

POLITECNICO DI TORINO

Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Edile e Geotecnica

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile

Tesi di Laurea Magistrale

Maturità digitale BIM con gestione dati automatizzata per l'Allianz Stadium



Relatore:

Prof. Fabio Manzone

Correlatori:

Prof.ssa Anna Osello

Ing. Andrea Barbero

Ing. Matteo Del Giudice

Candidato:

Lorenzo Iaconinoto

Marzo 2018

A nonna Maria
e a tutta la mia Famiglia

"Sono la passione e la curiosità a guidare l'innovazione."
(Dan Brown)

Abstract

Oggigiorno si cerca di applicare strumenti che possano migliorare la gestione e la manutenzione delle strutture esistenti, puntando ad un'attività di facility management innovativa. In tale campo ricade l'Allianz Stadium, complesso caso studio in cui è stata avviata l'applicazione della metodologia BIM finalizzata alla gestione della manutenzione. Ciò consente di ottenere la diminuzione dei costi di gestione e contemporaneamente l'aumento in efficienza e qualità degli interventi.

Con lo scopo di far interagire diverse figure professionali che svolgono compiti di manutenzione e gestione dell'impianto ci si è posti l'obiettivo di realizzare un modello facilmente accessibile e interrogabile, applicando alcuni strumenti di modellazione parametrica che consentono di introdurre diversi livelli di dettaglio e di sviluppo (LOD). L'interoperabilità tra differenti software diventa fondamentale per aumentare le potenzialità di tali strumenti informatici, pertanto si è utilizzata un'applicazione di visual programming process per automatizzare e migliorare il lavoro di modellazione. In particolare, è stata approfondita nel seguente elaborato la modellazione del terzo livello dello stadio da rendere disponibile nella costituzione di un modello federato, lo sviluppo del catino come elemento strutturale e la gestione dei seggiolini per gli spettatori. Sono state analizzate inoltre le modalità di condivisione delle informazioni e dei dati tra diverse figure coinvolte nella fase di progettazione, le interferenze che possono venirsi a creare e le modalità con cui queste vengono affrontate e risolte.

Infine, sono stati analizzati alcuni possibili sviluppi futuri quali l'installazione di Beacon basate sui dati ricavati direttamente dal modello BIM, affrontando particolari problematiche che possono migliorare la qualità dell'edificio e incrementare la produttività nel Facility Management.

Abstract – English version

Nowadays, we try to apply devices that can improve the management and maintenance of existing structures in order to obtain an innovative facility management activity.

From this point of view, the Allianz Stadium is a complex case of study that allows the development and application of the BIM methodology. The aim of this methodology will be reduce management costs, increase at the same time as the quality of the interventions.

With the aim of interacting diverse professionals in some fields perform maintenance and management tasks of the plant, the goal of creating an easily accessible and questionable model has been set, applying some parametric modeling tools that allow us to introduce different "levels of detail and development" (LOD). The interoperability between different software is essential to increase the potential of such tools, therefore, a visual programming process has been used to simplify the modelling work. In particular, in this elaborate it has been modeled the third level of the stadium in order to create a federated model, it has been developed of the seating bowl as a structural element and the management of the seats for the spectators. In addition, the methods of sharing information and data between different figures involved in the planning phase, the interferences that can be created and the ways in which they are dealt and resolved, they were analyzed.

Finally, some developments have been presented which deserve to be explored, for instance the installation of Beacons based on the data that we obtained as well as some special problems are faced that can improve the quality of the building, and increase productivity in the Facility Management.

Sommario

1.	Introduzione.....	1
2.	Caso studio.....	4
3.	Metodologia.....	12
3.1.	Building Information Modelling (BIM).....	12
3.2.	BIM per il Facility Management	18
3.3.	Modello di coordinamento.....	23
3.4.	Modellazione.....	27
3.4.1.	Modellazione strutturale.....	32
3.4.2.	Modellazione Architettonica.....	36
3.4.3.	Modellazione Seggiolini.....	61
3.4.4.	Attività di rilievo.....	70
4.	Visual Programming Process.....	75
4.1.	Modellazione catino.....	77
4.1.1.	Catino generico.....	77
4.1.2.	Catino Allianz Stadium	83
4.2.	Realizzazione scalini catino.....	99
4.3.	Posizionamento famiglie seggiolini.....	103
4.4.	Coordinate seggiolini per installazione Beacon.	109
5.	Dati ed interoperabilità	113
6.	Conclusioni e sviluppi futuri	120
7.	Bibliografia e Sitografia.....	124
8.	Allegati	1

Indice delle figure

Figura 1 - Il BIM: Building Information Modelling. (fonte: https://www.youbuildweb.it/2017/09/29/bim-progettazione-integrata/)	1
Figura 2 - Immagine riassuntiva del percorso intrapreso ai fini della gestione e della manutenzione dell'Allianz Stadium.	3
Figura 3 - Foto Allianz Stadium (fonte: www.Juventus.com)	4
Figura 4 - Mappa della città di Torino con indicazione posizione stadio. (fonte: google maps).	5
Figura 5 - Foto dall'alto dell'impianto sportivo bianconero. (fonte: http://www.lioblindaserrature.net/juventus-stadium/)	6
Figura 6 - Foto scattata all'interno del campo da gioco. (fonte: www.Juventus.com)	7
Figura 7 - Foto aerea del lotto in cui si erge lo Stadium (fonte: google earth).	8
Figura 8 – Tribuna con platea primo e secondo livello in c.a. e tribuna a travi in acciaio su terzo livello. (fonte: PDF del piano di montaggio dello Juventus Stadium fornito durante il corso di Produzione Edilizia e Sicurezza tenuto dal Prof. Francesco Ossola nel 2014)	9
Figura 9 – Foto panoramica esterna in cui si illustra la particolarità del rivestimento di facciata a pannelli e i pennoni che reggono la copertura dello stadio. (fonte: www.Juventus.com).	10
Figura 10 - Foto dall'alto. (fonte: http://www.studio-ossola.it/settore/edilizia-sportiva/).	11
Figura 11 - Condivisione dati attraverso il BIM. (fonte: http://www.aga-cad.com/blog/from-bim-to-building-how-to-get-maximum-utility-from-the-bim-model).	12
Figura 12 - Passaggio dall'approccio tradizionale all'approccio BIM. (fonte: http://biblus.acca.it/focus/bim-building-information-modeling/).	13
Figura 13 - Metodologia BIM dall'ideazione alla fine della vita utile del bene. (fonte: http://blog.analistgroup.com/la-progettazione-bim-e-la-sicurezza-dei-luoghi-di-lavoro-a-enna/).	14
Figura 14 - I diversi livelli di LOD per la nota poltrona Barcelona. (fonte: http://www.shelidon.it/?p=2715).	16
Figura 15 - Caratteristiche di un edificio per i diversi LOD in fase di progettazione (fonte: leparadisus.com).	16
Figura 16 - Definizione grafica dei LOD introdotti nella UNI 11337:2017 per una finestra. (fonte: https://www.ingenio-web.it/6590-i-lod-nella-uni-113372017).	17
Figura 17 - LOD definiti nella UNI 11337:2017. (fonte: https://www.ingenio-web.it/6590-i-lod-nella-uni-113372017).	17
Figura 18 - Rappresentazione dell'attività di FM. (fonte: http://www.areadevelopment.com/AssetManagement/Q2-2013/building-information-modeling-facility-management-0272892.shtml).	18
Figura 19 - BIM per il Facility Management. (fonte: https://8dbim.weebly.com/6d.html).	19
Figura 20 - Flusso di lavoro generico che mette in comunicazione diverse discipline. (fonte: http://biblus.acca.it/i-processi-bim-secondo-le-pas-1192-2-e-bs-1192/).	21
Figura 21 - Forme di scambio dati. (http://www.ibimi.it/lezione-5-metodologie-di-scambio-dati/).	23
Figura 22 - Ciclo di sviluppo delle informazioni. (fonte: Pas 1192-2:2013).	24
Figura 23 - Ambiente di lavoro. (fonte BS1192:2007+A1:2015).	25

Figura 24 - Common Data Environment del caso studio. (fonte: ambiente di lavoro condiviso con il team di Drawing TO the Future)	26
Figura 25 - Prototype Workflow per l'Allianz Stadium. (fonte: elaborati prodotti dal laboratorio Drawing TO the Future).	26
Figura 26 - Sezione della tribuna ovest con indicazione del livello oggetto di studio. (fonte: CAD forniti da Juventus)	27
Figura 27 - Creazione modello di progetto tramite template.	29
Figura 28 – Acquisizione coordinate da template.	29
Figura 29 - Gestione visibilità grafica per il terzo livello.	30
Figura 30 - Pianta del livello 3 semplificata ai fini della modellazione. (fonte: Livello 3_Agg JV.dwg)	31
Figura 31 – Tipologia di solaio strutturale.	33
Figura 32 - Tipologie di pilastri strutturali modellati, i primi tre da sinistra in cemento armato ed infine una colonna ad H e una IPE.	34
Figura 33 - Modello strutturale realizzato come integrazione della modellazione architettonica.	34
Figura 34 - Griglie strutturali di riferimento per la modellazione del terzo livello. (fonte: JS_PT_DR_A_S0_P01.0_Livello 3-BP.dwg)	35
Figura 35 Risultato raggiunto dall'attività di modellazione architettonica.	36
Figura 36 - Esempio di muro in laterizio M01 modellato inizialmente senza indicazioni sui rivestimenti.	39
Figura 37 - Parete collegata a solaio unico, senza distinzione tra architettonico e strutturale. (fonte: JS_PT_M3_Z_S0_P04.0_Test regole di modellazioni MURI_PILASTRI.rvt, realizzato dall'Ing. Andrea Barbero).	39
Figura 38 - Collegamento muri solaio strutturale con successiva definizione solaio architettonico nei locali. (da modello architettonico).	40
Figura 39 - Collegamento parete - solaio strutturale con il comando Attach Top/Base.	40
Figura 40 - Caricamento parametri condivisi.	41
Figura 41 - Creazione parametro condiviso per muro strutturale (setti).	42
Figura 42 - Indicazioni finiture delle pareti con linee spesse di differente colore a seconda del materiale. (fonte: CAD forniti da Juventus).	43
Figura 43 - Esempio di parete in laterizio con due finiture diverse di 2 cm ciascuna.	45
Figura 44 - Inserimento etichette tramite Material Tag posto nella sezione Annotate.	46
Figura 45 - Etichette muri: nucleo (indicazione rettangolare); rivestimento (indicazione a rombo).	46
Figura 46 - Esempio di tipologia pavimentazione architettonica situata all'interno degli skybox.	47
Figura 47 - Parte strutturale del pavimento architettonico reso variabile per modificarne lo spessore secondo le esigenze.	47
Figura 48 - Utilizzo del comando Modify Sub Elements per creare le pendenze. Si nota come vengono a crearsi dei collegamenti anomali tra punti.	48
Figura 49 - Add Split Line per l'introduzione o la gestione di linee al fine di perfezionare le pendenze dei pavimenti.	48
Figura 50 - Gestione pendenze pavimenti architettonici.	49
Figura 51 - Strumento di copia e controlla dei link presenti nel modello.	49
Figura 52 - Selezione oggetti linkati da copiare e monitorare.	50

Figura 53 - Realizzazione copertura unica per differenti locali con pendenza tracciata tramite Slope Arrow.	51
Figura 54 - Problematica riscontrata nella realizzazione di una copertura unica con una sola pendenza.	52
Figura 55 - Problema di collegamento tra montanti di vetrate diverse nella realizzazione di coperture per coppie di skybox.	52
Figura 56 - Edit profile per la delineazione del profilo della parete a seguire la pendenza della copertura vetrata.	53
Figura 57 - Soluzione copertura vetrata skybox, distinta per singoli locali.	53
Figura 58 - Skybox terzo livello.	54
Figura 59 - Esempio di controsoffitto utilizzato per gli skybox.	55
Figura 60 - Indicazione del materiale del controsoffitto dalla sezione Materials.	55
Figura 61 - Inclinazione controsoffitto nel locale ristorante.	56
Figura 62 - Posizionamento delle etichette tramite la voce Room.	56
Figura 63 - Inserimento delle etichette nei locali.	57
Figura 64 - Esempio etichetta locale ristoro della torre ovest contenente informazioni sul locale.	57
Figura 65 - Colori assegnati ai locali della torre Ovest in base alla destinazione d'uso.	58
Figura 66 - Risultato raggiunto in fase di modellazione della torre ovest.	59
Figura 67 - Vista in pianta del risultato raggiunto dall'attività di modellazione.	59
Figura 68 - Dettaglio relativo alla modellazione del terzo livello.	60
Figura 69 - Immagine complessiva del risultato di modellazione del terzo livello.	60
Figura 70 - Immagine poltrone poste nella tribuna ovest. (fonte: http://www.linosonego.it/).	61
Figura 71 - Differenti tonalità cromatiche dei seggiolini nello stadio. (fonte: www.Juventus.com)	61
Figura 72 - Problema di sottrazione solidi per un singolo elemento. Il void taglia tutto, non soltanto lo schienale.	62
Figura 73 - Modellazione schienale poltrona.	63
Figura 74 - Assegnazione materiale a poltrona.	63
Figura 75 - Inserimento numero applicato ad un piano.	64
Figura 76 - Modellazione poltrona alta con minischermo sul poggiatesta.	65
Figura 77 - Assegnazione livello di restituzione grafica alle tre configurazioni del seggiolino.	66
Figura 78 - Scheda tecnica utilizzata come riferimento per la modellazione dei seggiolini. (fonte materiale progettuale Juventus condiviso con il Politecnico di Torino: scheda tecnica seggiolini_JV.pdf).	66
Figura 79 - Creazione fogli per rilievi.	70
Figura 80 - Ambiente di condivisione dati e funzionalità di Autodesk A360. (fonte: http://help.autodesk.com/view/ADSK360/ITA/?guid=GUID-20B332B9-B8B7-4C22-81C0-C90FB8F781E9).	73
Figura 81 - Tabella Excel, modelli locali e modello centrale presenti in A360.	73
Figura 82 - Interrogazione degli elementi del modello con A360.	74
Figura 83 - DYNAMO for AUTODESK REVIT consente attraverso un ambiente logico di un editor di algoritmi grafici di assistere la modellazione informativa in Autodesk Revit. (fonte: dynamoprimer.com).	75
Figura 84 - Schema esempio di organizzazione di un generico script DYNAMO. (fonte: https://medium.com/autodesk-university/improve-your-team-efficiency-20-practical-uses-of-DYNAMO-for-AUTODESK-REVIT-f5f4a6313ab8).	76
Figura 85 - Pacchetto nodi BVN scaricabili dalla sezione Packages.	77

Figura 86 - Nodi annidati per l'analisi dei parametri di progetto delle gradonate.	78
Figura 87 - Parametri utili alla progettazione delle gradonate (www.parametricmonkey.com).	78
Figura 88 - Script con nodi da pacchetto BVN per la realizzazione del catino.	80
Figura 89 - Script per la realizzazione di un elemento tridimensionale con ModelCurve.ByCurve.	81
Figura 90 - Catino generico realizzato su AUTODESK REVIT grazie agli script di DYNAMO.	82
Figura 91 - Sezione del catino con indicazione degli elementi che costituiscono la gradonata del primo e del secondo anello. (fonte: http://www.majowiecki.com/studio/wp-content/uploads/2011/10/2011-La-copertura-sospesa-del-nuovo-stadio-della-Juventus-a-Torino1.pdf).	83
Figura 92 - Script di estrusione della sezione dei due anelli di gradonate dell'Allianz Stadium.	84
Figura 93 - Sezione delle gradonate e percorso da utilizzare per l'estrusione.	85
Figura 94 - Catino dell'Allianz Stadium creato come generic model.	86
Figura 95 - Problematica relativa all'inserimento vuoti nel modello generico per ottenimento vomitori.	87
Figura 96 - Realizzazione solidi di sottrazione per realizzazione vomitori.	88
Figura 97 - Problema di sottrazione dei solidi agli angoli.	88
Figura 98 - Script per la sottrazione di solidi dal catino secondo i due anelli con errori relativi alla sottrazione dei solidi.	89
Figura 99 - Utilizzo di Springs.Form.ByGeometry in sostituzione di DirectShape.ByGeometry.	90
Figura 100 - Errore di estrusione su percorso con il nodo Springs.Form.ByGeometry.	91
Figura 101 - Separazione in due rami dello script per la realizzazione dell'anello superiore.	92
Figura 102 - Comando creazione vuoti nella famiglia Generic Models.	93
Figura 103 - Creazione vomitori grazie al taglio dei vuoti dal catino.	93
Figura 104 - Realizzazione del secondo anello della tribuna est staccata dal resto ed evidenziazione del problema di sottrazione vuoto per forma complessa nella tribuna ovest.	94
Figura 105 - Catino fantasma nella famiglia Generic Models.	94
Figura 106 - Script finale di creazione catino Allianz Stadium.	96
Figura 107 - Catino strutturale con vomitori realizzati tramite void sottratti all'elemento.	97
Figura 108 - Catino strutturale finale.	98
Figura 109 - Foto scalini catino. (Fonte: http://www.archistadia.it/2016/04/juventus-stadium-guida-visita-museo-architettura-archistadia-on-tour-stadi.html).	99
Figura 110 - Script per il posizionamento delle famiglie di scalini.	100
Figura 111 - Realizzazione scalini da posizionare all'interno del catino.	101
Figura 112 - Scalinate inserite nel catino.	102
Figura 113 - Sezione posizionamento seggiolini sui gradoni del catino. (fonte Juventus: Schede tecniche seggiolini_JV.pdf)	103
Figura 114 - Script utile al posizionamento di seggiolini tramite la selezione di differenti percorsi.	104
Figura 115 - Comando termine selezione percorsi di posizionamento seggiolini.	105
Figura 116 - Prova inserimento seggiolini con riconoscimento della famiglia di seggiolino da introdurre sui percorsi selezionati.	105
Figura 117 - Test di posizionamento simultaneo di due tipologie di famiglie in tribuna Ovest.	106
Figura 118 - Problema di posizionamento delle poltrone della quinta fila.	107

Figura 119 - Risultato di modellazione e posizionamento dei seggiolini in curva sud con diverse tonalità cromatiche da aggiornare con posizionamenti dei seggiolini neri per sfumature.	108
Figura 120 - Immagine reale relativa alla curva sud per confronto con il risultato di modellazione. (fonte: http://www.juventus.com/en/tickets/museum-and-stadium-tour-tickets/museum-and-stadium-tour-tickets.php).	108
Figura 121 - Inserimento seggiolini nel catino. Si dovrebbe provare a migliorare lo script per automatizzare la posizione dei seggiolini ottenendo le figure che caratterizzano le tribune.	108
Figura 122 - Script per l'estrapolazione coordinate seggiolini.	109
Figura 123 - Esempio di utilizzo di app collegata a Beacon per offrire agli spettatori informazioni sugli eventi. (fonte: http://amstore-innovation.com/ibeacon/).	110
Figura 124 - Condivisione contenuti tra Beacon e smartphone con utilizzo di app specifiche. (fonte: http://quibee.it/le-10-cose-da-sapere-sulla-tecnologia-ibeacon-e-sul-proximity-marketing/).	111
Figura 125 - Interazione Beacon/Smartphone. (fonte: https://kontakt.io/beacon-basics/what-is-a-beacon/).	112
Figura 126 - Archibus per il Facility Management.	114
Figura 127 - Creazione abaco.	114
Figura 128 - Creazione nuova scheda per abaco seggiolini.	115
Figura 129 - Esportazione abachi.	115
Figura 130 - Abaco per conteggio seggiolini con immagine di riferimento della tipologia di seggiolini di cui si effettua il conteggio.	116
Figura 131 - Mappa settori stadio. (fonte: https://www.sesei.it/juventus/mappa-stadio/).	121
Figura 132 - Esempio di realizzazione di facciate a struttura metallica. (fonte: http://DYNAMOprimer.com/en/08_DYNAMO-for-AUTODESK_REVIT/8-4_Creating.html)	122
Figura 133 - Immagine schematizzante gli obiettivi da sviluppare per ottenere l'Allianz Stadium 2.0.	123

Indice delle tabelle

Tabella 1 - Codifica cartelle e file adottata all'interno del CDE.	28
Tabella 2 - Tabella codifica pilastri usati a livello 3.	37
Tabella 3 - Codifica materiali per modello architettonico.	38
Tabella 4 - Codifica utilizzata per la modellazione delle pareti.	45
Tabella 5 - Codifica pavimenti modellati nel terzo livello.	46
Tabella 6 - Tipologie di controsoffitti utilizzati nella modellazione del terzo livello.	54
Tabella 7 - Raggruppamento famiglie seggiolini modellate a diversi livelli di restituzione grafica (LOG).	69
Tabella 8 - Riassunto dei risultati di automazione della modellazione del catino.	98
Tabella 9 - Riassunto dei risultati di automazione della modellazione delle rampe scale delle tribune.	102
Tabella 10 - Riassunto dei risultati di automazione del posizionamento dei seggiolini.	107
Tabella 11 - Abaco per conteggio seggiolini esportato in Excel.	116
Tabella 12 - Scheda elemento - seggiolino.	119

1. Introduzione

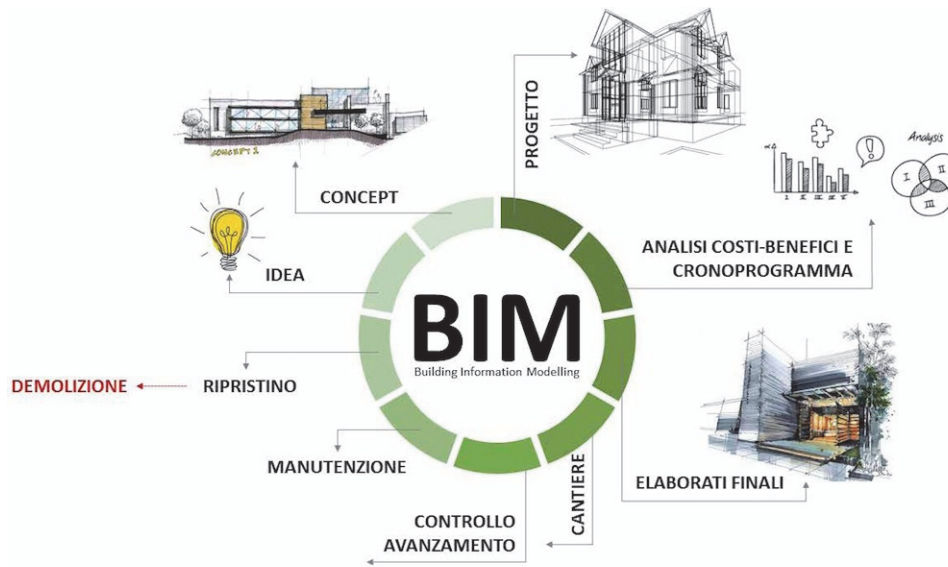


Figura 1 - Il BIM: Building Information Modelling. (fonte: <https://www.youbuildweb.it/2017/09/29/bim-progettazione-integrata/>)

Negli ultimi anni la metodologia BIM si è diffusa radicalmente nell'edilizia, frutto di una vera e propria rivoluzione digitale che ha interessato tutte le fasi del processo edilizio. Il National Institutes of Building Science definisce il Building Information Modelling come:

"rappresentazione digitale di caratteristiche fisiche e funzionali di un oggetto".

Esso dunque non costituisce né un software né un prodotto ma un contenitore di informazioni all'interno di un modello rappresentante l'edificio, in cui è possibile inserire dati grafici ed attributi tecnici relativi anche al ciclo di vita previsto della struttura in esame.

