	B1010.PS 02	0 - Piano Terra	Pilastri strutturali	H-Wide Flange-Column: HE160B	Profili strutturali in acciaio HE 160B	AP.25	5,23 €	KG	Volume	3222,60	16.854,20 €
01 2 03 030 010	B1010.PS 02	1 - Primo Piano CDAI	Pilastri strutturali	H-Wide Flange-Column: HE160B	Profili strutturali in acciaio HE 160B	AP.25	5,23 €	KG	Volume	2200,80	11.510,18 €
01 2 03 030 010	B1010.SV 01	1 - Primo Piano CDAI	Pilastri strutturali	Circular Hollow Sections-Column: TRON28x2.5	Profili circolari cavi di sostegno alle travature	AP.25	5,23 €	KG	Volume	39,30	205,54 €
01 2 03 030 020	B1020.S 001	2 - Copertura CDAI	Telai strutturali	Circular Hollow Sections: TRON101x3.6	Profili circolari per la realizzazione di capriate metalliche	AP.25	5,23 €	KG	Volume	432,30	2.260,93 €
01 2 03 030 020	B1010.TS 01	2 - Secondo piano CDAI	Telai strutturali	IPE-Beams: IPE120	Profili strutturali in acciaio IPE 120 (orditura secondaria)	AP.25	5,23 €	KG	Volume	1179,00	6.166,17 €
01 2 03 030 020	B1010.TS 02	1 - Primo Piano CDAI	Telai strutturali	IPE-Beams: IPE160	Profili strutturali in acciaio IPE 160 (orditura secondaria)	AP.25	5,23 €	KG	Volume	1886,40	9.865,87 €
01 2 03 030 020	B1010.TS 03	1 - Primo Piano CDAI	Telai strutturali	IPE-Beams: IPE200	Profili strutturali in acciaio IPE 200 (orditura primaria)	AP.25	5,23 €	KG	Volume	2436,60	12.743,42 €
01 2 03 030 020	B1010.TS 03	2 - Secondo piano CDAI	Telai strutturali	IPE-Beams: IPE200	Profili strutturali in acciaio IPE 200 (orditura primaria)	AP.25	5,23 €	KG	Volume	2436,60	12.743,42 €
01 2 03 030 020	B1020.TS 03	2 - Copertura CDAI	Telai strutturali	IPE-Beams: IPE200	Profili strutturali in acciaio IPE 200 (struttura di copertura)	AP.25	5,23 €	KG	Volume	2122,20	11.099,11 €
01 2 03 020 020	A1010.SF 01	0 - Piano Terra	Telai strutturali	Precast-Inverted Tee: 1200 IT 900	Trave rovescia di fondazione prefabbricata in calcestruzzo armato	AP.26	423,50 €	M3	Volume	102,88	43.569,68 €
01 2 03 030 010	B1010.C S00	GEN	Connessioni strutturali	-	Connessioni strutturali - Piastrame e bullonerie	AP.25	5,23 €	KG	Volume	516,80	2.702,84 €

GESTIONE INFORMATIVA DEL PROGETTO STRUTTURALE

Codice centro di costo	Codice Lavorazione	Codice localizzazione	Categoria	Revit Type	Descrizione	Codice Listino/Analisi prezzo	Prezzo unitario	Puntatore	Parametro QTO	QTO	Importo lavorazione
01 2 03 030 020	B1010.C S00	GEN	Connessioni strutturali	-	Connessioni strutturali - Piastrame e bullonerie	AP.25	5,23 €	KG	Volume	524,66	2.743,95 €

Importo totale dei lavori **157.952,13 €**