Mentre per la progettazione CAD si effettua un'elaborazione del progetto bidimensionale o tridimensionale, attraverso la progettazione BIM è possibile non solo ottenere informazioni visive o rendering ma tutte le funzionalità e le prestazioni dei singoli elementi che compongono l'edificio individuando ed inserendo nel modello le relative caratteristiche alfanumeriche.

Il BIM è nato dalla volontà di ottenere una sempre più estesa collaborazione tra progettisti, un'interoperabilità sempre più diffusa tra i software, l'integrazione tra i processi e una sostenibilità sempre più marcata. Esso infatti diventa una metodologia di progettazione collaborativa in grado di integrare in un unico modello parametrico di informazioni utili in ogni fase della progettazione (architettonica, strutturale, impiantistica, energetica e

gestionale), con lo scopo finale di aumentare la produttività e l'efficienza, ridurre i costi nella fase di progettazione e costruzione, con l'obiettivo di agevolare la gestione e la manutenzione durante il ciclo di vita dell'edificio.

Da quest'ultimo punto si diffonde l'idea di applicare la metodologia BIM anche alla fase gestionale dell'edificio, con il processo di sviluppo del modello per la gestione in fase progettuale per i nuovi edifici o con la creazione di modelli per strutture esistenti.

Nel seguente documento, ci si è posti come obiettivo l'applicazione della metodologia BIM per il Facility Management (FM) di un complesso caso studio, sia dal punto di vista architettonico che gestionale. L'attività svolta rientra in un più ampio progetto di dottorato di ricerca finanziato da Juventus F.C. spa, a cui si è contribuito con lo sviluppo di alcuni dei tanti temi che possono essere affrontati per potenziare la fase gestionale dell'Allianz Stadium.

L'elaborato presenta dunque una breve introduzione al BIM per il FM e la presentazione del caso studio con focalizzazione sulle principali caratteristiche che hanno interessato la trattazione di particolari problematiche. Successivamente è stata trattata la creazione di un modello parametrico tridimensionale, fondamentale per le attività di gestione, pianificazione e manutenzione del complesso impianto sportivo. In particolare, è stata illustrata l'attività di modellazione del terzo livello secondo un LOD 200+.

Nella parte centrale dell'elaborato ci si è focalizzati sull'interoperabilità di un'applicazione di visual programming process (Dynamo) con un software di modellazione parametrica quale Autodesk Revit, analizzando la composizione di script utili alla realizzazione delle tribune dello stadio (catino) e al posizionamento dei seggiolini al suo interno. Un ulteriore script è stato adottato per estrapolare le coordinate dei seggiolini al fine di creare una base utile all'introduzione di sistemi tecnologici per lo scambio di dati con i dispositivi mobile tramite bluetooth (Beacon).

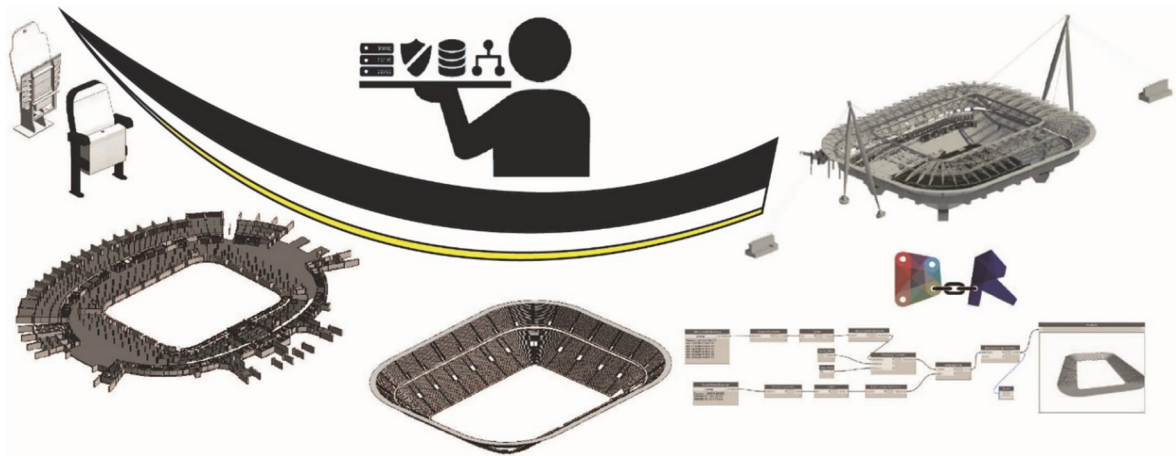


Figura 2 - Immagine riassuntiva del percorso intrapreso ai fini della gestione e della manutenzione dell'Allianz Stadium.

Nella parte finale del documento sono state affrontate alcune tematiche sull'extrapolazione di dati ed informazioni dal modello e sono stati proposti degli obiettivi che potranno essere raggiunti nelle attività future svolte sul tema del Facility Management per l'Allianz Stadium. A Juventus F.C. vanno i ringraziamenti per il supporto e la disponibilità durante lo sviluppo del lavoro e per la fornitura dei dati necessari al raggiungimento dei risultati esposti.

2. Caso studio

"La Juve è sempre stata un meraviglioso dipinto, e un meraviglioso dipinto ha bisogno di una cornice meravigliosa come questa"

(Del Piero, A., 8 settembre 2011)



Figura 3 - Foto Allianz Stadium (fonte: www.Juventus.com)

Nel seguente documento si affrontano tematiche relative all’impianto sportivo di proprietà della società calcistica Juventus Football Club, costruito a partire dal 2009 ed inaugurato l’8 settembre 2011 con il nome di Juventus Stadium, successivamente modificato in Allianz Stadium secondo gli accordi di partnership con Allianz Italia e Lagardère Sports, dalla stagione 2017/2018. (12)

L’edificio è situato a Torino nell’area della V circoscrizione sita a nord-ovest, in prossimità dell’area Continassa tra i quartieri Vallette e Lucento, dove in passato si erigeva lo stadio Delle Alpi, di cui dopo la sua demolizione sono state recuperate alcune parti strutturali. Sesto stadio italiano per capienza con i suoi 41.507 posti a sedere, nonché primo della regione Piemonte, dalla stagione 2011/2012 l’impianto ospita le partite casalinghe della squadra di calcio Juventus F.C.

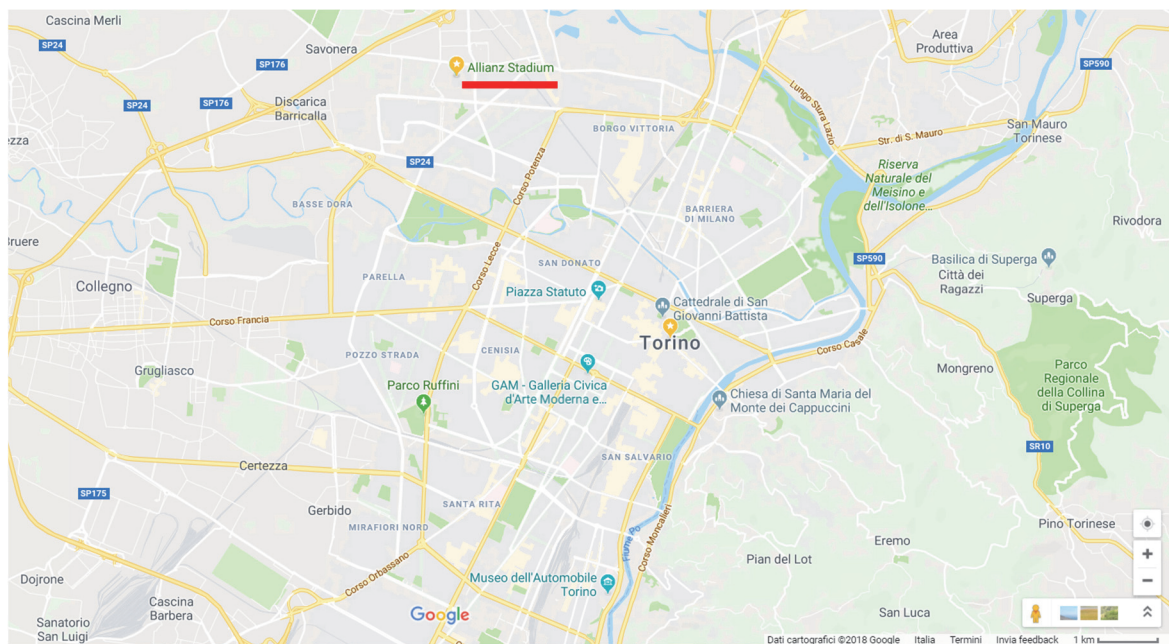


Figura 4 - Mappa della città di Torino con indicazione posizione stadio. (fonte: google maps).

Nel 2002 la società bianconera ottiene un accordo con la municipalità torinese che vede affidarle per 99 anni il diritto di superficie dell'area in zona Continassa con lo scopo di riqualificarla realizzandone una vera e propria cittadella che comprende oltre che il nuovo stadio, un museo, un centro medico e la sede societaria.

Già nel 1996 Umberto Agnelli aveva predetto gli obiettivi futuri societari affermando:

"Sogno impianti a misura di famiglia. Non ne posso più di questi scatoloni così esagerati, così scomodi".

La progettazione fu affidata dunque dall'amministratore delegato della società agli studi GAU e Shesa guidati dagli architetti Hernando Suarez e Gino Zavanella, e agli Ingegneri Francesco Ossola e Massimo Majowiecki, con lo scopo principale di diminuire la capienza eccessiva del precedente impianto e di eliminare completamente la pista di atletica per migliorare la visibilità degli eventi dagli spalti.

I lavori di demolizione del Delle Alpi iniziarono nel novembre 2008 e vennero conclusi nel marzo del 2009, da cui si ottenne il recupero di tutta la parte interrata del vecchio stadio, compresa la zona del terreno di gioco. Nelle fasi di progettazione sono state affrontate notevoli problematiche che hanno consentito di raggiungere i massimi standard di sicurezza, di ottenere il primato mondiale come impianto ecocompatibile, di essere la prima struttura calcistica italiana senza barriere architettoniche e di rientrare tra i quattro stadi italiani nella

categoria 4 UEFA (categoria assegnata agli impianti di maggior livello tecnico) insieme allo stadio Olimpico di Roma, al Giuseppe Meazza di Milano e all'Olimpico di Torino (sede attuale delle partite casalinghe del Torino F.C. e della stessa Juventus F.C. nel periodo 2006-2011).



Figura 5 - Foto dall'alto dell'impianto sportivo bianconero. (fonte: <http://www.lioblindaserrature.net/juventus-stadium/>)



Figura 6 - Foto scattata all'interno del campo da gioco. (fonte: www.Juventus.com)

Seguendo i più moderni principi costruttivi anche in ottica di risparmio energetico, i progettisti hanno concepito la struttura in modo tale da garantire ai tifosi un'esperienza unica durante le manifestazioni, grazie alla vicinanza degli spalti dal campo da gioco, distante solo 7,5 m, ad una visione eccellente da ogni seggiolino e a oltre 110mila metri quadrati tra aree di servizi di supporto, spazi di intrattenimento e aree commerciali. Sono presenti all'interno dell'impianto 4000 posti Premium con un elevato livello di comfort, 62 sky box e 8 aree business. Nell'area est sorgono infine il JMedical ed il JMuseum, che raccoglie tutti i cimeli e i trofei della società bianconera ottenuti in 120 anni di storia. (13)

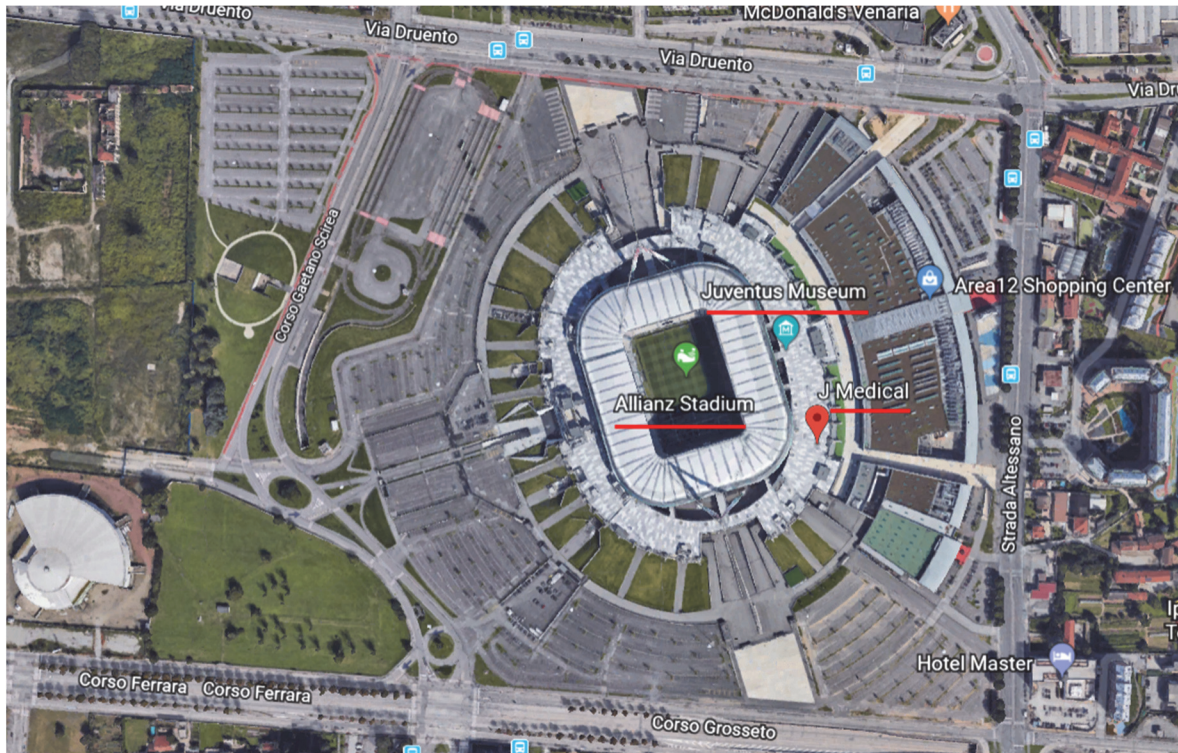


Figura 7 - Foto aerea del lotto in cui si erge lo Stadium (fonte: google earth).

Il campo da gioco risulta essere interrato rispetto alle quote del lotto il che comporta ad avere parte delle tribune del primo anello appoggiate direttamente sul terreno. Il catino interno è costituito da due anelli di cui il primo suddiviso in ulteriori due livelli, pertanto si ha:

- Tribuna primo livello, costituita da travi prefabbricate in c.a. che poggiano su plinti;
- Tribuna secondo livello, costituita da travi prefabbricate in c.a. poggianti su plinti e pilastri con appoggio a sella;
- Tribuna terzo livello costituita da travi in acciaio che poggiano sul solaio a quota 18,55 m in corrispondenza di pilastri in c.a. e colonne in acciaio. (14)

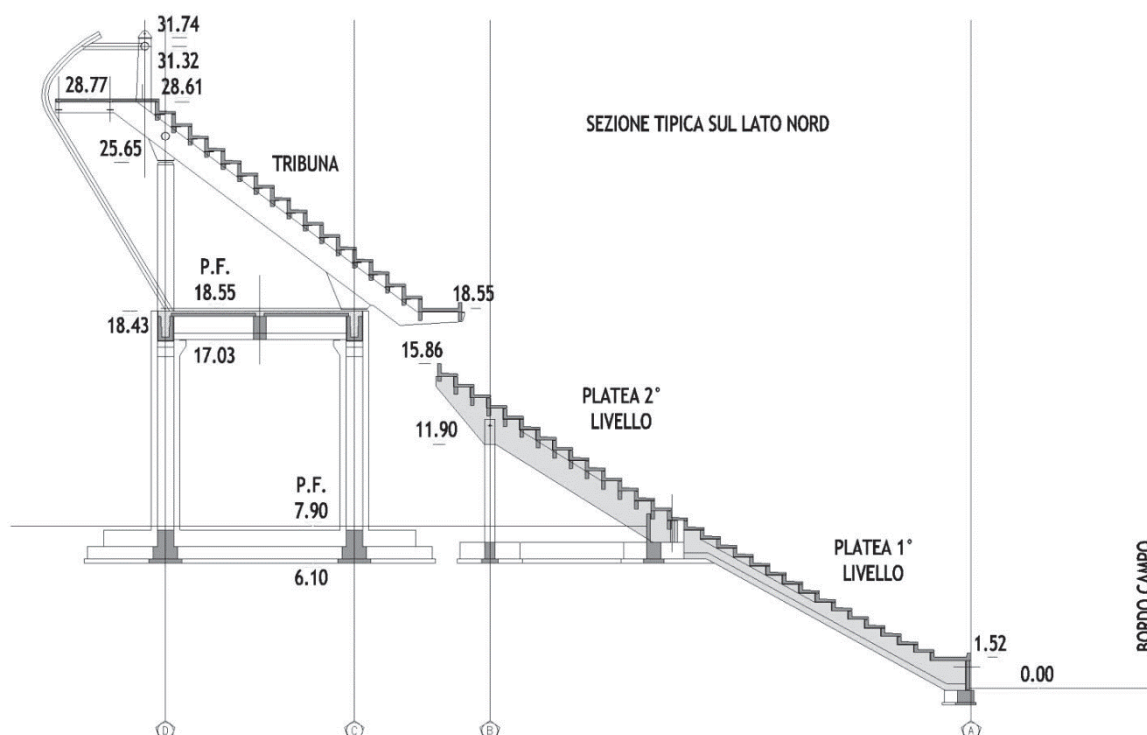


Figura 8 – Tribuna con platea primo e secondo livello in c.a. e tribuna a travi in acciaio su terzo livello. (fonte: PDF del piano di montaggio dello Juventus Stadium fornito durante il corso di Produzione Edilizia e Sicurezza tenuto dal Prof. Francesco Ossola nel 2014)

Le facciate dello stadio sono state curate dal designer Fabrizio Giugiaro che, secondo l'ottica di riprodurre una bandiera in movimento, le ha fatte rivestire con 7.000 pannelli compositi in alluminio colorati in varie sfumature di grigio, mentre un anello tricolore formato da pannelli verdi bianchi e rossi posti in sommità delle facciate, vanno a cingere l'intera struttura. In questa cintura tricolore sono stati inoltre inserite le tre stelle gialle in vari punti, che richiamano quelle presenti nelle due curve del catino.



Figura 9 – Foto panoramica esterna in cui si illustra la particolarità del rivestimento di facciata a pannelli e i pennoni che reggono la copertura dello stadio. (fonte: www.Juventus.com).

Tutti i settori dello stadio si ritrovano posti sotto un enorme copertura sospesa; nel documento consultato sul sito dello studio di progettazione dell'Ing. Majowiecki (<http://www.majowiecki.com/studio/wp-content/uploads/2011/10/2011-La-copertura-sospesa-del-nuovo-stadio-della-Juventus-a-Torino1.pdf>) viene riportata la seguente definizione:

"Il sistema strutturale di copertura è definibile quale sistema strallato tridimensionale a doppio effetto stabilizzato mediante presollecitazione".

Realizzata in PVC, la copertura è sorretta dunque da un sistema di stralli ancorati a due grandi piloni di 86 m di altezza che richiamano la vecchia conformazione dello stadio Delle Alpi. Essa è stata studiata nella galleria del vento e la sua progettazione si rifà alle conoscenze del profilo delle ali degli aerei, ottenendo una struttura leggera, studiata nei minimi dettagli per quanto riguarda i flussi di luce naturale, sia per la crescita dell'erba nel campo da gioco, sia per garantire l'ottimale visione del campo migliore sia nelle fasi diurne che notturne.

Per concludere i progettisti sono riusciti ad ottenere un cosiddetto stadio all'inglese, comodo, moderno ed economico, con i tifosi il più possibile coinvolti agli eventi svolti, con visibilità eccellente da ogni posizione sugli spalti e ottenendo un'atmosfera di forte impatto durante le manifestazioni sportive.



Figura 10 - Foto dall'alto. (fonte: <http://www.studio-ossola.it/settore/edilizia-sportiva/>).

3. Metodologia

3.1. Building Information Modelling (BIM)

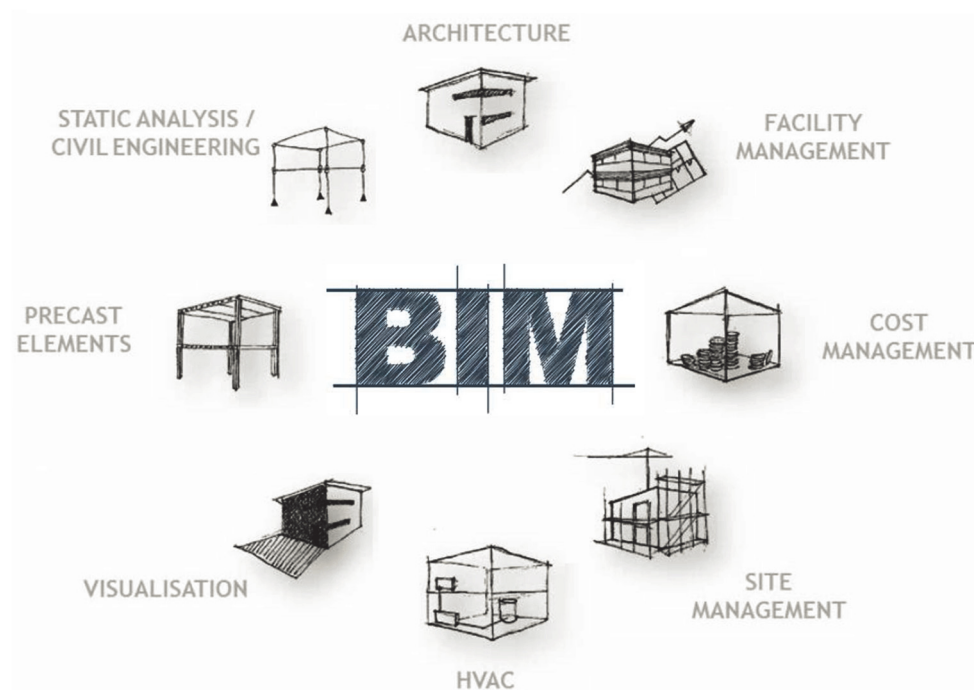


Figura 11 - Condivisione dati attraverso il BIM. (fonte: <http://www.aga-cad.com/blog/from-bim-to-building-how-to-get-maximum-utility-from-the-bim-model/>).

Il futuro della progettazione e della costruzione, nonché del recupero, della ristrutturazione e gestione degli edifici e di tutti i campi di interesse del mondo dell'edilizia è stato influenzato nell'ultimo decennio dall'uso della **tecnologia**, che è divenuto un sostegno fondamentale per la ricerca di nuovi metodi che portino ad incrementare l'efficienza e la produttività. Il processo edilizio diventa dunque una serie di fasi operative ben organizzate che, partendo dal rilevamento di determinate problematiche conducono al loro soddisfacimento. Ciò comporta la necessità di definire una struttura di comunicazione efficace di informazioni tra professionisti che operano nello stesso campo e professionisti che lavorano allo stesso progetto ma che hanno settori di competenza differente e che quindi lavorano in sequenza o contemporaneamente. Esiste dunque la necessità di organizzare e codificare un flusso di informazioni relative al processo edilizio mediante una strutturazione ben organizzata e basata su un utilizzo intelligente dell'**Information Technology (IT)**, che nell'edilizia non consente soltanto di ottenere una modellazione tridimensionale parametrica del manufatto ma punta proprio ad ottenere una efficace collaborazione tra diversi soggetti coinvolti nel

processo, garantendo una perfetta sintonia fra processi e sostenibilità e l'unicità di dati trattati.

Tutto questo introduce la **metodologia BIM**, essendo concettualmente basata sulla **collaborazione** tra diverse figure professionali, che permette a ciascuna di esse di interagire, modificare, aggiornare ed estrapolare informazioni ai fini degli obiettivi del proprio ruolo. (1)

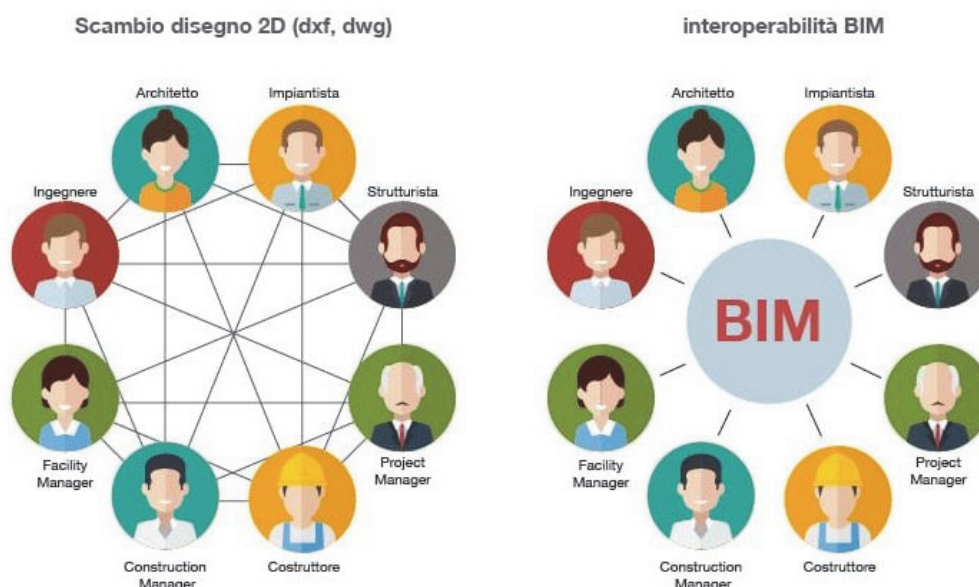


Figura 12 - Passaggio dall'approccio tradizionale all'approccio BIM. (fonte: <http://biblus.acca.it/focus/bim-building-information-modeling/>).

È importante capire l'evoluzione che ci ha condotto oggi giorno nell'applicazione della metodologia BIM nel campo delle costruzioni. Già sul finire degli anni '70 si è fatto fronte a una drastica modifica dello sviluppo della progettazione che ha visto flotte di professionisti rivoluzionare le loro metodologie di lavoro con il passaggio dalla produzione di tavole di progetto disegnate a mano all'uso del Computer Aided Design (CAD), che ha consentito di utilizzare dei software per la rappresentazione grafica di oggetti nel piano o nello spazio. Tale passaggio ha consentito di ridurre drasticamente i tempi di realizzazione delle tavole progettuali oltre che a semplificare le modifiche da apportare dopo le fasi di verifica e di revisione agli elaborati e a facilitare il passaggio dei file in formato digitale.

Con l'avvento del BIM si è passati proprio a ragionare in tre dimensioni, modellando oggetti parametrici a cui è possibile assegnare informazioni sia geometriche che alfanumeriche, ottenendo dei veri e propri contenitori di informazioni, appartenenti ad un **unico database**

condivisibili in un'ambiente di lavoro, basato sul concetto di **interoperabilità**, che ne consente l'estrapolazione delle informazioni utili in un determinato momento della progettazione dall'operatore interessato. Si ha dunque un passaggio non solo dalla realizzazione degli elaborati in piano a quella nello spazio ma proprio ad un passaggio dal 2D ad una metodologia strutturata in modo ben organizzato per le varie fasi del processo progettuale richiamandone le responsabilità ad essa attinenti.

In letteratura sono presenti molte definizioni sul BIM, spesso anche differenti fra loro ma principalmente l'acronimo viene utilizzato per indicare:

- **BIM:** inteso come metodologia di lavoro basato su collaborazione di figure coinvolte nello sviluppo di un determinato progetto;
- **bim:** costituisce la rappresentazione tridimensionale di un'opera con annesso database di informazioni anche non grafiche quali materiali, costi, caratteristiche tecniche, fisiche, strutturali, fasi di montaggio, ecc.

Attualmente la metodologia viene impiegata soprattutto in fase di progettazione e costruzione (per l'architettura, l'ingegneria e gli impianti tecnici); negli ultimi tempi si sta verificando la sua diffusione anche in ambito gestionale, arrivando dunque ad avere un terzo acronimo BIM:

- **Building Information Management:** organizzazione, gestione e controllo del processo.

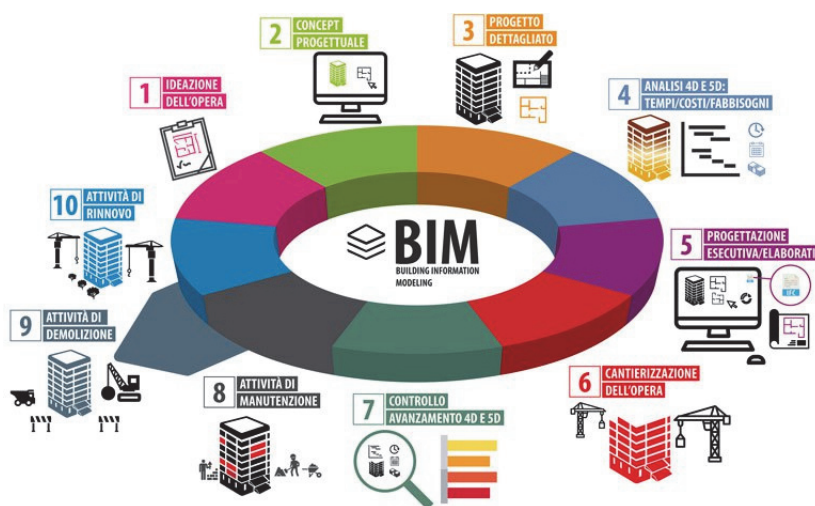


Figura 13 - Metodologia BIM dall'ideazione alla fine della vita utile del bene. (fonte: <http://blog.analistgroup.com/la-progettazione-bim-e-la-sicurezza-dei-luoghi-di-lavoro-a-enna/>).

All'interno di un sistema BIM si lavora sulle informazioni inerenti l'edificio, archiviate in modo tale da caratterizzare tutti i suoi aspetti e i suoi dati in un unico **ambiente di condivisione**. La condivisione diventa elemento chiave per lo sviluppo della progettazione, della manutenzione e gestione, pertanto è fondamentale puntare all'interoperabilità che sostanzialmente consente di arricchire il database in **continuo aggiornamento**. Per capire come gestire le informazioni in fase di scambio risulta necessario capire le figure professionali che lavorano ad un determinato progetto, che tipologia di dati si necessita scambiare e con quali finalità, per quali figure professionali bisogna estrapolare tali informazioni, in quale momento e con quali modalità. Entra dunque in gioco la necessità di introdurre un formato dati aperto, svincolato dal software utilizzato dal singolo operatore e che faciliti l'interoperabilità. L'Industry Foundation Classes (IFC) è un formato standard che consente di elaborare tutti i dati e le informazioni dell'edificio provando a ridurre gli errori e le perdite: attualmente si stanno conducendo degli studi per cercare di raggiungere la situazione ideale di totale assenza di errori. Esso consente la collaborazione tra varie figure coinvolte nel processo edilizio mirando ad aumentare la qualità, ad abbassare i costi ed i tempi con dati e informazioni coerenti. (1)

Spesso è necessario effettuare delle semplificazioni a livello di modellazione geometrica, soprattutto nel caso il BIM venga impiegato ai fini di gestione dell'edificio (perché a livello di visualizzazione la modellazione geometrica deve essere parecchio dettagliata). Risulta doveroso introdurre il concetto di **LOD** legato alla metodologia BIM, nell'indicazione di Level of Detail e Level of Development: il primo indicante il livello di dettaglio degli oggetti da inserire nel modello; il secondo il livello di sviluppo della geometria e delle informazioni a essa associate. L'American Institute of Architects (AIA) definisce cinque livelli di rappresentazione:

- **LOD 100:** concettuale
- **LOD 200:** geometria approssimativa;
- **LOD 300:** geometria precisa;
- **LOD 350:** geometria precisa legata a parametri di altri elementi di progetto;
- **LOD 400:** costruttivo;
- **LOD 500:** da As-built.



Figura 14 - I diversi livelli di LOD per la nota poltrona Barcelona. (fonte: <http://www.shelidon.it/?p=2715>).

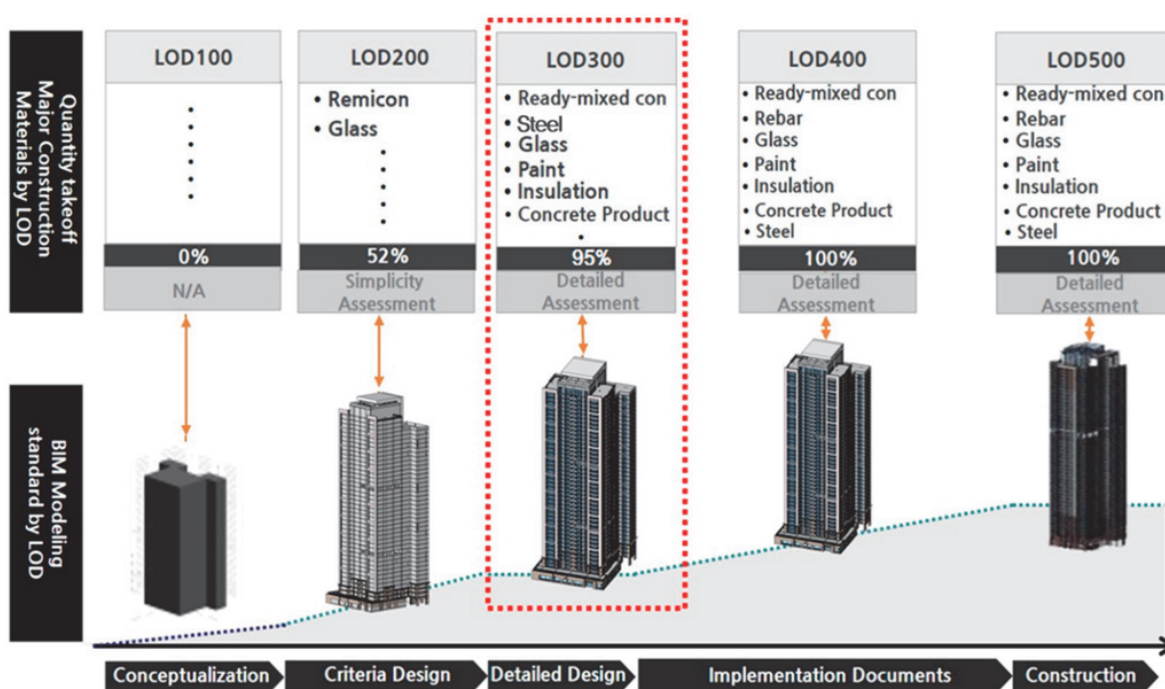


Figura 15 - Caratteristiche di un edificio per i diversi LOD in fase di progettazione (fonte: leparadisusdon.com).

Con la pubblicazione in Italia della UNI 11337:2017 si ridefinisce il concetto di LOD suddividendolo in informazioni grafiche definite come level of geometry (**LOG**) e informazioni che devono contenere gli oggetti, level of information (**LOI**), nella progettazione BIM oriented.

Si sottolinea che la normativa passa ad una codifica a lettere (dalla lettera A alla lettera G) per evidenziare le novità che si vogliono introdurre a differenza delle altre nazioni e per concedere ai committenti di definire un **CI** (Capitolato Informativo), dove viene consentito di introdurre delle classi intermedie identificate con i numeri (ad esempio: LOD B.01, LOD B.02...). (8)

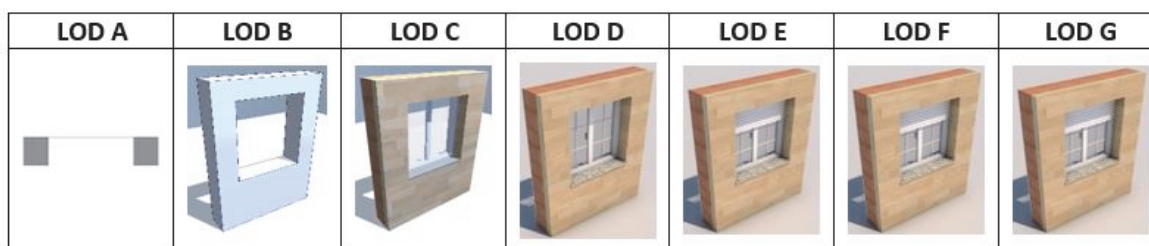


Figura 16 - Definizione grafica dei LOD introdotti nella UNI 11337:2017 per una finestra. (fonte: <https://www.ingenio-web.it/6590-i-lod-nella-uni-113372017>).



Figura 17 - LOD definiti nella UNI 11337:2017. (fonte: <https://www.ingenio-web.it/6590-i-lod-nella-uni-113372017>).

Nell'attività di modellazione si è ritenuto opportuno ottenere una restituzione a **LOD 200+** (LOD C), scelta effettuata dal team e proposta alla committenza per implementare le informazioni del LOD 200 sulle finiture delle superfici, necessarie all'estrapolazione di informazioni sul tipo, materiale, calcolo di aree ecc. e sulle caratteristiche alfanumeriche.

3.2. BIM per il Facility Management

Pensare ad un edificio per eventi come lo stadio vuol dire associare all'impianto una serie di funzioni complesse. Il BIM riveste un ruolo chiave nella gestione della struttura, semplificando la gestione degli eventi e donando un'immagine innovativa all'impianto. Un DB completo delle attrezzature facilita la scelta in fase organizzativa di un evento mentre per gli spettatori, l'applicazione integrata di realtà aumentata (AR) e BIM migliora il loro coinvolgimento agli eventi con esperienze interattive. Il BIM contribuisce dunque ad una gestione intelligente, automatizzando i processi che spesso comportano la richiesta di notevoli risorse e tempo. (15)

Il BIM, inteso come Building Information Management, rappresenta un campo di attuale interesse per lo studio e lo sviluppo del **Facility Management**, settore che ancora oggi presenta particolari complessità e limitazioni legate allo stato dell'arte delle tecnologie disponibili per la gestione e la manutenzione. Tali limitazione sono causate soprattutto dal fatto che la diffusione dei progetti BIM per gli edifici esistenti non risulta ancora largamente diffusa, dalla mancanza di informazioni relative alla gestione/manutenzione dei dati concepiti in fase di progettazione e costruzione, dalla difficoltà di modellare l'esistente e dall'assenza di figure professionali formate all'utilizzo delle strumentazioni utili. Nonostante ciò sono stati già riscontrati sviluppi relativi allo scambio dei dati e alla raccolta di informazioni di gestione degli edifici, che possono poi essere utilizzati direttamente in BIM a supporto delle attività del facility manager. (1)

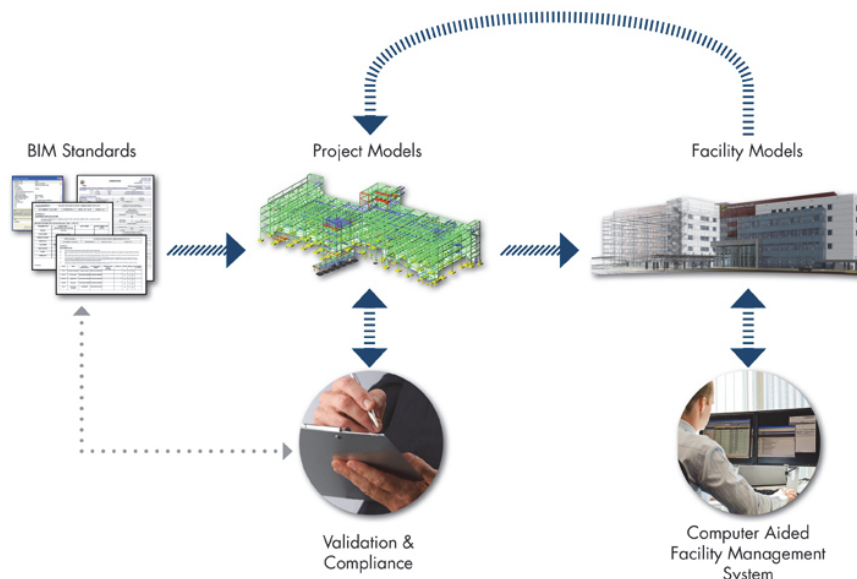


Figura 18 - Rappresentazione dell'attività di FM. (fonte:

<http://www.areadevelopment.com/AssetManagement/Q2-2013/building-information-modeling-facility-management-0272892.shtml>).

Il **processo edilizio** diventa piuttosto complesso in termini di organizzazione per ottenere un prodotto gestibile nella sua globalità. Ogni edificio risulta essere un prototipo a sé, con caratteristiche totalmente differenti rispetto ad un secondo edificio, costringendo negli anni le figure interessate ad assumere un'organizzazione libera: capita spesso che il progettista di un edificio focalizzi la propria attenzione solo sulla progettazione del bene, senza magari considerare le successive attività di gestione e manutenzione. Pertanto, oggi si cerca di risolvere queste problematiche mediante l'impiego della metodologia BIM, affiancata da uno sviluppo di procedure e software relativi che permettano una gestione ottimale dell'intero ciclo di vita dell'opera.

Nella progettazione delle nuove costruzioni diviene importante andare a estendere il BIM alle fasi di manutenzione e gestione, riuscendo a sviluppare un modello integrato per le operazioni che verranno fatte nella vita utile dell'edificio e quindi andando ad interagire in modo opportuno all'**as-built** (come costruito). Nel caso invece di edifici esistenti la situazione diventa un po' più complessa, in quanto diventa necessario programmare delle attività di rilievo e di modellazione che portano a restituire l'**as-is** (come è). È qui che va a contestualizzarsi il caso studio del seguente documento caratterizzato dall'assenza del modello BIM in fase di realizzazione e dalla sua creazione finalizzata alla gestione delle attività manutentive. I dati che si vogliono condividere devono rispondere a determinati requisiti affinché siano definibili come utili, verificandone la qualità e la quantità, il formato, il livello di dettaglio raggiunto e a quali informazioni si può fare a meno. (1)

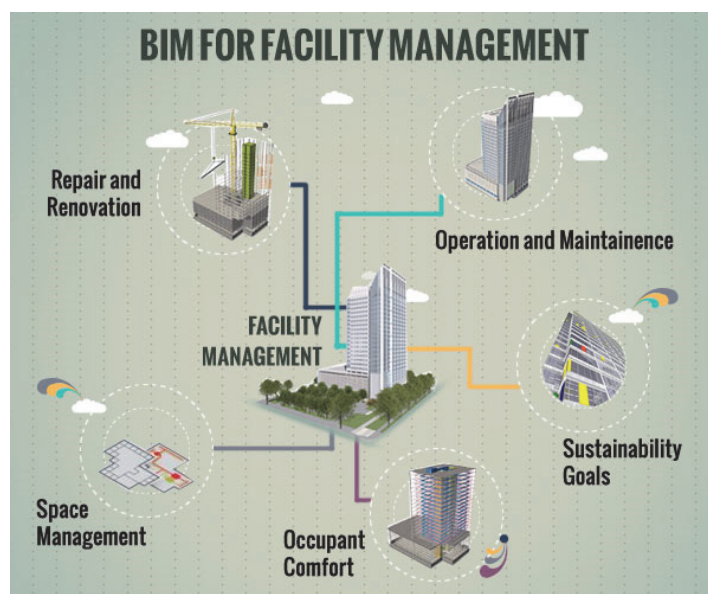


Figura 19 - BIM per il Facility Management. (fonte: <https://8dbim.weebly.com/6d.html>).

Le principali applicazioni del BIM per il Facility Management risultano essere diverse quali ad esempio:

- Creazione di un database di informazioni sul bene edilizio, tramite la creazione di un modello BIM interrogabile;
- Caratterizzazione del modello con informazioni specifiche correlate, creando un inventario dei componenti costituenti l'edificio e gli asset tecnologici;
- Gestione degli spazi;
- Gestione e manutenzione impiantistica;
- Simulazioni energetiche;
- Monitoraggio energetico.

Il **legame** tra BIM e FM richiede ancora tempo prima che venga effettivamente standardizzato. Attualmente, a livello internazionale, il quadro generale per organizzare la comunicazione dei dati non grafici per il FM si basa sul formato **COBie** (Construction Operations Building information exchange) che garantisce ai committenti informazioni complete, facilmente utilizzabili, modificabili, integrabili in ogni momento. La sua integrazione con le indicazioni di normative redatte per il FM è indispensabile così come capire le esigenze operative specifiche relative ad ogni bene.

Solo recentemente sono stati effettuati i primi passi verso l'emanazione di standard internazionali, linee guida ed indicazioni di codifica dei documenti principali dei progetti. Nel seguente caso studio sono state seguite le indicazioni della normativa italiana **UNI 11337:2017** (Edilizia e opere di ingegneria civile - Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni) che tratta la digitalizzazione del settore delle costruzioni e riprende a grandi linee molti dei concetti della normativa inglese **PAS 1192-2:2013** (Specification for Information Management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling), norma di riferimento relativa al livello 2 del modello di maturità inglese. Il livello 2 è il primo passo che introduce realmente l'applicazione del BIM dove si ha un ambiente 3D gestito con dati allegati, ma creato in modelli distinti per discipline, e anche se questi vengono assemblati per formare un modello federato, questi non perdono identità ed integrità. I dati possono includere informazioni sulla programmazione di costruzione (4D) e sui costi (5D).

I software cosiddetti **"BIM oriented"** sono uno degli aspetti cardine della metodologia BIM poiché generano i modelli del manufatto capaci di dialogare tra loro nella federazione di modelli, in cui si incentrano tutte le tipologie di attività. Si hanno:

- Software BIM authoring, strumenti capaci di creare modelli dotati di informazioni alfanumeriche e geometriche collaboranti tra loro;
- Software BIM tools, che sono strumenti utilizzabili nel BIM authoring, in grado di svolgere specifiche elaborazioni e restituendo i dati ottenuti ai modelli di riferimento.

Prendendo come spunto la normativa inglese si capisce come la condivisione dati avvenga tra diverse discipline, quali quella architettonica, quella strutturale e quella impiantistica.

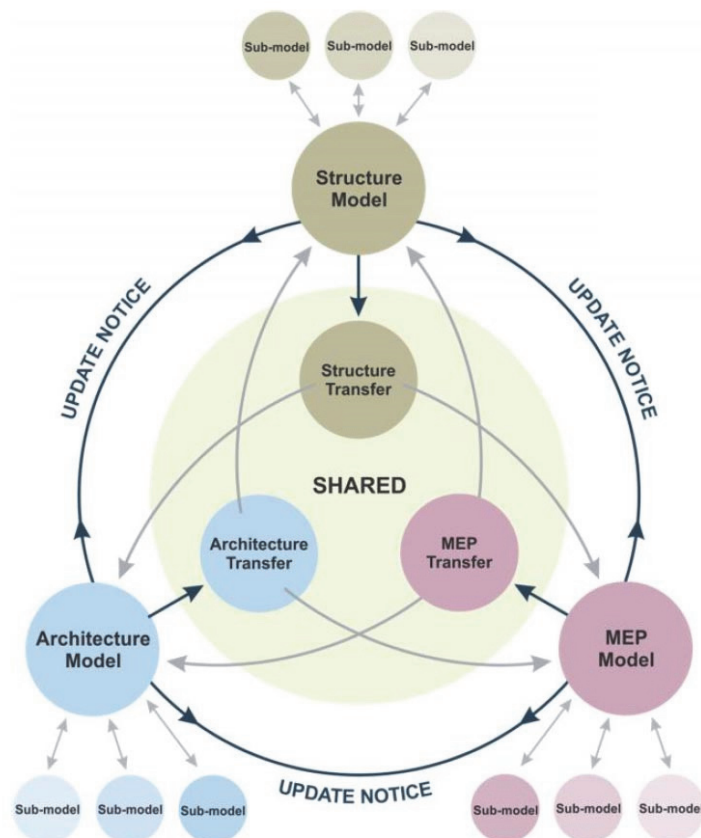


Figura 20 - Flusso di lavoro generico che mette in comunicazione diverse discipline. (fonte: <http://biblus.acca.it/i-processi-bim-secondo-le-pas-1192-2-e-bs-1192/>).

Avere dunque un modello BIM a disposizione comporta innumerevoli **vantaggi** tra i quali:

- Gestione dei dati geometrici, termofisici e acustici dei locali;
- Gestione ed informazione sulle attività nei locali;
- Facilità di pianificazione e attuazione della manutenzione;
- Associazione di schede tecniche ai componenti tecnologici;
- Monitoraggio dei consumi;
- Agevolazione nella disposizione dell'arredo tramite realtà aumentata.

Attraverso l'utilizzo di software come Autodesk Revit si ottiene la possibilità di creare dunque un DB geometrico ed alfanumerico: questo può essere utilizzato da altri software per monitorare i dati e le informazioni dell'edificio, consentendo di fare anche inventari sulle attrezzature, organizzare la manutenzione ordinaria e gestire i locali riservati agli eventi.

3.3. Modello di coordinamento

Secondo la documentazione fornita da Juventus al Politecnico di Torino nell'ambito di ricerca e sviluppo del BIM per il Facility Management dell'Allianz Stadium, in fase di definizione della struttura operativa del progetto è stata effettuata una comparazione tra la metodologia del modello unico e quella del modello di coordinamento, optando per quest'ultima al fine del raggiungimento degli obiettivi prefissati.

Nella gestione di un impianto così grande si è dovuto fin da subito scegliere di utilizzare i invece che un unico modello centrale, dei **modelli federati**. Il primo infatti, utilizzato tramite workset per discipline, non è adatto per lavorare su dati che raggiungono notevoli dimensioni all'interno dello stesso file ed è causa di problemi di sincronizzazione nel salvataggio di modifiche locali nel modello centrale. Con la federazione dei modelli si ottiene invece un collegamento tra i dati di un modello e quelli degli altri modelli interessati e una migliore gestione del lavoro da parte di diversi soggetti coinvolti nella realizzazione del progetto (come ad esempio i manutentori dello stadio). I file non vengono importati o esportati ma possono essere letti in quello complessivo di coordinamento. Questo consente di avere file più leggeri con differenti modelli per le varie discipline, che linkati fra loro compongono la struttura complessiva.

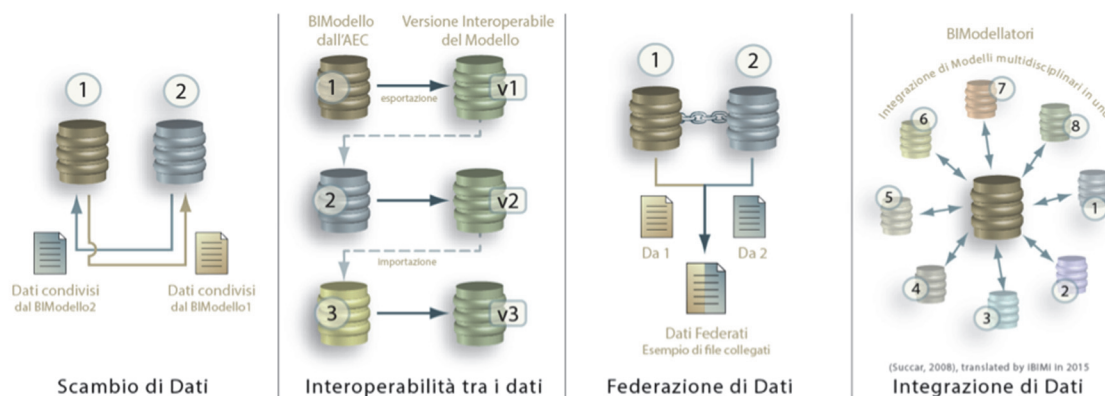


Figura 21 - Forme di scambio dati. (<http://www.ibimi.it/lezione-5-metodologie-di-scambio-dati/>).

Per avere un ambiente di condivisione dati nel caso di un edificio esistente come l'Allianz Stadium, in fase di programmazione è stato deciso di seguire la normativa inglese BS1192 – Pas 1192-2/3/4/5, costituenti un ottimo riferimento per l'applicazione della metodologia BIM, visto che va a coprire tutte le fasi di vita di un manufatto.

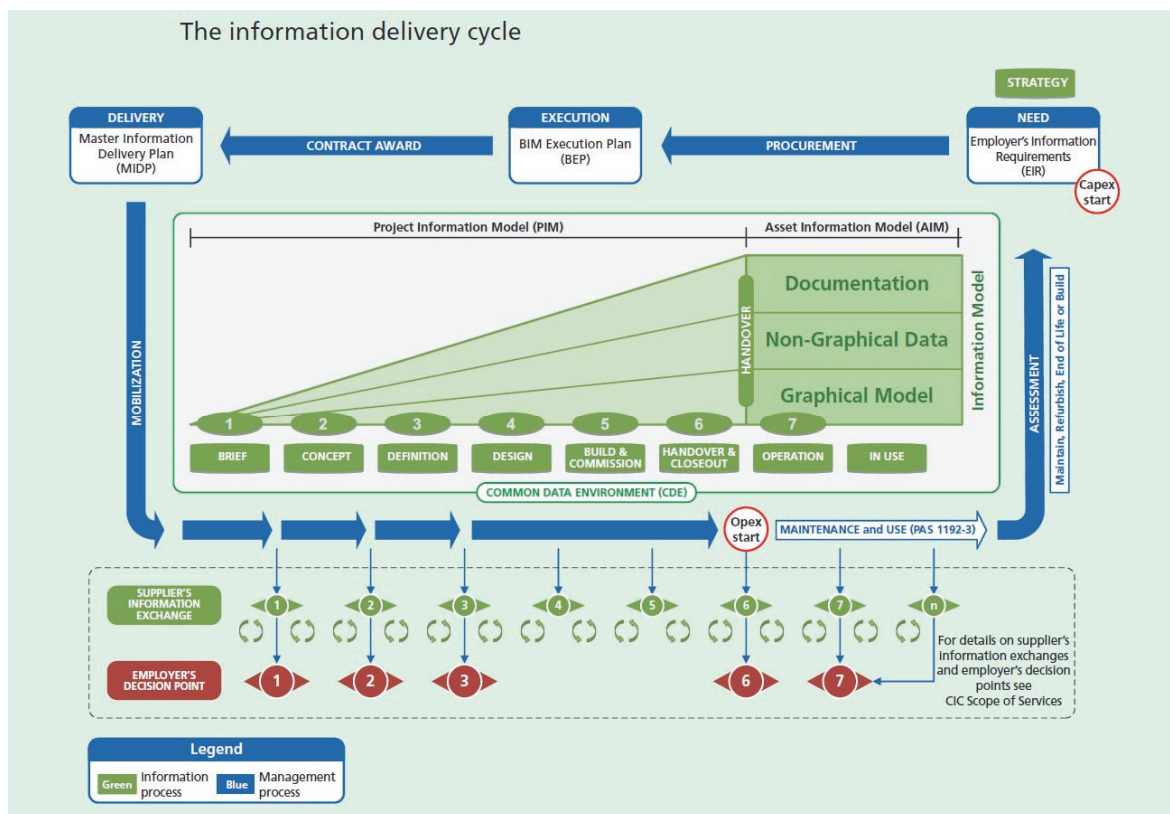


Figura 22 - Ciclo di sviluppo delle informazioni. (fonte: Pas 1192-2:2013).

Essa offre il quadro dell'intero processo edilizio dove poter individuare l'area di competenza dei software BIM oriented. Nello schema rappresentato in figura 22 ed estrapolato dalla normativa citata si evince come si legano due filiere di processi: il primo relativo alla gestione dell'intero processo edilizio, il secondo (ovvero la parte interna) relativa alla gestione delle informazioni di progetto, attraverso la creazione, lo sviluppo e la maturità del modello dell'intera opera. Tutte le operazioni di creazione, implementazione ed aggiornamento dei modelli virtuali si sviluppano quindi all'interno di una determinata area di lavoro definita **CDE (Common Data Environment)**, dove viene realizzata e gestita la federazione di essi. Le varie figure professionali che si cimentano in quest'area di condivisione dati non sono libere di agire secondo le proprie decisioni ma devono rispettare le prestabilite condizioni di pianificazione e di codifica. All'interno del CDE sono presenti quattro aree:

- **WIP (Work in Progress)**: racchiude gli ambienti in cui si svolgono le attività di progettazione strutturale, architettonica, ecc. All'interno di ognuna di esse vengono sviluppate le singole parti di progetto e la documentazione, con le relative modifiche e revisioni, rimanendo in tale area fino al raggiungimento di un determinato livello

prefissato di sviluppo, disponibile alla condivisione con gli altri soggetti del team. Fino ad allora, i dati e le informazioni prodotte rimangono condivise allo specifico team disciplinare;

- **Shared:** rappresenta l'area in cui i diversi team condividono gli avanzamenti dei loro lavori. Il progetto rimane in lavorazione e la documentazione viene prelevata, modificata e perfezionata ciclicamente;
- **Published Documentation:** costituisce l'area di deposito della documentazione di progetto ultimata e approvata dalla committenza;
- **Archive:** è l'ambiente in cui vengono archiviate le informazioni sul manufatto ai fini della consultazione futura.

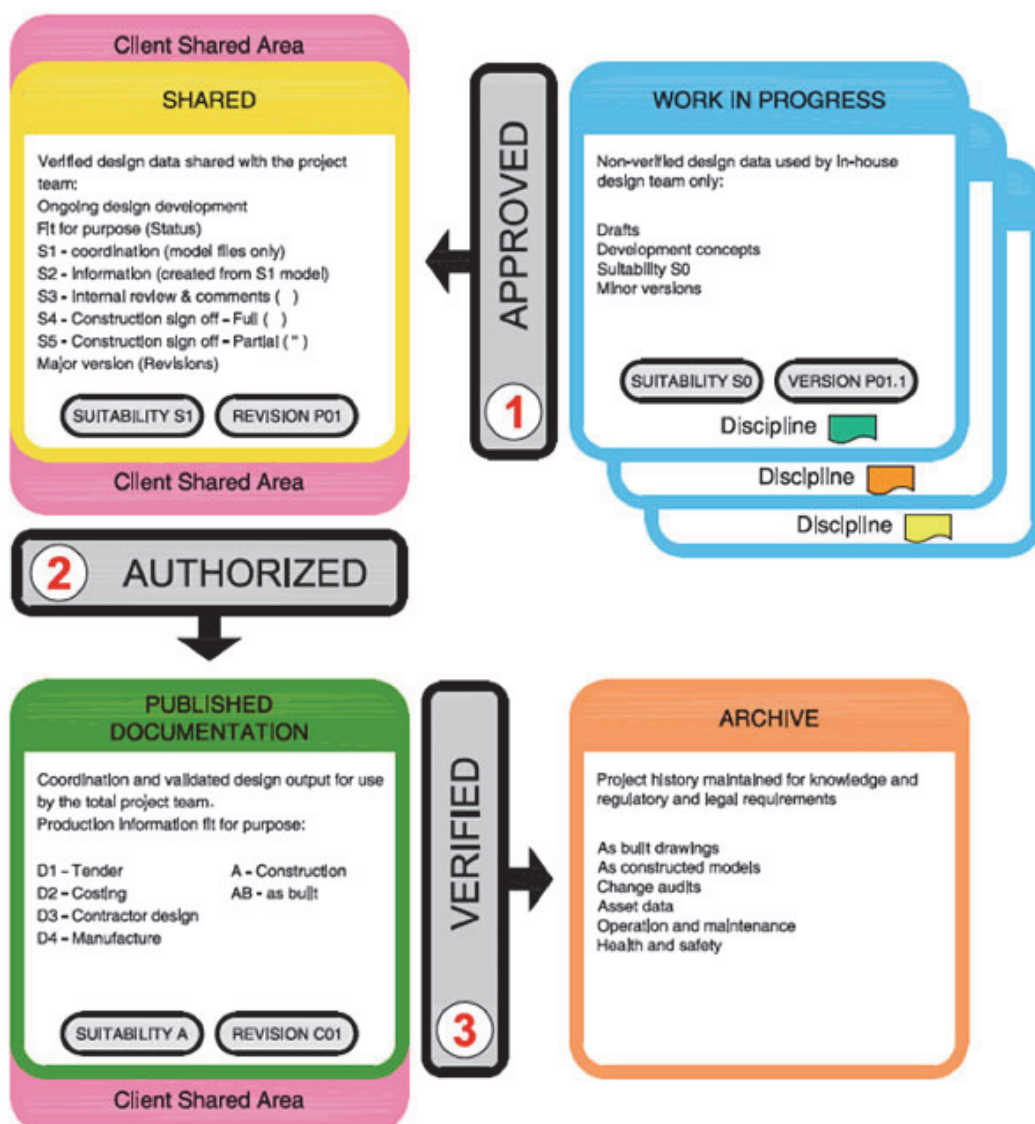


Figura 23 - Ambiente di lavoro. (fonte BS1192:2007+A1:2015).

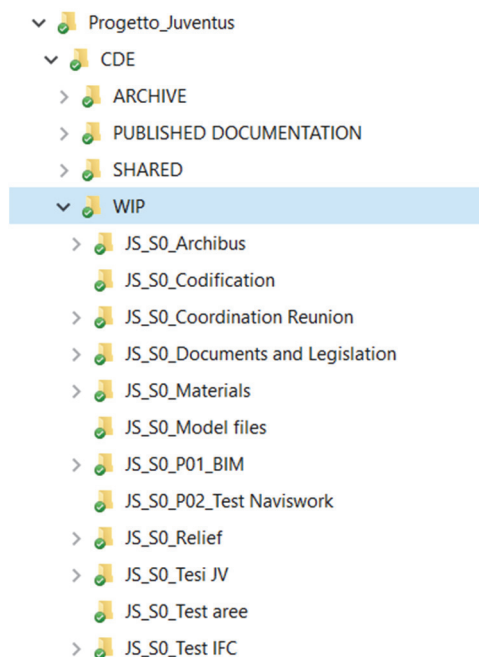


Figura 24 - Common Data Environment del caso studio. (fonte: ambiente di lavoro condiviso con il team di Drawing TO the Future)

All'interno del CDE vengono creati i **modelli di coordinamento** delle varie discipline che vengono poi linkati al modello di coordinamento totale. Nei modelli di coordinamento delle discipline, create tramite template, si vanno a collegare invece i singoli modelli che contengono le informazioni prodotte definibili come modelli operativi in capo a ciascun manutentore per la relativa disciplina di competenza.

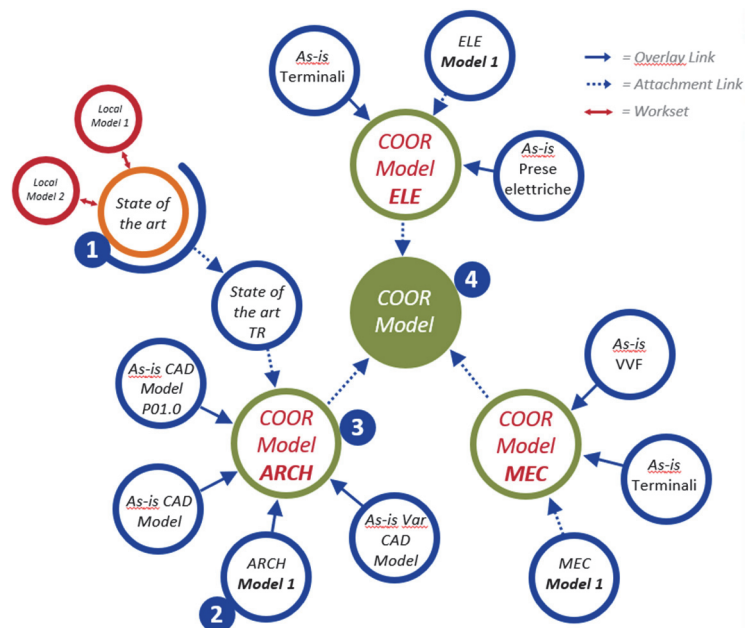


Figura 25 - Prototype Workflow per l'Allianz Stadium. (fonte: elaborati prodotti dal laboratorio Drawing TO the Future).

3.4. Modellazione

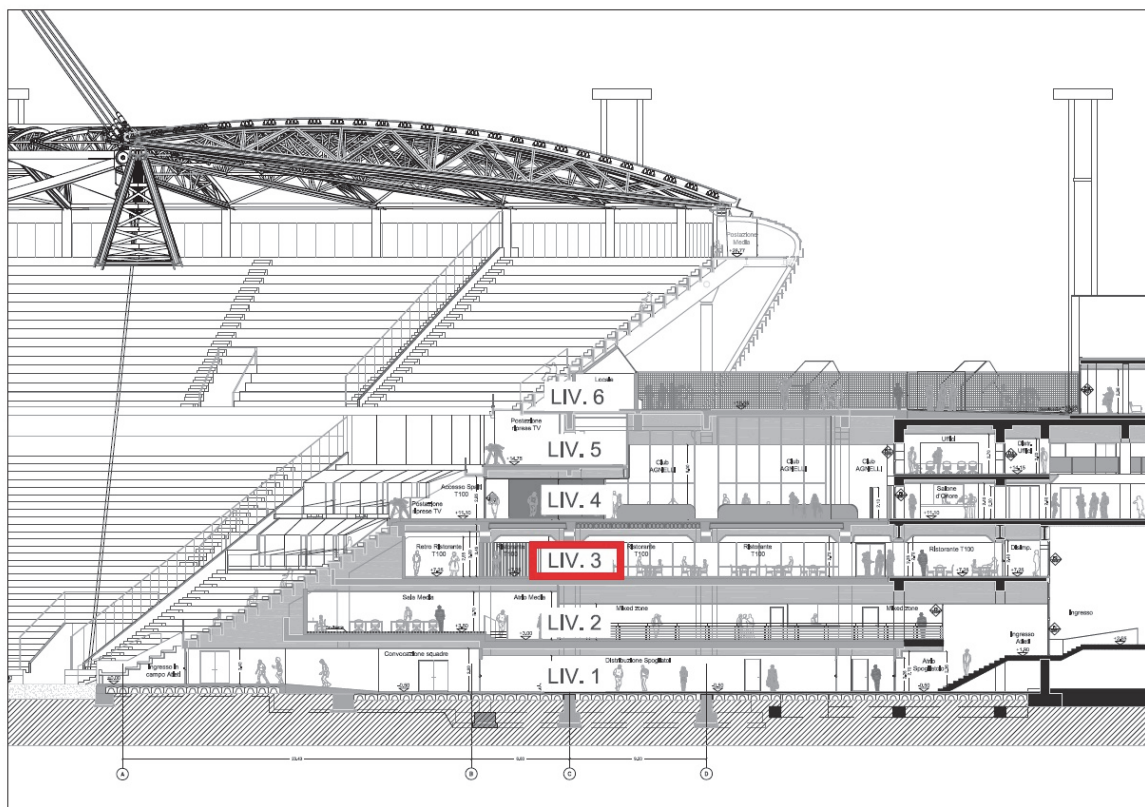


Figura 26 - Sezione della tribuna ovest con indicazione del livello oggetto di studio. (fonte: CAD forniti da Juventus)

Per avviare l'attività di modellazione di modelli federati da fare interagire all'interno del WIP è stato necessario fare delle considerazioni di base. Il primo passo è stato quello di definire i ruoli per la creazione del modello di base da linkare nel **COOR Model**: diverse figure all'interno dell'area architettonica si sono impegnati a realizzare il modello di ogni singolo livello caratterizzante il caso studio. Per fare ciò in fase di creazione di un modello per la gestione di un edificio esistente si è partiti da elaborati forniti dalla committenza, con conseguente verifica e controllo tra essi. Infatti, tra le tavole CAD fornite al team sono presenti tavole As-is di diverso tipo e distinti per discipline:

- JS_PT_M2_A_S0_P01.0_As_is
- JS_PT_M2_A_S0_P01.0_As_is_Var
- JS_PT_M2_A_S0_P01.0_As_is_Agg JV
- JS_PT_M2_A_S0_P01.0_As_is_ELE
- JS_PT_M2_A_S0_P01.0_As_is_MEC

dove le prime tre cartelle contengono le tavole architettoniche dello stato di fatto rilevato in tre step, uno iniziale di base successivamente rivisto con varianti e infine con aggiornamento finale: è stato necessario pertanto andare a verificare tramite rilievi quale versione dei file CAD rappresentasse quella più simile alla realtà. Le altre due cartelle invece contengono gli elaborati di riferimento per la modellazione elettrica e meccanica, non utile ai fini del lavoro svolto in questo documento.

Poiché ci si è posto l'obiettivo di modellare architettonicamente il **terzo livello**, sono stati seguiti i passi effettuati in precedenza per la modellazione del primo, secondo e quarto livello.

Si è dunque creato un modello identificabile con il nome JS_PT_M3_Z_S0_P01.0_WRK_IL all'interno della cartella relativa alla disciplina di interesse. Prima di procedere con l'esposizione della creazione del modello risulta fondamentale presentare la **codifica** utilizzata all'interno del CDE, impostata secondo le indicazioni delle normative precedentemente indicate.

JS_PT_M3_Z_S0_P01.0_WRK_IL	
JS	Identificativo del progetto (da sostituire con AS per tutti i file dato il cambio nome dello stadio)
PT	Soggetto incaricato all'elaborazione dei contenuti del WIP (in questo caso va ad indicare il Politecnico di Torino)
M3	Rappresenta il tipo di informazione contenuta all'interno dell'elaborato secondo le indicazioni da normativa. In questo caso M3 perché si tratta di una modellazione tridimensionale
Z	Campo delle informazioni secondo le indicazioni da normativa: Z generic, A architect, S structural engineer...
S0	Classificazione all'interno del CDE. S0 per indicare che il file è in lavorazione e si trova all'interno del WIP.
P01	Livello di revisione (prima versione)
.0	Grado di aggiornamento del file durante le fasi di modellazione
WRK_IL	Indicativo contenuto ed iniziali cognome/nome della figura professionale che si occupa dello sviluppo di quel file. Nel caso delle cartelle si va a specificare il nome che raggruppa le informazioni contenute. L'upgrade di tale campo sarà il nominativo del livello, dal momento che nella condivisione dei file ARCH non vi dovrà essere distinzione tra i soggetti che hanno sviluppato il modello stesso, essendo il solo Politecnico di Torino responsabile di tale disciplina

Tabella 1 - Codifica cartelle e file adottata all'interno del CDE.

Il modello BIM viene realizzato con coordinate del centro prefissate dal team tramite l'uso di un **template** predefinito presente nella cartella di lavoro (JS_PT_M3_Z_S0_P01.0_Model Template_ARCH), necessario per acquisire le coordinate del centro di progetto,

l'impostazione del nord reale e del nord di progetto ed infine i livelli di riferimento, con il primo a quota +0.00 m relativo al livello del campo da gioco. Aperta l'interfaccia iniziale di Autodesk Revit si è andati a selezionare *New Project* da *File*, da cui si va successivamente a selezionare il template da *Browser*.

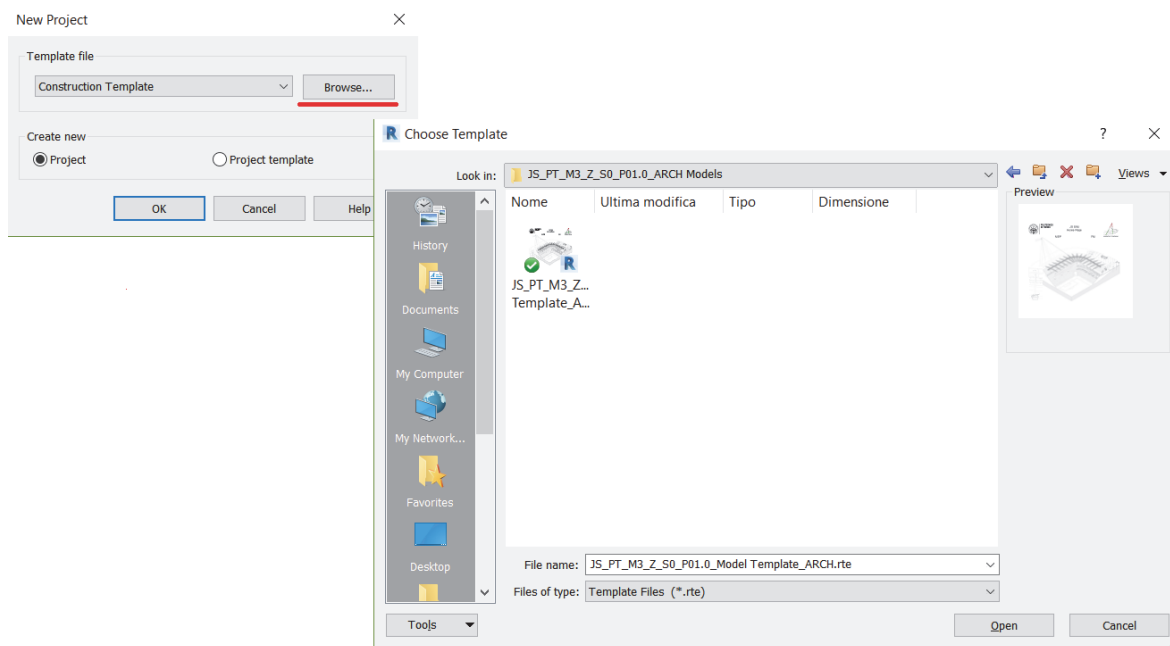


Figura 27 - Creazione modello di progetto tramite template.

È importante aprire il template per aggiornare le coordinate attraverso il comando acquisisci coordinate su *Manage* nella sezione *Project Location*.

Le coordinate condivise sono state fissate mediante un modello linkato, avente le impostazioni corrette, che può essere staccato una volta terminata la fase di acquisizione.

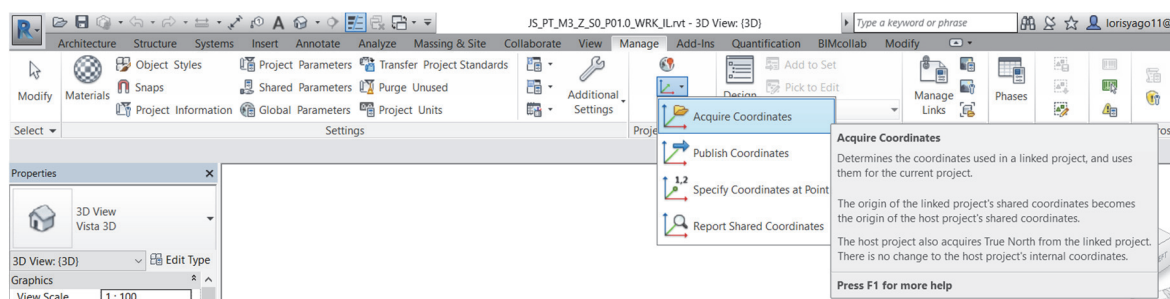


Figura 28 – Acquisizione coordinate da template.

Successivamente si è andati ad inserire il CAD da cui estrapolare le informazioni ai fini di una più corretta restituzione grafica. Per fare ciò sono stati realizzati dei modelli in cui sono caricati i soli CAD dei vari livelli, modelli linkati all'interno di altri modelli al fine di avere **file**

più leggeri e gestibili. Pertanto sono stati creati dei file *.rvt* con all'interno i CAD relativi agli As-is messi a disposizione dalla committenza. È da sottolineare come avviene la scelta del file necessario per la modellazione del terzo livello, infatti si è ritenuto opportuno confrontare i vari CAD e scegliere quello che effettivamente corrispondesse all'ultimo stato di fatto dell'edificio. Nel seguente caso, in base anche a dei rilievi fatti direttamente in sito, si è ricorso all'utilizzo del file JS_PT_M2_A_S0_P01.0_As-is_Agg JV.

Il CAD del terzo livello è stato dunque rimodificato per pulirlo da tutti gli elementi non utili, come retini o layer non necessari in modo da costituire una base più chiara per la modellazione, quindi si è dovuto ricaricare nel file di Autodesk Revit dei CAD il terzo livello modificato da gestire in visibilità grafica per non sostituire quello completo già presente.

Nel nuovo modello dunque è stato linkato il modello precedente che è stato gestito sulla vista in pianta del terzo livello dal comando *visibility/graphic* in *View*, dove nella sezione di gestione *AUTODESK REVIT Link* si è passati da *By host view* a *By linked view* per il livello 3. Si nota, effettuando questi passaggi, come la pianta del terzo livello viene posizionata esattamente nel centro di progetto grazie alla condivisione delle sue coordinate.

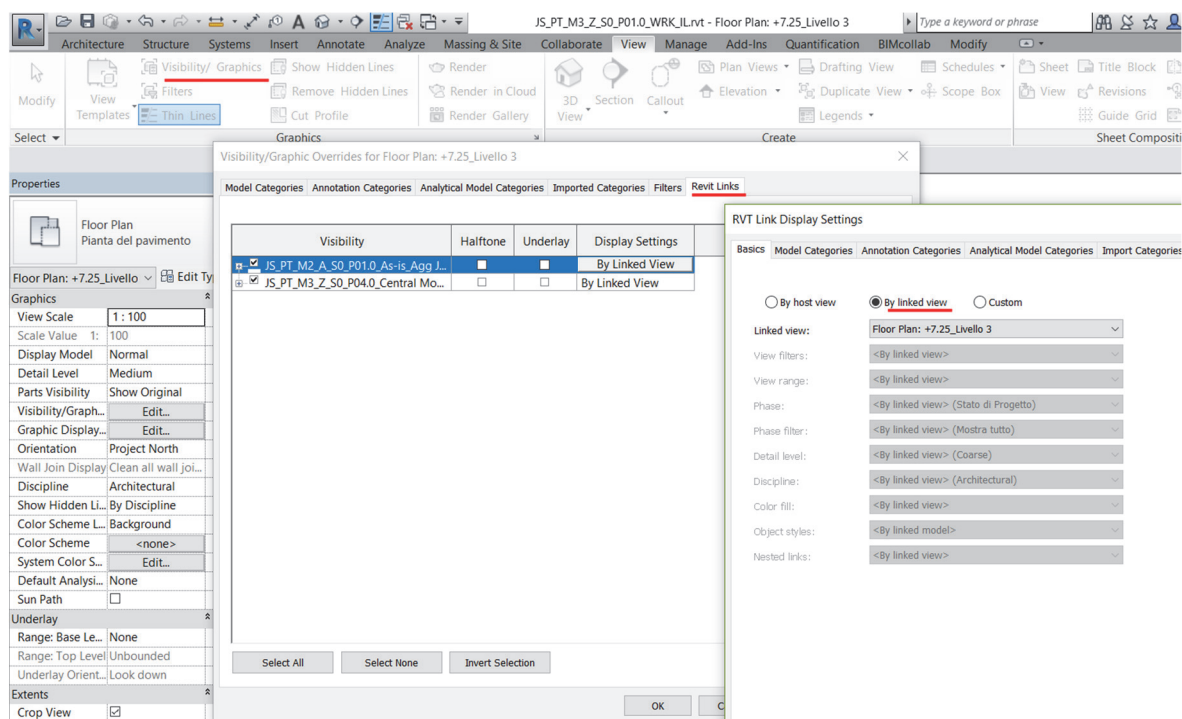


Figura 29 - Gestione visibilità grafica per il terzo livello.

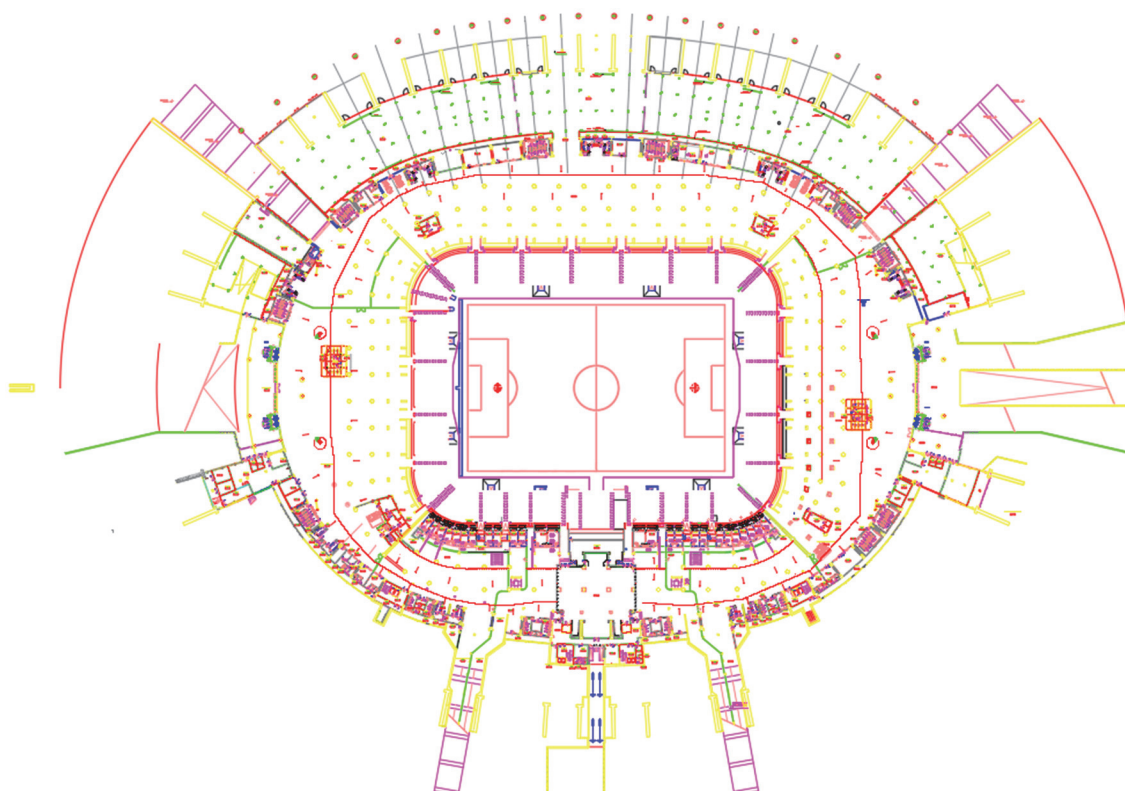


Figura 30 - Pianta del livello 3 semplificata ai fini della modellazione. (fonte: Livello 3_Agg JV.dwg)

3.4.1. Modellazione strutturale

Come definito nella codifica del modello creato, nel campo delle informazioni è stata inserita la lettera Z, che va ad indicare un campo generico. Questo perché nel momento in cui si è svolta l'attività di modellazione non era stata ancora delineata la figura dello strutturista ma, nonostante ciò si è voluto considerare, anche per motivi di ingombro dei pilastri e per la necessità di rappresentare il solaio strutturale su cui disporre i solai architettonici, la modellazione di alcuni elementi strutturali. Lasciando, allo stato dell'arte, in standby il discorso relativo al tracciamento delle travi che dovrà essere approfondito con la committenza, i muri strutturali (setti) sono stati trattati come tali grazie all'introduzione dei parametri condivisi che verranno esposti nella sezione relativa alla modellazione architettonica.

Per la realizzazione del **solaio strutturale** si è definito correttamente il perimetro del solaio rappresentato nel CAD del terzo livello. Poiché è stato riscontrato un cortile interno a cielo aperto tra i locali distribuiti sul perimetro esterno e quelli sul perimetro interno nei pressi del catino, in fase di progettazione è stata studiata una soluzione che prevedesse la distribuzione delle pendenze relative alle differenti quote della pavimentazione. In fase strutturale però non si è tenuto conto di questa problematica affrontata invece nella sezione della modellazione architettonica dei pavimenti e relative finiture.

La tipologia di solaio inserito è la stessa di quella utilizzata dagli utenti che in precedenza hanno modellato gli altri livelli, pertanto si è deciso di importare lo stesso tipo di solaio. Questo rappresenta un primo esempio di condivisione dei dati durante le attività di realizzazione del modello. Nella torre ovest, come evidenziato dalle quote presenti nel CAD di riferimento, si ha un solaio più basso rispetto alle altre zone. Per affrontare questo problema si è deciso di porre il solaio della torre ovest nel livello di progetto preimpostato a +7,25 m, mentre il solaio strutturale della parte restante è stato posto a +0,65 m rispetto al precedente. Poiché il solaio deve ospitare una parte architettonica, è stato necessario abbassare i solai strutturali di 0,02 m, in modo tale da avere l'intero pacchetto del solaio attribuito al terzo livello.

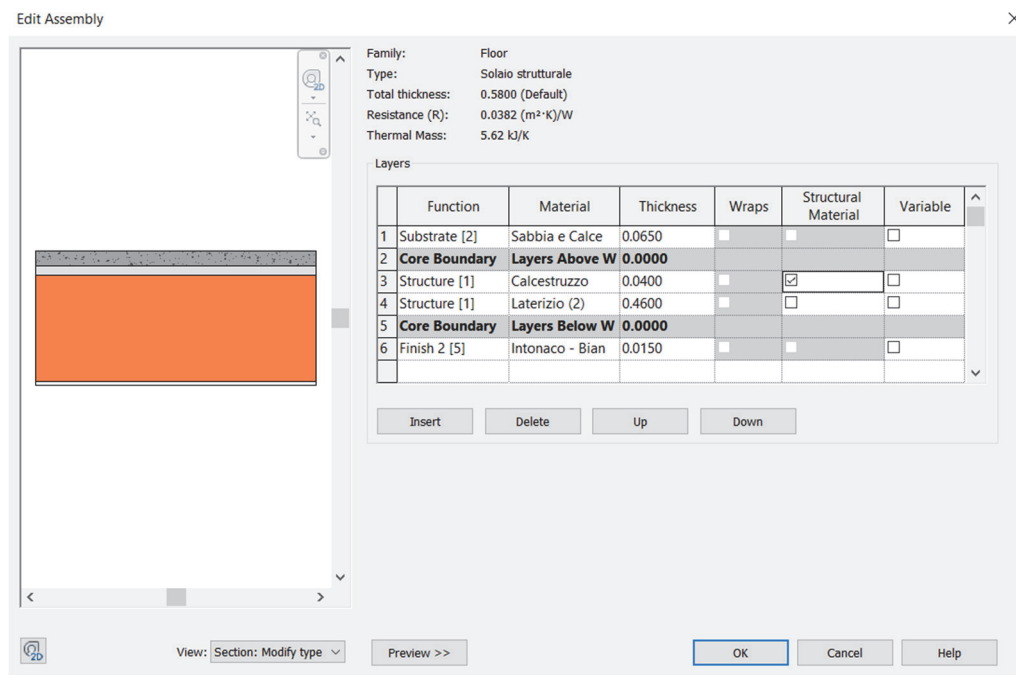


Figura 31 – Tipologia di solaio strutturale.

Per quanto riguarda i pilastri sono stati utilizzati anche in questo caso quelli già presenti nel WIP nella cartella delle famiglie, creati per le precedenti attività di modellazione, rettangolari o a croce in cemento armato, poi sovrapposti nel modello architettonico con i pilastri architettonici. La necessità di sovrapporre le due categorie di pilastri è dettata dal fatto che risulta necessario avere degli elementi architettonici che vengano riconosciuti per la delimitazione dei locali. Nel terzo livello però è stata riscontrata la presenza di pilastri non modellati in precedenza, cosicché si è reso necessario andare a creare delle famiglie caricabili di pilastri in cemento armato a T, posizionati poi sul perimetro esterno.

Dove presenti setti tra pilastri a T che ne costituiscono un unico elemento, questi sono stati trattati come unico setto. Inoltre, in questo livello è stata riscontrata la presenza di colonne in acciaio, assenti nei piani inferiori, di cui sono state create le rispettive famiglie, sia architettoniche che strutturali. All'interno degli skybox infatti si necessitava l'introduzione di colonne H 160x160 mm, definite come M04_S_H (dove M04 indica il materiale acciaio, S indica che si tratta di un elemento strutturale, H la tipologia di colonna).

Sul lato est dello stadio è invece notevole il numero di colonne in acciaio IPE, posizionate in dimensioni diverse a seconda dei calcoli strutturali in fase di progettazione. Anche per tali elementi strutturali è stato necessario creare delle famiglie definite come:

- M04_S_IPE400;
- M04_S_IPE500;
- M04_S_IPE550.

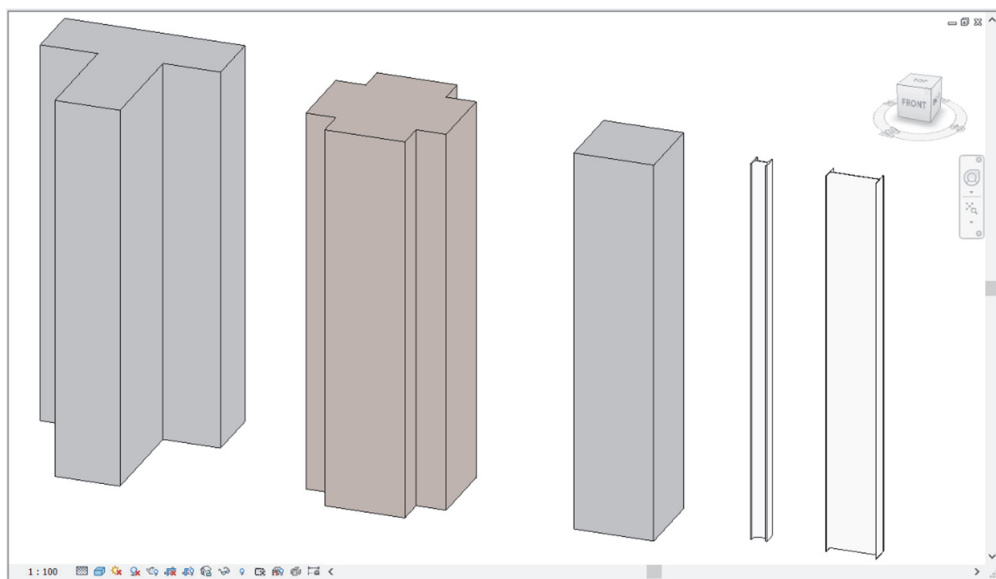


Figura 32 - Tipologie di pilastri strutturali modellati, i primi tre da sinistra in cemento armato ed infine una colonna ad H e una IPE.

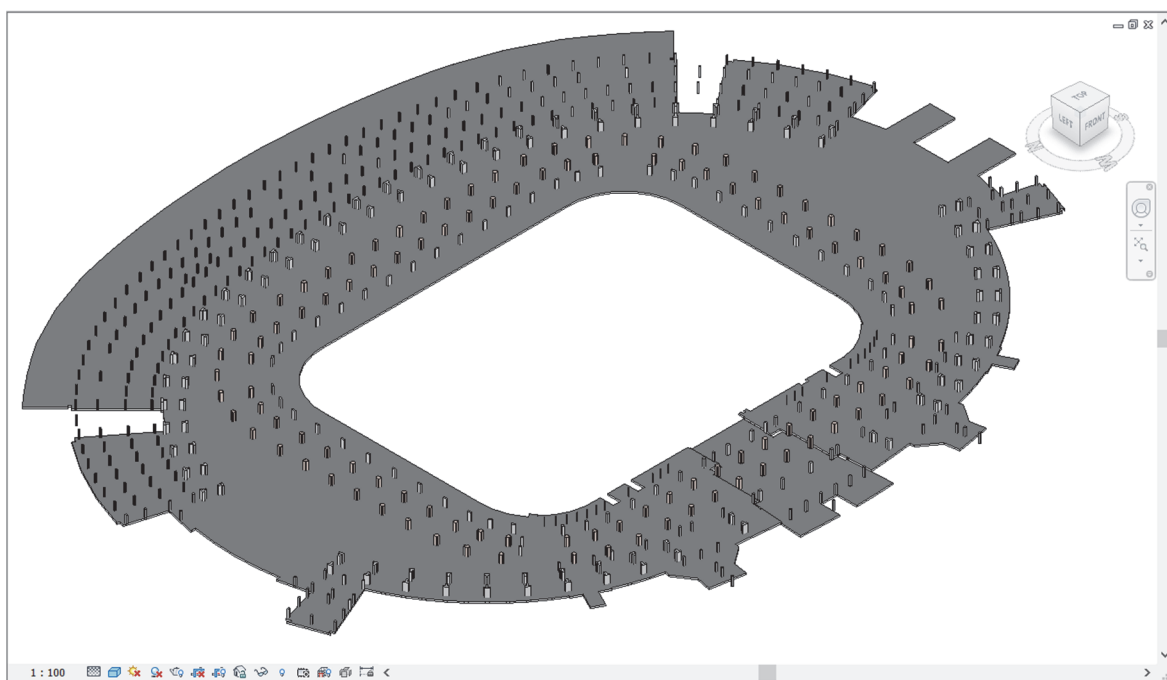


Figura 33 - Modello strutturale realizzato come integrazione della modellazione architettonica.

L'inserimento degli elementi strutturali è stato effettuato sulla base delle griglie strutturali derivanti dagli elaborati As-is.

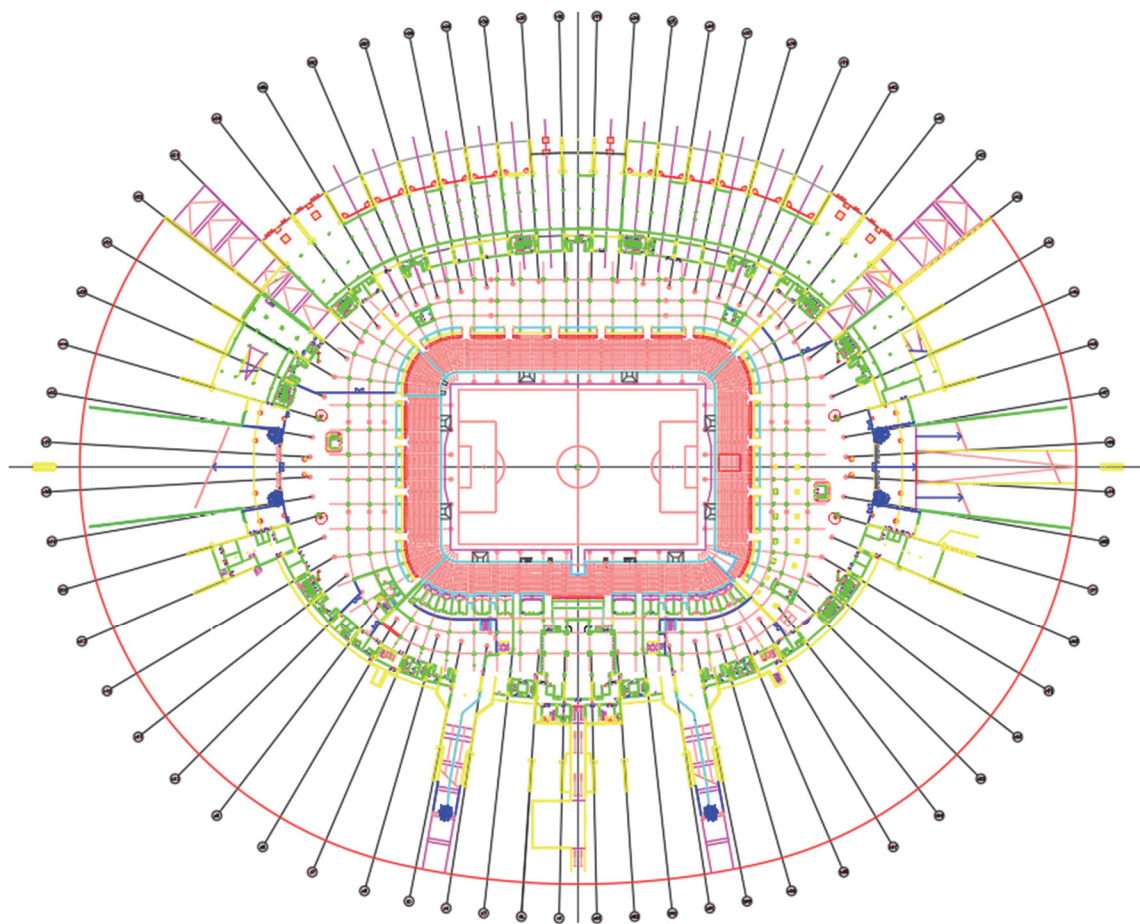


Figura 34 - Griglie strutturali di riferimento per la modellazione del terzo livello. (fonte: JS_PT_DR_A_S0_P01.0_Livello 3-BP.dwg)

3.4.2. Modellazione Architettonica

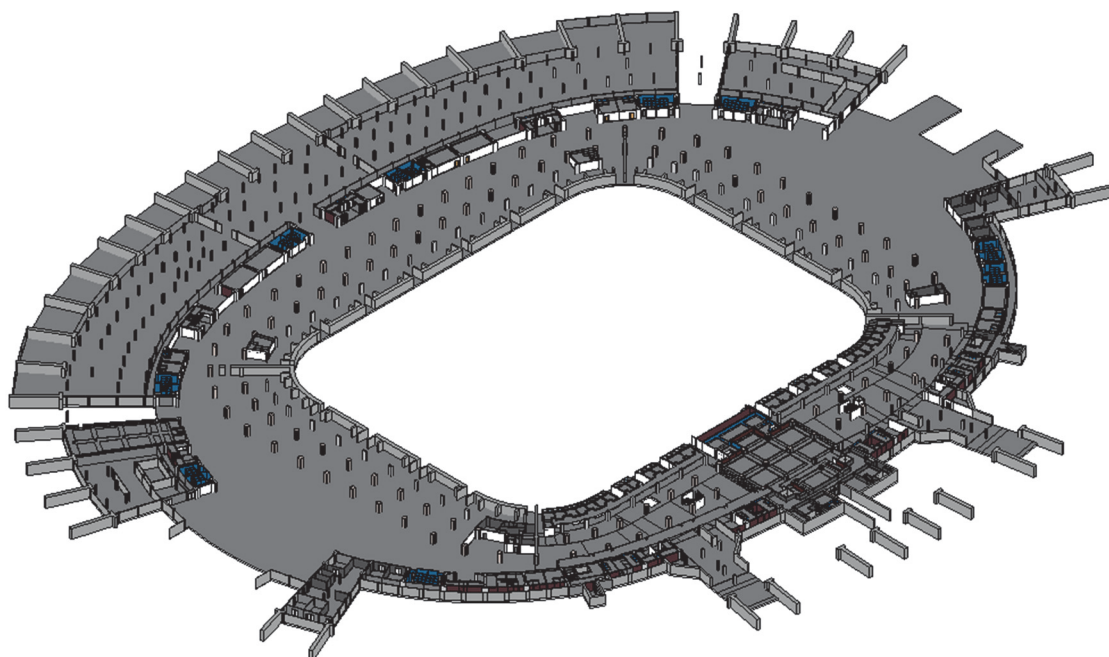


Figura 35 Risultato raggiunto dall'attività di modellazione architettonica.

Partendo dagli elementi strutturali sono stati inseriti all'interno del modello architettonico i pilastri ma questa volta di tipo architettonico. Per fare ciò si è reso necessario creare delle famiglie differenti dalle precedenti ma con elementi praticamente uguali alle famiglie strutturali. Tali famiglie dunque sono state duplicate e successivamente modificate, cambiando il campo *Family Category and Parameter* dove è stato introdotto in *Family Category* il parametro *Columns* anziché *Structural Columns*. Anche la codifica è stata cambiata, andando ad indicare nel nome della famiglia la lettera che caratterizza gli elementi architettonici (A).

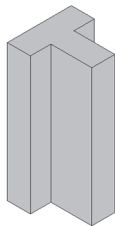
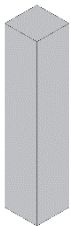
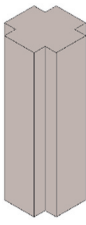
Pilastri		
Architettonico	Strutturale	Forma
M02_A_T	M02_S_T	
M02_A_R	M02_S_R	
M02_A_C	M02_S_C	
M04_A_IPE	M04_S_IPE	
M04_A_H	M04_S_H	

Tabella 2 - Tabella codifica pilastri usati a livello 3.

Il passo successivo è stato quello di realizzare le partizioni e le chiusure verticali. Inizialmente si è deciso di realizzare i muri di tamponamento senza i rivestimenti, considerando solamente il nucleo portante, che andasse a ricoprire l'ingombro dettato dai CAD. La successiva modifica dei muri è legata ad un'attività di rilievo che effettivamente

consente di verificare la presenza di una determinata finitura piuttosto che un'altra e il veritiero ingombro dei muri in funzione delle misurazioni dei locali.

Per ripetere anche in questo livello lo stesso lavoro fatto da altri operatori nei livelli inferiori, sono state importate le famiglie di sistema da altri modelli tramite il comando copia negli appunti. Questo consente di avere delle famiglie uguali a quelle già utilizzate e modificabili per adattare alle situazioni che risultano presenti nel livello di riferimento.

Grazie alle leggende presenti nei CAD è stato possibile capire la tipologia di muri da creare nel modello, posizionando dunque le seguenti tipologie di partizioni distinte per materiale:

Codifica materiali	
M01	Laterizio
M02	Calcestruzzo
M03	Cartongesso
M04	Acciaio
M05	Vetro
M06	Blocchi in calcestruzzo
M07	Calcestruzzo per muri controterra
M08	Muratura ereditata dal Delle Alpi
M09	Muri privi di informazioni

Tabella 3 - Codifica materiali per modello architettonico.

Tale codifica risulta semplificata e riadattata a quella presente negli As-is, volendo raggiungere un LOD 200. Nel caso in cui si avevano murature di due tipologie è stata adottata la codifica della doppia stratigrafia.

Le prime pareti ad essere state modellate sono state quelle relative alla torre ovest dove è presente un ampio ristorante. Successivamente si è proceduto a realizzare quelle riguardanti gli skybox per passare infine a quelle dei locali distribuiti per tutto il perimetro esterno. Nella torre sono state inserite anche le grandi vetrate del ristorante che danno sull'esterno, indicate come "M05 facciate ristorante". Sono state inoltre modellate le rampe scale che vanno dal terzo al quarto piano e i gradini che vanno dal solaio della torre ovest collegato direttamente al livello 3 al solaio posto a 65 cm più in alto.

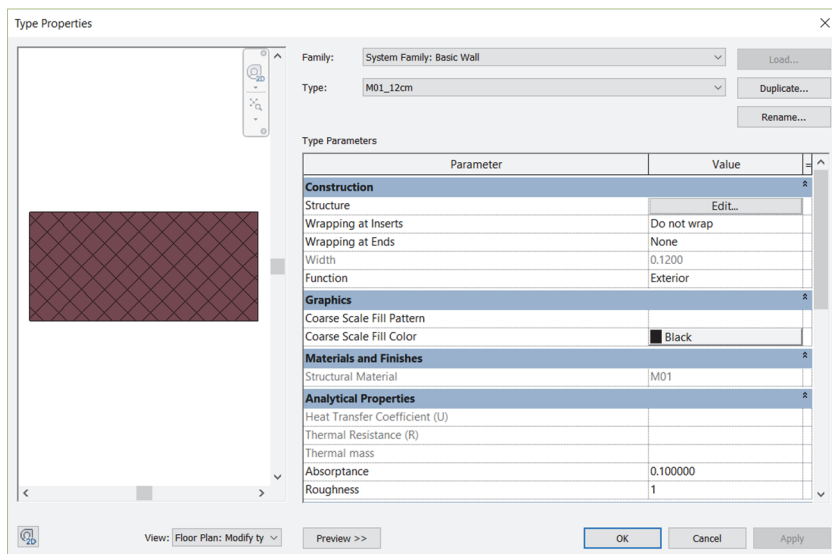


Figura 36 - Esempio di muro in laterizio M01 modellato inizialmente senza indicazioni sui rivestimenti.

Il posizionamento dei muri è stato fatto da livello a livello ma essendo i solai non direttamente posti con la superficie superiore a +7,25 m del livello 3 è stato necessario trovare un modo per legare le pareti create al solaio. Si è dovuto dunque capire come vengono associate le pareti al solaio e se quest'ultimo deve legarsi ai muri tramite la parte architettonica o quella strutturale.

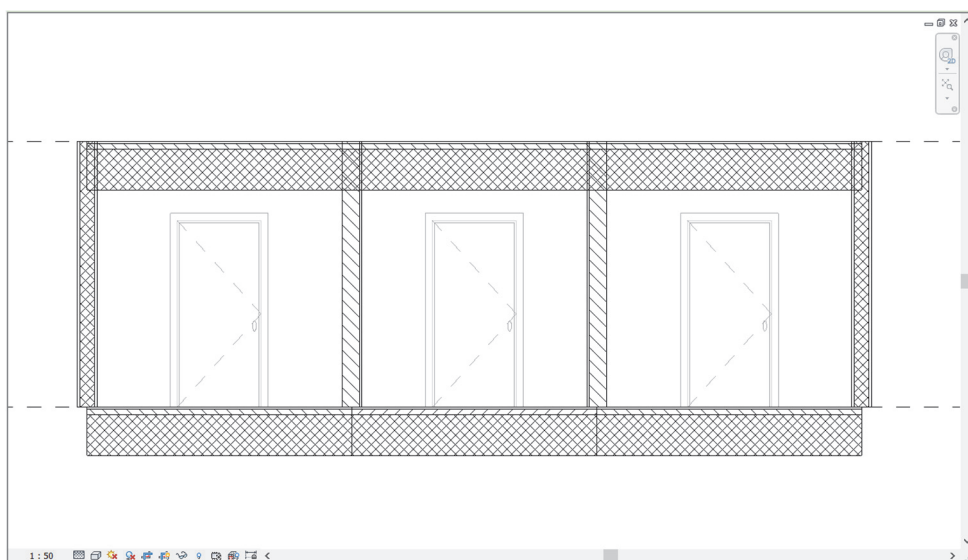


Figura 37 - Parete collegata a solaio unico, senza distinzione tra architettonico e strutturale. (fonte: JS_PT_M3_Z_S0_P04.0_Test regole di modellazioni MURI_PILASTRI.rvt, realizzato dall'Ing. Andrea Barbero).

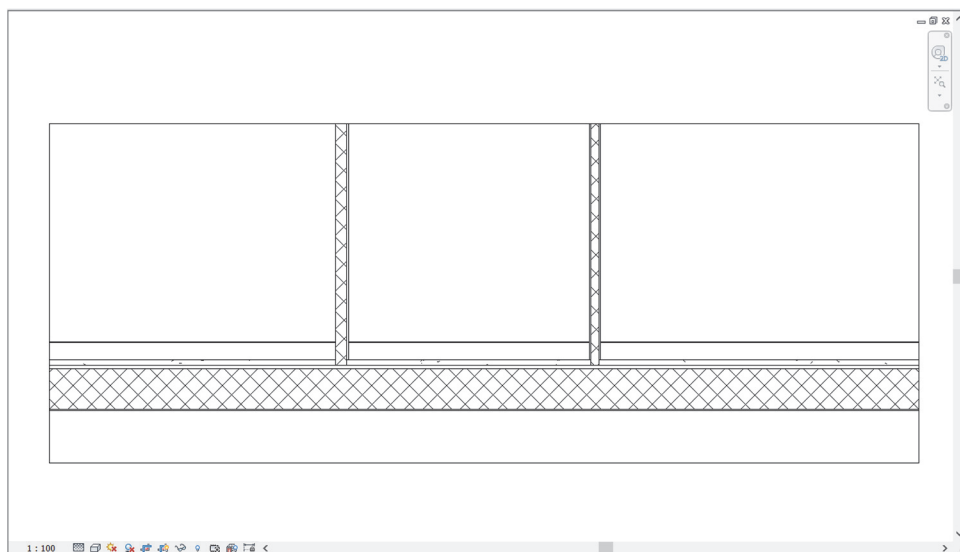


Figura 38 - Collegamento muri solaio strutturale con successiva definizione solaio architettonico nei locali. (da modello architettonico).

Come visibile nella parte superiore dell'immagine, si accettano dei compromessi a livello di visualizzazione, essendo il LOD del modello basso.

In figura 38 viene illustrata la metodologia effettivamente impiegata.

Per ottenere il collegamento tra muro e solaio strutturale è stata selezionata la parete e nella sezione *modify walls*, tramite il comando *Attach Wall*, è stato indicato il collegamento alla base per poi passare alla selezione del solaio di riferimento.

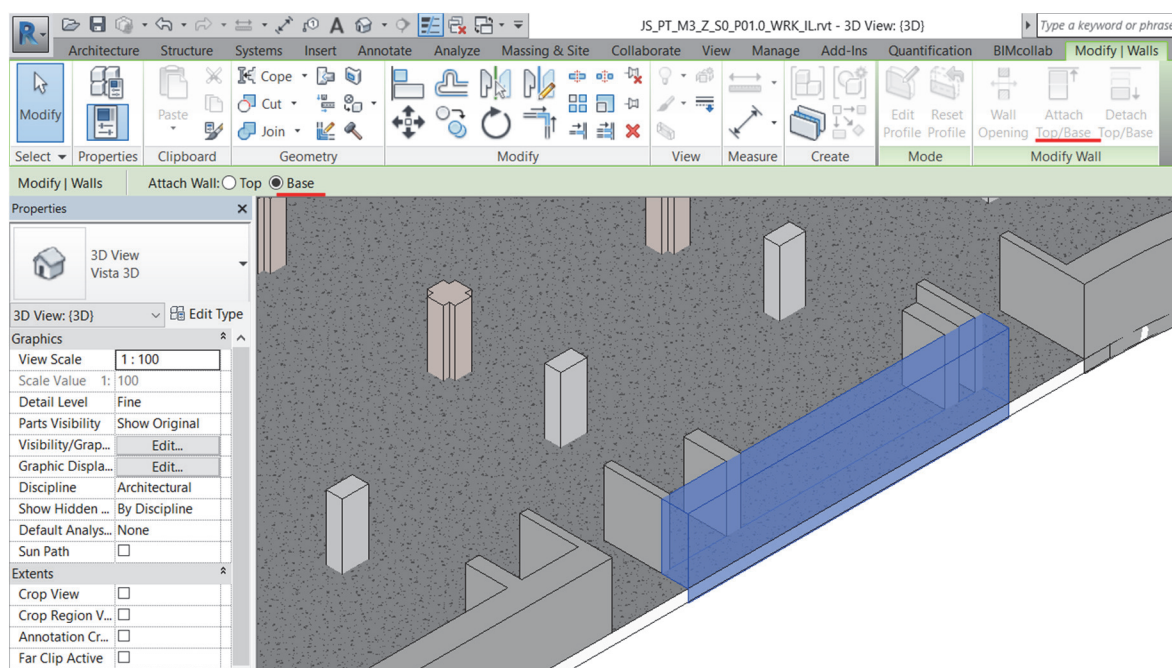


Figura 39 - Collegamento parete - solaio strutturale con il comando *Attach Top/Base*.

A causa della presenza di un notevole numero di setti, si è prevista la loro modellazione come elementi architettonici ma con indicazione della loro caratteristica strutturale. Per fare ciò si è ritenuto necessario realizzare una voce "Elemento Strutturale" nel campo dei parametri condivisi. Tale scelta è stata condotta nell'ottica futura di implementazione degli stessi nel modello strutturale. I **parametri condivisi** sono definizioni di parametri utilizzabili in più famiglie e progetti che vengono memorizzati in un file indipendente da cui si può accedere da qualsiasi famiglia o progetto ma che non vengono applicate automaticamente ad altre (bisogna caricare questi parametri nel file in cui si vogliono utilizzare le informazioni). Nel caso studio esiste un file presente nella cartella WIP e indicato nella cartella "JS_PT_DR_Z_S0_FM model files", definito come "JS_FM shared parameters.txt". Per caricarlo nel file di modellazione architettonica è stato necessario andare nella sezione *manage* e nel riquadro *settings* si è andati su *Shared Parameters*, dove si apre un pannello di editing: su questo si è andati a selezionare *Browser* in modo da caricare il file ".txt".

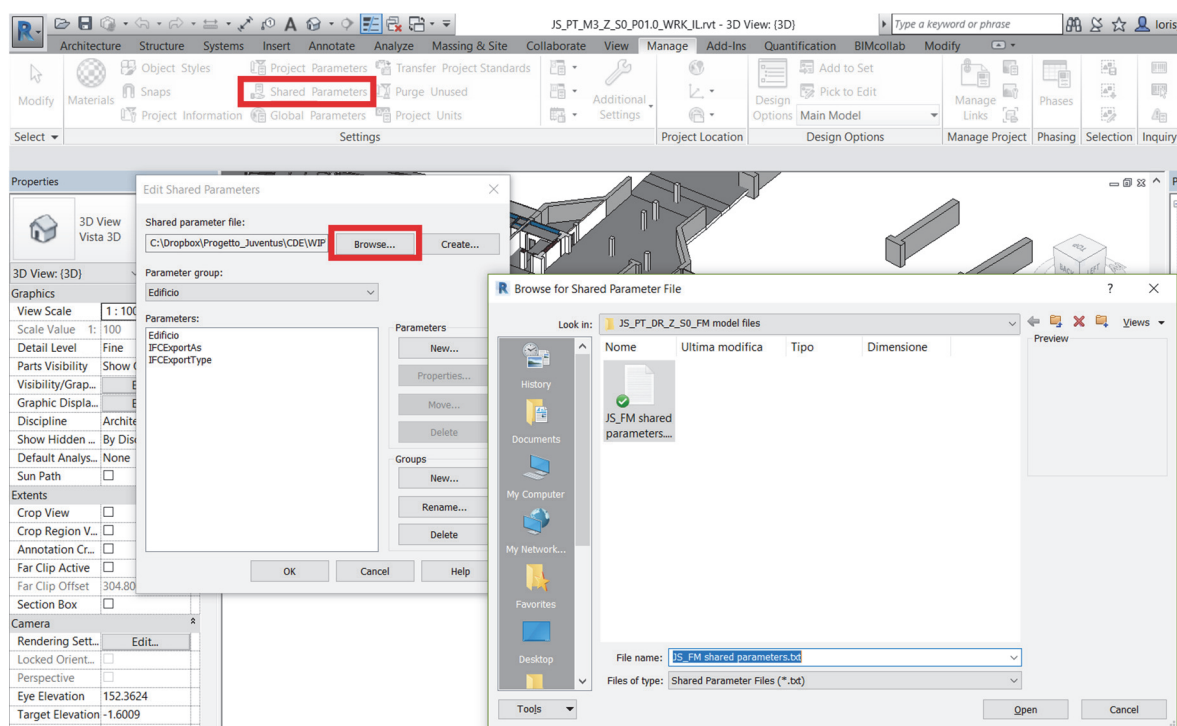


Figura 40 - Caricamento parametri condivisi.

Nel menu a tendina di *Parameter group* è stata dunque scelta la categoria Muri a cui è stata associata una nuova voce dal comando *New Name* indicata come "Elemento Strutturale", con *Discipline* indicata come *Common* ed il *Type of Parameter*: Yes/No. Tornando al menu

Manage, nella sezione *Setting* si è passati alla selezione di *Project parameters* (posto sopra a *Select Parameters*), dove è stato selezionato il parametro creato e poi modificato in *Modify*: nel menu a tendina della sezione *Group parameter under* si è andati a selezionare *Data* ed in *Categories* è stata spuntata la voce *Walls*. In questo modo è stato inserito il parametro voluto nelle proprietà dei muri e la possibilità di spuntare la casella se il muro è da considerare come setto.

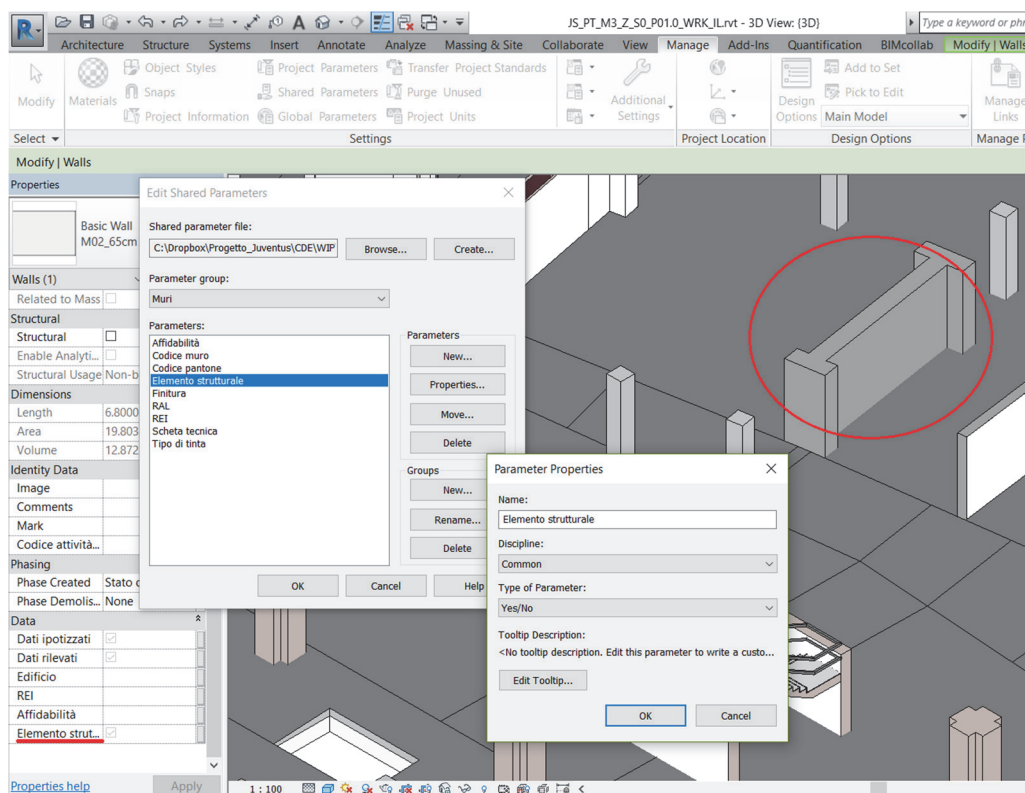


Figura 41 - Creazione parametro condiviso per muro strutturale (setti).

Solo dopo aver effettuato i rilievi in sito si è andati ad effettuare delle correzioni a livello di modellazione delle pareti al fine di fornire le indicazioni inerenti alle finiture richieste dalla committenza, raggiungendo un LOD 200+. Si è andati dunque ad analizzare sia lo stato di fatto rilevato, sia le indicazioni dei CAD, sia le indicazioni impostate dal team per unificare i livelli realizzati da operatori differenti. A tal proposito infatti sono stati collezionati i dati su finiture e sulle dimensioni dei locali poi confrontati successivamente con le informazioni dei CAD.

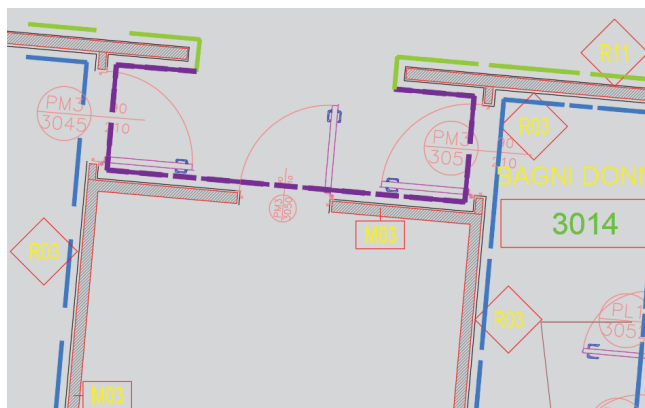


Figura 42 - Indicazioni finiture delle pareti con linee spesse di differente colore a seconda del materiale.
(fonte: CAD forniti da Juventus).

In fase di riorganizzazione delle pareti nel modello sono state rispettate delle **regole di modellazione e codifica** preimpostate dal team:

- Lo spessore del muro deve essere adattato all'impronta illustrata nei CAD As-is, comprese di finiture;
- Si ipotizzano tutte le finiture di spessore pari a 2 cm; lo spessore del nucleo è ricavato mediante differenza tra spessore totale e finiture;
- Inserire le etichette delle finiture per vedere se sono orientate correttamente;
- Materiale del nucleo in funzione della tipologia definita nella nomenclatura utilizzata per il modello BIM;
- Se non è presente l'ingombro a terra della finitura, lo spessore della finitura rimane 2 cm ma interno all'impronta a terra del muro;
- Per i pilastri che presentano una finitura rappresentata solo dalla polilinea simbolica e che risultano contigui ad un muro, il muro si allinea alla finitura del pilastro architettonico;
- Le finiture su elementi strutturali che non presentano ingombro vengono applicate con spessore di 1 mm, se è invece presente si realizza la finitura come muro del materiale interessato e si applica direttamente sull'elemento strutturale.
- Per i nuclei composti, il materiale deve essere generico (di default), denominato come nucleo composto (quindi il nucleo del muro M03+M06+M03 viene denominato esattamente M03+M06+M03);
- Ordine di nomenclatura sia per il nucleo che per le finiture, con valori a salire;
- Precisione nello spessore dei muri pari a 5 mm.

Prese in considerazione queste regole di modellazione si è andati a sostituire tutti i muri esistenti utilizzando una codifica differente che comprendesse le indicazioni sulle finiture applicate, definendola anche nell'ottica di utilizzo del modello BIM come base per un software di FM. La codifica consente di riconoscere facilmente il materiale con cui esse sono state realizzate e l'impostazione a numeri crescenti consente di uniformare le informazioni relative ad una singola parete modellata su file diversi, così che venga facilmente riconosciuta quando si linkano i diversi modelli al modello centrale.

Codifica muri modellati	
MXX_00cm	Codifica di muro senza finiture.
MXX+MYX_00cm	Codifica nucleo composito senza finiture applicate.
MXX_00cm_Raa	Codifica muro con nucleo di un solo materiale e rivestimento applicato ad una sola facciata.
MXX_00cm_Raa+Rbb	Codifica muro con nucleo di un solo materiale e rivestimento applicato ad entrambe le facciate (aa è minore o uguale a bb).
MXX+MYX_00cm_Raa	Codifica muro con nucleo composito e rivestimento applicato ad una sola facciata.
MXX+MYX_00cm_Raa+Rbb	Codifica muro con nucleo composito e rivestimento applicato ad entrambe le facciate.

Tabella 4 - Codifica utilizzata per la modellazione delle pareti.

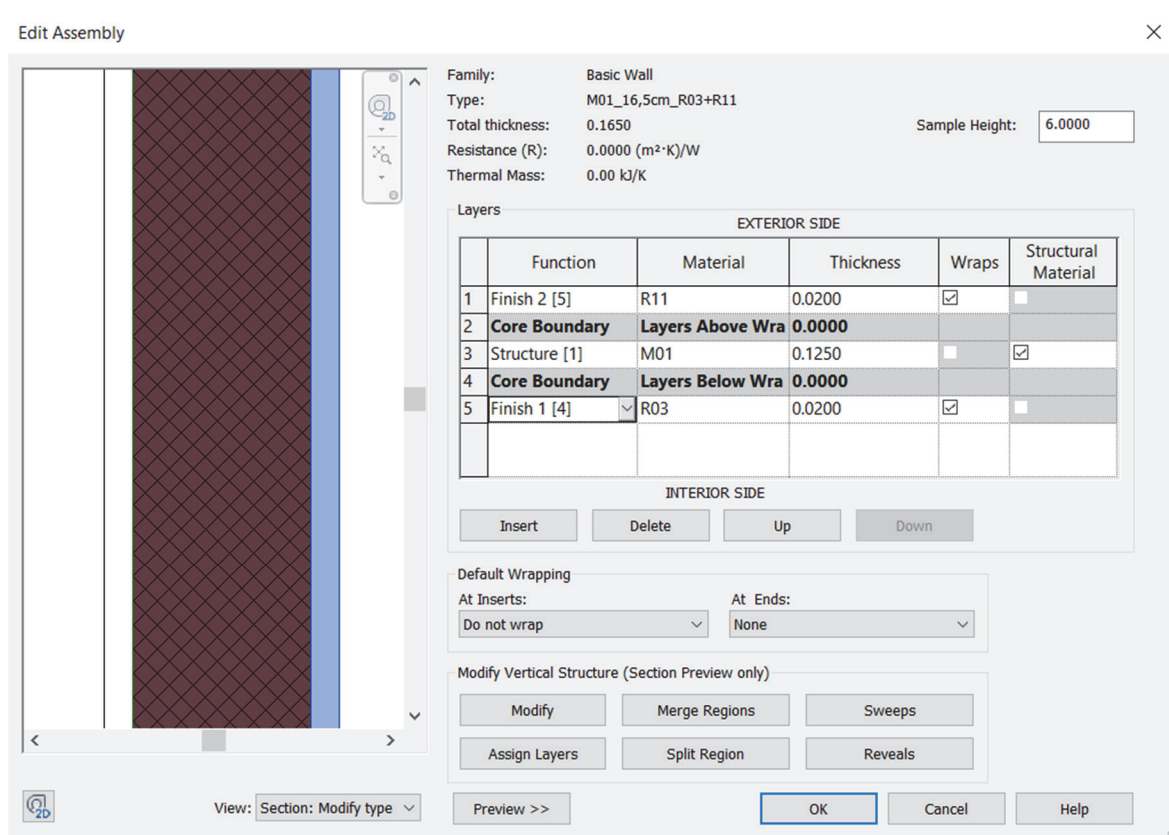


Figura 43 - Esempio di parete in laterizio con due finiture diverse di 2 cm ciascuna.

Altro passaggio fondamentale per il controllo del giusto posizionamento delle finiture è stato quello di andare a posizionare le etichette dei muri e delle finiture sulla vista in pianta. Le etichette sono state importate da quelle realizzate nelle modellazioni precedenti di cui una rettangolare per l'indicazione del nucleo dei muri ed una a rombo per l'indicazione della

finitura. L'inserimento delle etichette dei muri è stato possibile tramite *Material Tag* presente nella sezione *Annotate*.

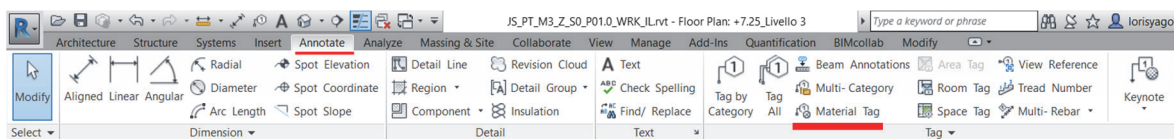


Figura 44 - Inserimento etichette tramite Material Tag posto nella sezione Annotate.

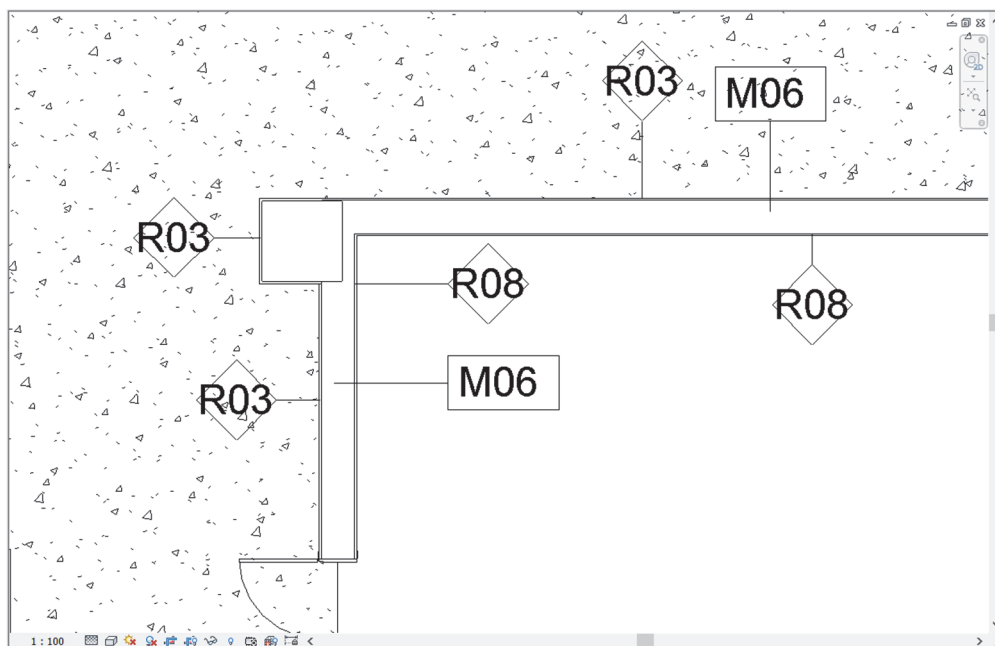


Figura 45 - Etichette muri: nucleo (indicazione rettangolare); rivestimento (indicazione a rombo).

Come già detto in precedenza il solaio strutturale è stato abbassato di 0,02 m (0,01 m di malta cementizia e 0,01 m di finitura), per consentire la realizzazione della finitura architettonica che non ostruisca il collegamento muri/pilatri. Ogni locale presenta una determinata finitura per le pavimentazioni in base alle informazioni indicate sugli As-is. Tale scelta ha comportato una determinata modalità di tracciamento delle pavimentazioni.

Codifica pavimenti utilizzati	
Solaio strutturale	Solaio di riferimento abbassato di 2 cm per l'inserimento delle finiture
P01	Battuto in cemento con spolvero al quarzo
P03	Pavimento in teli di gomma
P05	Battuto cementizio con resina epossidica
P06	Pavimento in laminato
P10	Gres fine porcellanato di Imola ceramica TOP35
P18	Gres fine porcellanato di Imola ceramica 30DG

Tabella 5 - Codifica pavimenti modellati nel terzo livello.

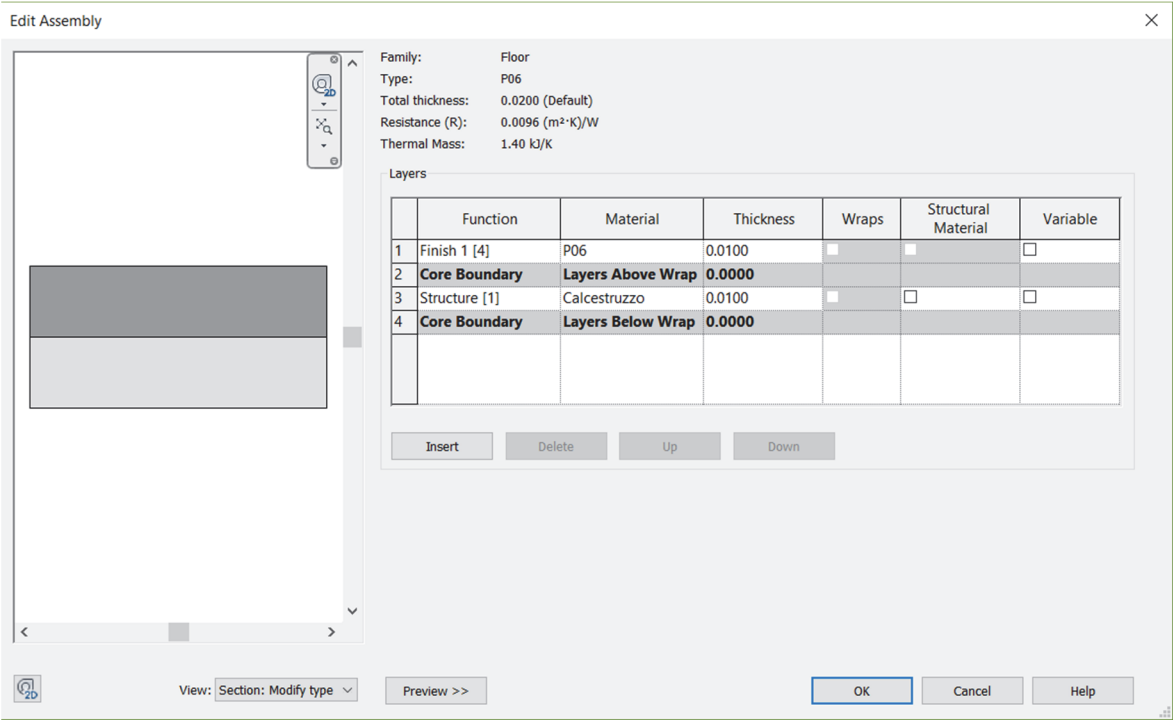


Figura 46 - Esempio di tipologia pavimentazione architettonica situata all'interno degli skybox.

Nel cortile centrale a cielo aperto, situato tra gli skybox e i locali distribuiti sul perimetro esterno, si è dovuta affrontare una problematica importante dovuta al convoglio delle acque piovane verso le grate di smaltimento. Per ottenere tale risultato si è proceduto alla realizzazione delle pendenze secondo le indicazioni delle quote contenute negli elaborati As-is. La creazione di pavimenti inclinati però causa il problema di avere i locali del perimetro esterno con pavimenti a quota più bassa rispetto al pavimento esterno. Questo problema ha portato alla variazione della scelta progettuale precedente di lasciare a 0,02 m lo spessore di finitura architettonica delle pavimentazioni dei locali posti sul perimetro esterno. Dopo aver posizionato il pavimento all'interno dei locali, si è passati a modificare lo spessore ponendo la parte strutturale della stratigrafia variabile (Figura 47).

	Function	Material	Thickness	Wraps	Structural Material	<u>Variable</u>
1	Finish 1 [4]	P01	0.0100	☐	☐	☐
2	Core Boundary	Layers Above	0.0000			
3	Structure [1]	Calcestruzzo	0.0100	☐	☐	☒
4	Core Boundary	Layers Below W	0.0000			

Figura 47 - Parte strutturale del pavimento architettonico reso variabile per modificarne lo spessore secondo le esigenze.

Fatto ciò si è modificato lo spessore andando a selezionare il singolo pavimento da cui vengono modificate le altezze dei vertici tramite il comando *Modify Sub Elements* e portando la superficie superiore alla quota indicata. Stessa cosa è stata fatta per le finiture del cortile a cielo aperto, dove i punti da un lato sono a quota differente rispetto al lato opposto (Figura 48), causando un collegamento inappropriato tra punti.

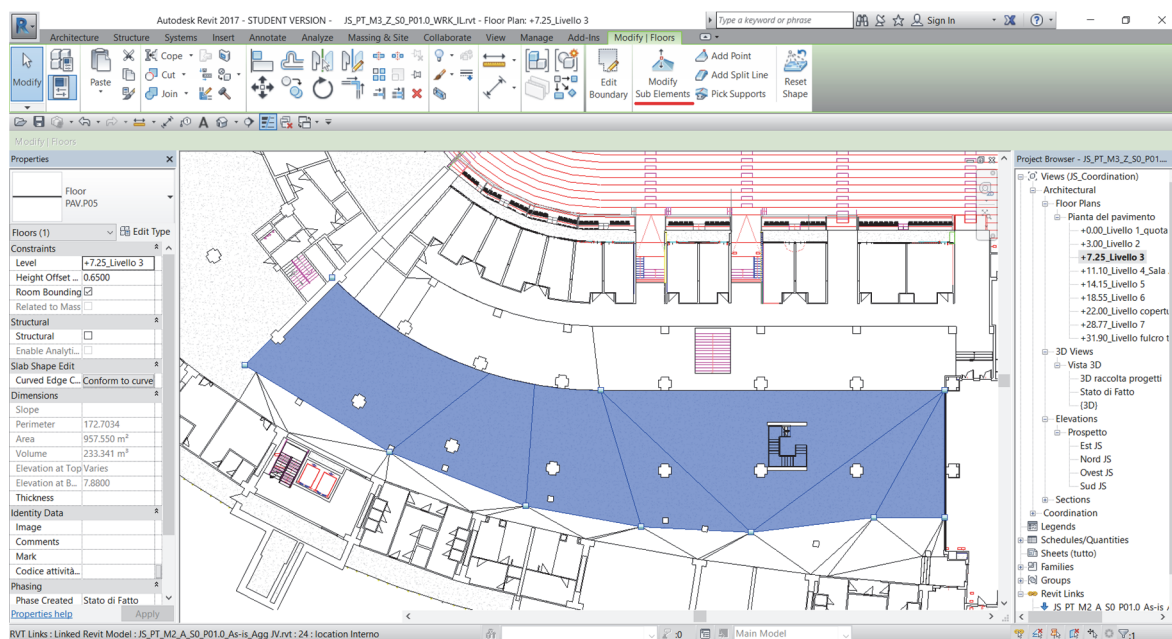


Figura 48 - Utilizzo del comando *Modify Sub Elements* per creare le pendenze. Si nota come vengono a crearsi dei collegamenti anomali tra punti.

La risoluzione di questo problema è stata affrontata attraverso l'introduzione e la gestione delle linee, effettuata selezionando *add-split line* nella sezione *modify/floors*, ed introducendo o perfezionando le linee esistenti per ottenere la pendenza più veritiera possibile.

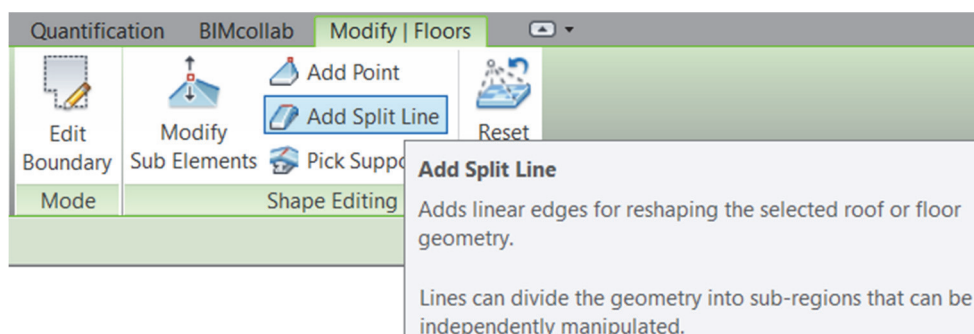


Figura 49 - *Add Split Line* per l'introduzione o la gestione di linee al fine di perfezionare le pendenze dei pavimenti.

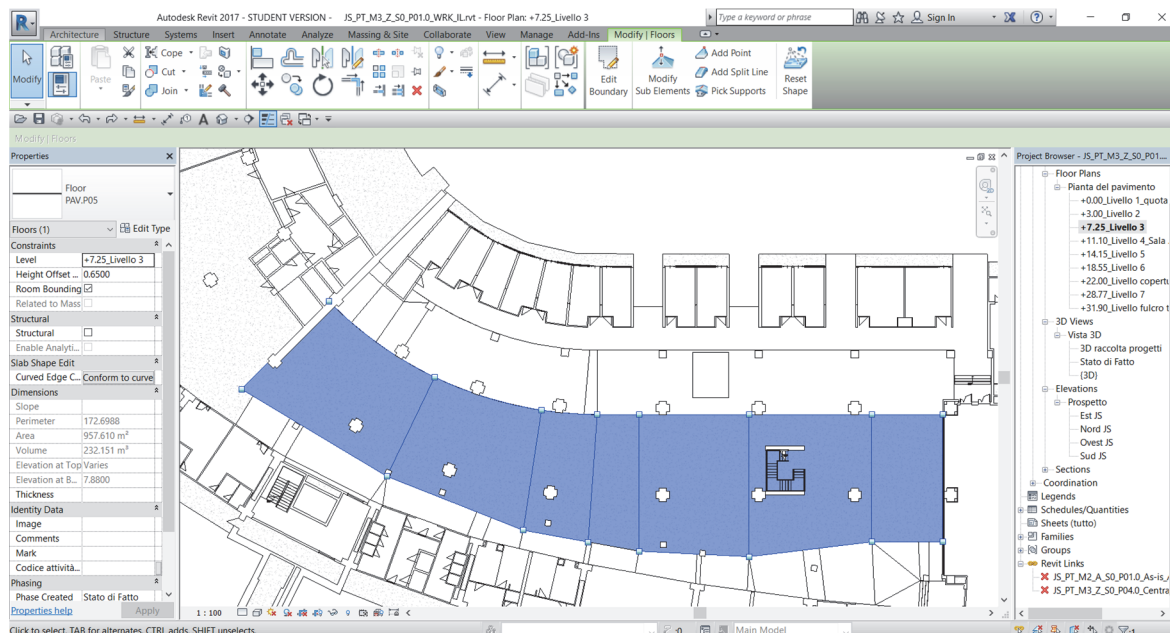


Figura 50 - Gestione pendenze pavimenti architettonici.

Un'altra interessante problematica riscontrata ha riguardato la gestione delle vetrate degli skybox che danno sul campo. Queste vetrate infatti erano state già realizzate in precedenza e già linkate nel modello centrale, pertanto al fine di recuperare il lavoro precedentemente realizzato, si è deciso di andare a testare la funzionalità del comando *copy/monitor* (**copiare e controllare**). Il *copy/monitor* funziona linkando il modello centrale nel modello in cui si lavora, selezionando quindi nella sezione *collaborate* il comando *copy/monitor*, con *select link* per selezionare dunque il file linkato (posizionando il cursore sui link con il tab cambia la selezione dell'oggetto).

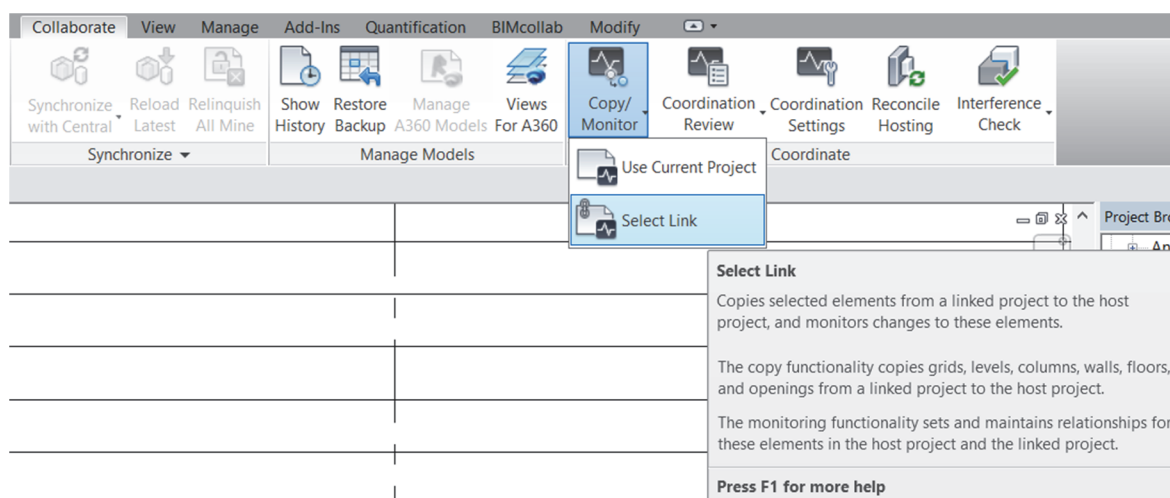


Figura 51 - Strumento di copia e controllo dei link presenti nel modello.

Per riconoscere direttamente la famiglia dell'elemento che si vuole copiare e monitorare, è necessario scegliere come copiare l'elemento del link; nel caso della vetrata, prima di fare copy/monitor, è stato selezionato in *properties* il *curtain wall* e in *edit type* è stata spuntata la casella *automatically embed* (✓) ottenendo dunque il riconoscimento automatico della tipologia di famiglia del modello linkato con le loro caratteristiche. Gli oggetti possono essere copiati con selezione delle vetrate grazie al comando *Copy* e successivamente monitorati con la selezione dello strumento *Monitor*.

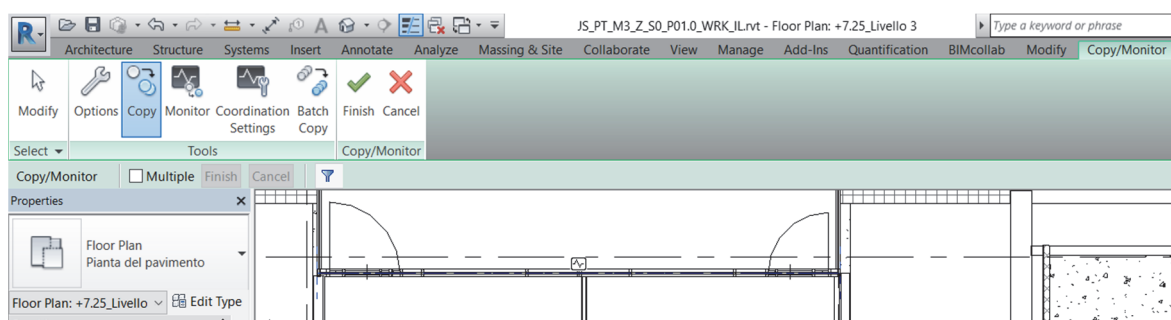


Figura 52 - Selezione oggetti linkati da copiare e monitorare.

Il comando *copy/monitor* è sicuramente uno strumento molto utile nel relazionare le diverse discipline (architettonico/strutturale/mep) in quanto consente ad esempio di importare nel proprio modello architettonico degli elementi del modello strutturale: mantenendo attivo il controllo, quando si va a modificare un elemento strutturale nel relativo modello, si va a visualizzare le modifiche nel modello architettonico. Nel caso delle vetrate però si è riscontrato il problema che non vengono copiate correttamente con le caratteristiche presenti nel modello centrale, senza dunque avere la corretta posizione dei montanti e degli infissi delle vetrate. In ogni caso è risultato necessario rimodificare tali vetrate per errato posizionamento nel modello centrale e quindi sono stati sistemati i montanti e gli infissi secondo le indicazioni del CAD.

Successivamente si è andati ad inserire gli infissi di tutti i locali, utilizzando anche in questo caso le famiglie delle porte già create per i lavori precedenti ed inserendo nuove famiglie laddove i CAD davano indicazione di infissi differenti. Per esempio, nella cartella delle famiglie architettoniche relative alle porte non è stata individuato l'infisso porta 80x210 a un'anta, quindi è stata creata la famiglia di tale porta ed indicata con la codifica scelta per le altre e adattate al caso: "JS_PT_M3_A_S01_P01.0_Porta_80x210". Gli infissi sono stati comunque modellati in base alle informazioni in possesso, sarà dunque necessario

effettuare una verifica più approfondita per una modellazione maggiormente dettagliata in fase di svolgimento delle attività di rilievo.

Dalle vetrate degli skybox si è poi passati alle coperture vetrate che caratterizzano questi ambienti in quanto erano state realizzate come modelli generici avendo la finalità di definizione del relativo ingombro. Date le necessità attuali del modello, queste sono state nuovamente modellate come coperture vetrate inclinate., codificate come "M05_copertura skybox". Per la composizione delle coperture degli skybox centrali il procedimento è stato molto semplice, con la selezione di *Roof* dopo essersi posizionati nella vista in pianta e tracciando il perimetro con la selezione di *Boundary*; con *slope arrow* si definisce la linea di pendenza stabilendo da una estremità l'altezza di partenza laddove si ha il pannello vetrato della chiusura verticale, dall'altra il nodo di aggancio con il solaio del livello 4. Come per le pareti vetrate verticali anche nella copertura il numero di montanti viene stabilito all'interno delle proprietà. Le vetrate inclinate dei locali posti invece nelle zone di curvatura sono state più complesse da realizzare. Inizialmente si è deciso di provare a realizzare un'unica copertura vetrata per tutti i locali interessati ma non era possibile inserire un'inclinazione adeguata e si avevano problemi a posizionare correttamente i montanti (Figura 54).

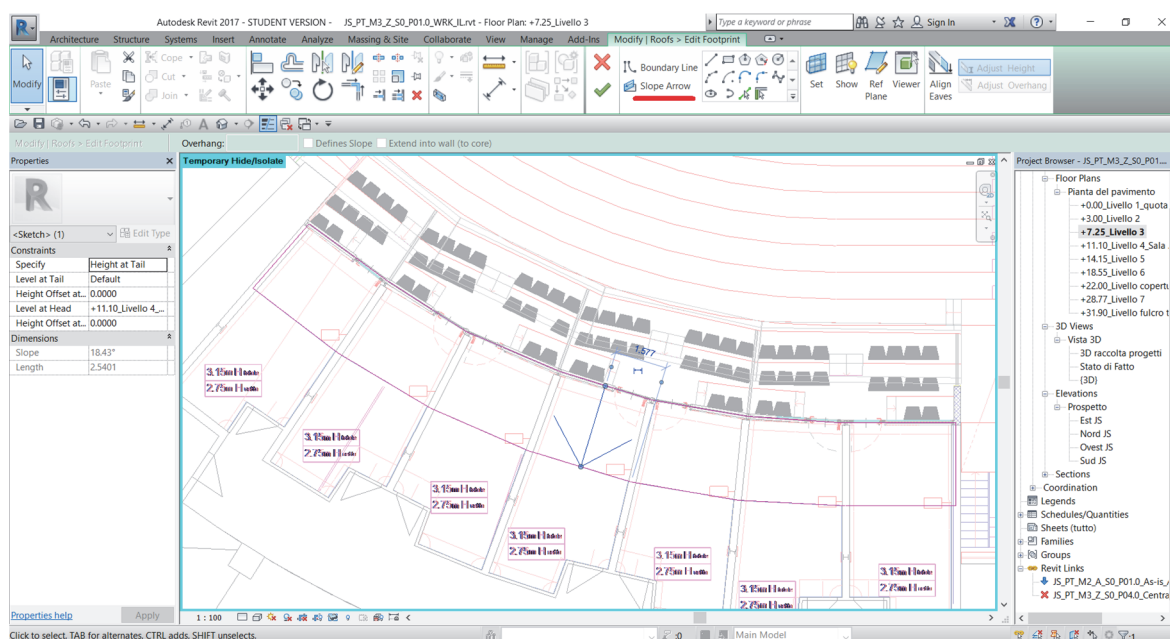


Figura 53 - Realizzazione copertura unica per differenti locali con pendenza tracciata tramite *Slope Arrow*.

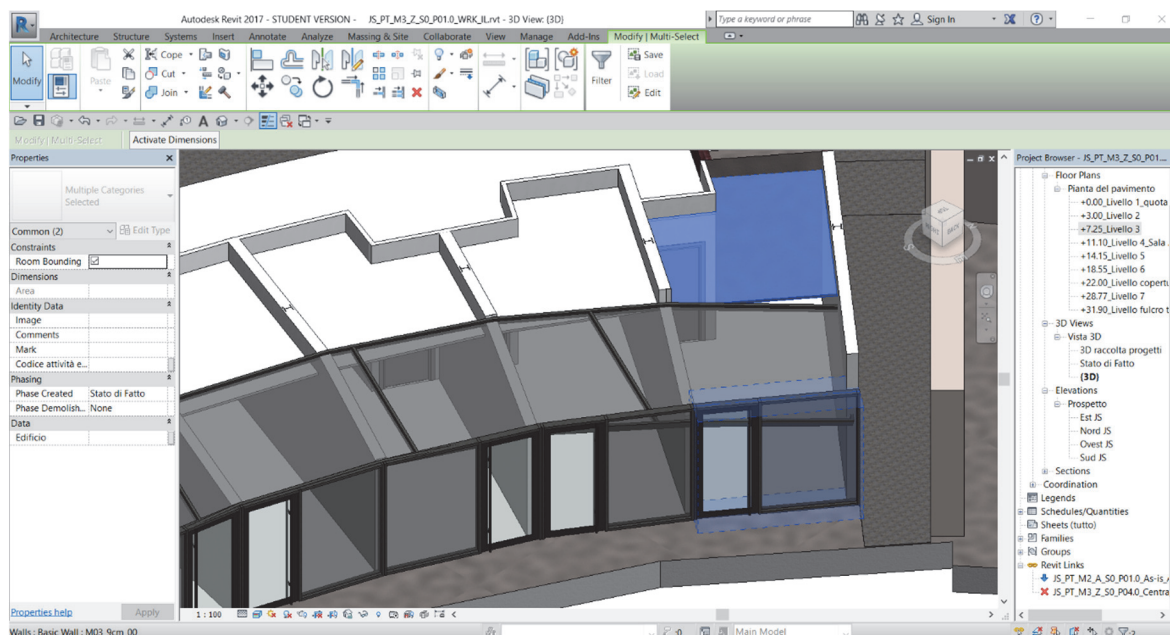


Figura 54 - Problematica riscontrata nella realizzazione di una copertura unica con una sola pendenza.

In seguito, si è passati a realizzarle per ogni coppia di skybox ma nonostante le inclinazioni si riducessero, rimanevano le stesse problematiche e si ottenevano imperfezioni di unione tra una lastra e l'altra. Infine, si è deciso di realizzare una vetrata inclinata per ogni singolo skybox ottenendo la risoluzione di imperfezioni di aggancio e le corrette pendenze. I muri su cui appoggiano i montanti sono stati modificati selezionandoli e andando a modificare il loro profilo in verticale attraverso *Edit Profile*.

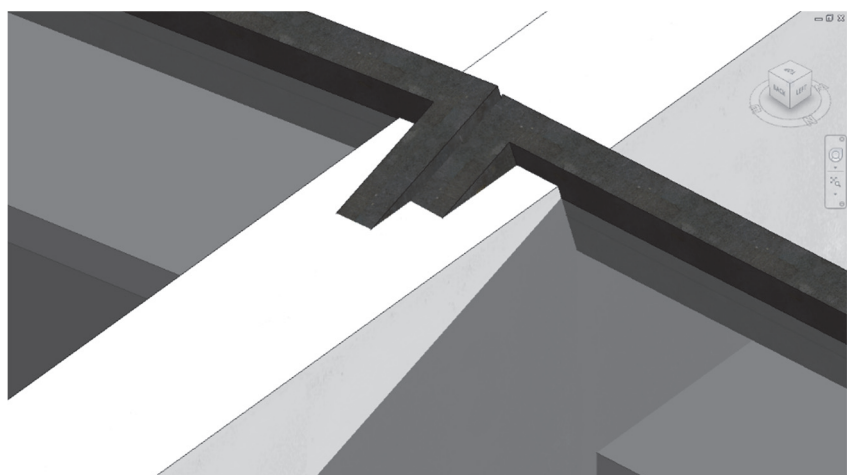


Figura 55 - Problema di collegamento tra montanti di vetrate diverse nella realizzazione di coperture per coppie di skybox.

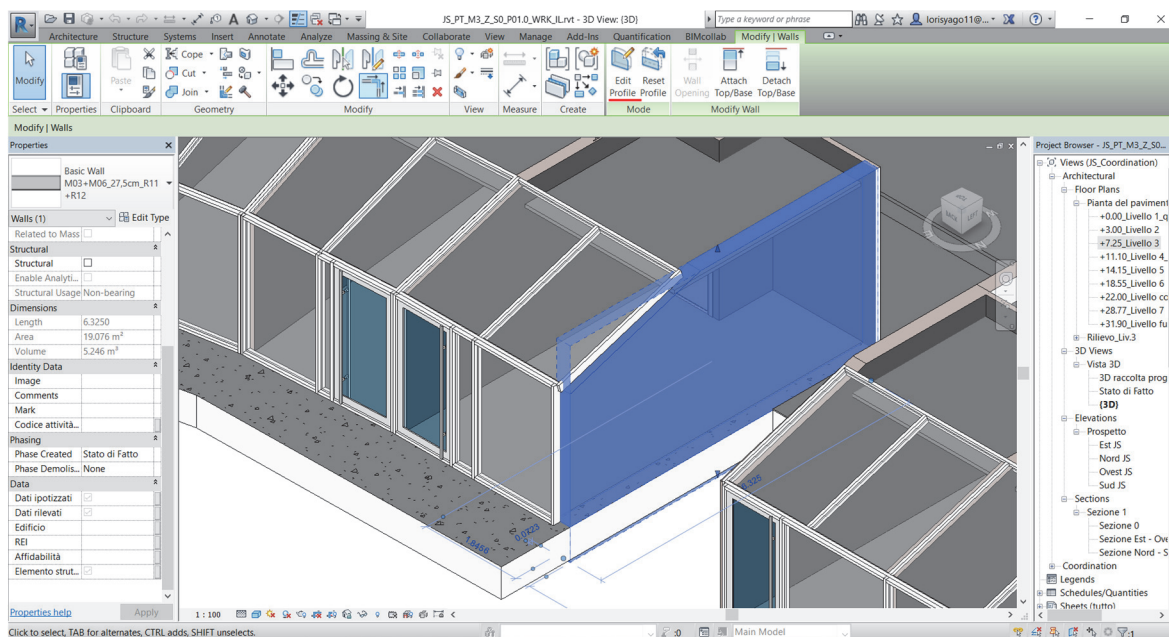


Figura 56 - Edit profile per la delineazione del profilo della parete a seguire la pendenza della copertura vetrata.

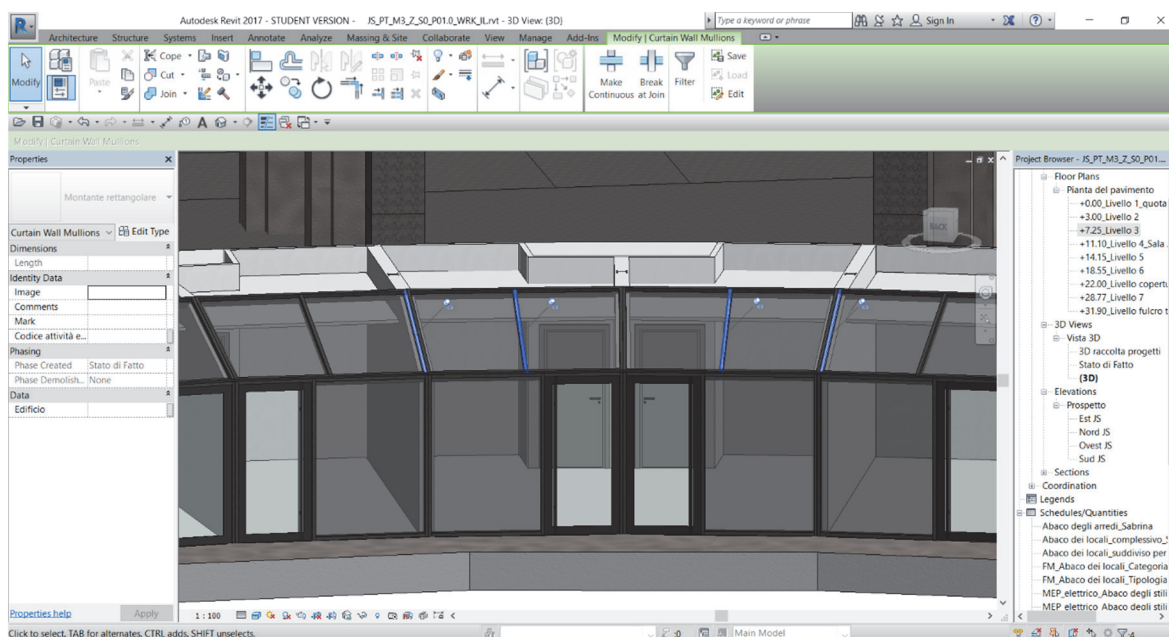


Figura 57 - Soluzione copertura vetrata skybox, distinta per singoli locali.



Figura 58 - Skybox terzo livello.

Anche i controsoffitti sono stati gestiti allo stesso modo degli altri componenti, importando le famiglie di sistema dai modelli creati in precedenza e posizionandoli secondo le indicazioni del CAD linkato relativamente al materiale e sul perimetro di ingombro, nonché sull'altezza dalla finitura dai pavimenti. Nella torre ovest dove è presente il ristorante, si ha una situazione particolare per i controsoffitti: già nel CAD era stato riscontrato una differenza di quote nelle indicazioni di questi, poi confermate grazie all'attività di rilievo da cui si è riusciti a modellare i riquadri rialzati e collegati alle lastre a quota inferiore grazie a dei pannelli inclinati. Per inclinare i pannelli si è fatto uso del comando *slope arrow* nella sezione *modify*. Per i pannelli posti verticalmente è stato creato un muro classificato come controsoffitto dato che non è stato trovato un modo diretto. I controsoffitti sono stati realizzati tutti in spessore di 0,065 m secondo le indicazioni generali di modellazione ricavate dall'analisi di una sezione tipo del controsoffitto in scala 1:50.

Codifica tipologia controsoffitti utilizzati	
S01	Lastre di gesso
S03	Controsoffitto in fibra
S06	Pannelli di acciaio zincato
S11	Controsoffitto antiumido in lastre di cartongesso
S14	Lastre di gesso

Tabella 6 - Tipologie di controsoffitti utilizzati nella modellazione del terzo livello.

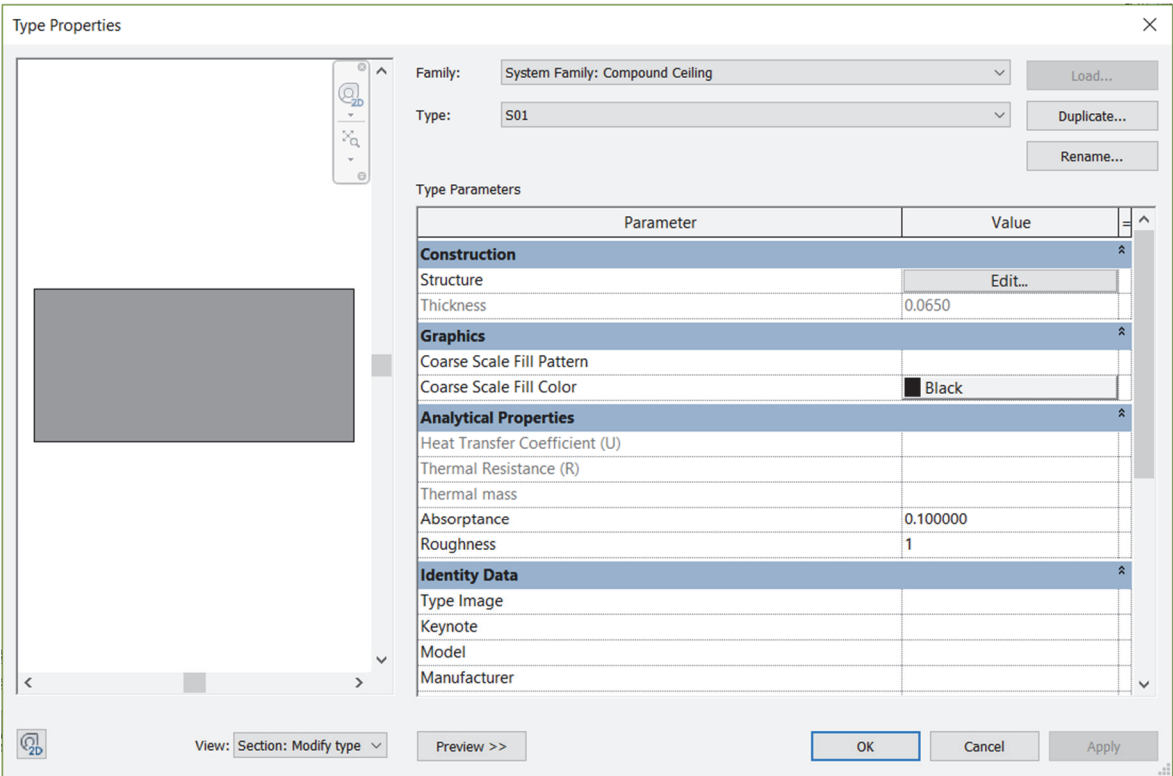


Figura 59 - Esempio di controsoffitto utilizzato per gli skybox.

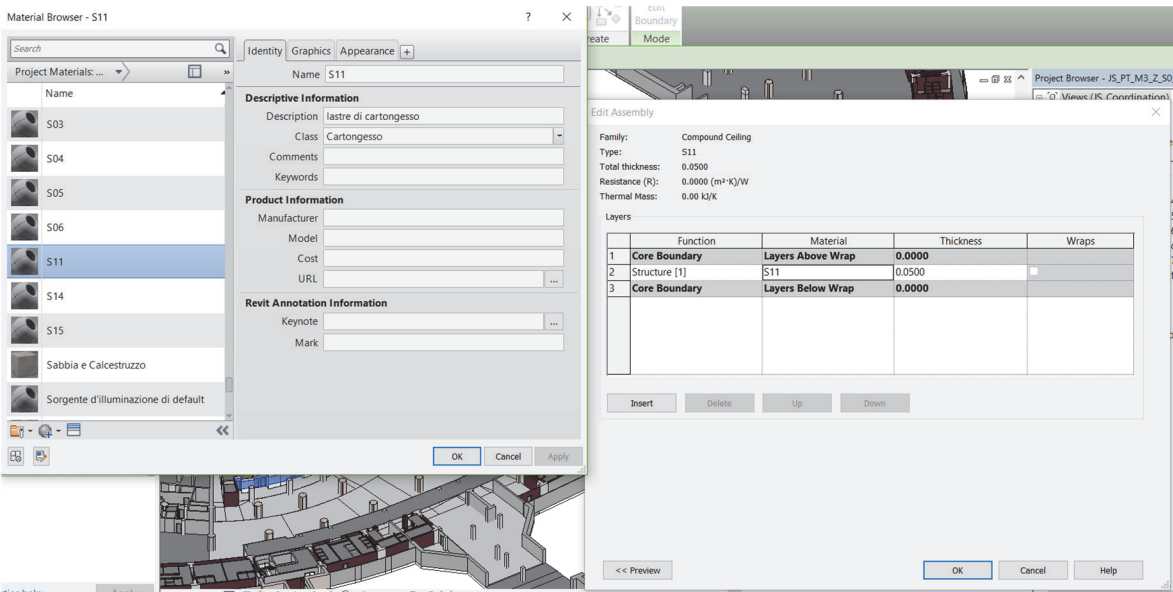


Figura 60 - Indicazione del materiale del controsoffitto dalla sezione Materials.

All'interno delle proprietà del tipo si è andati a modificare l'identità del materiale, impostando la codifica e la classe del materiale, ad esempio per il controsoffitto in cartongesso è stata impostata la classe "cartongesso".

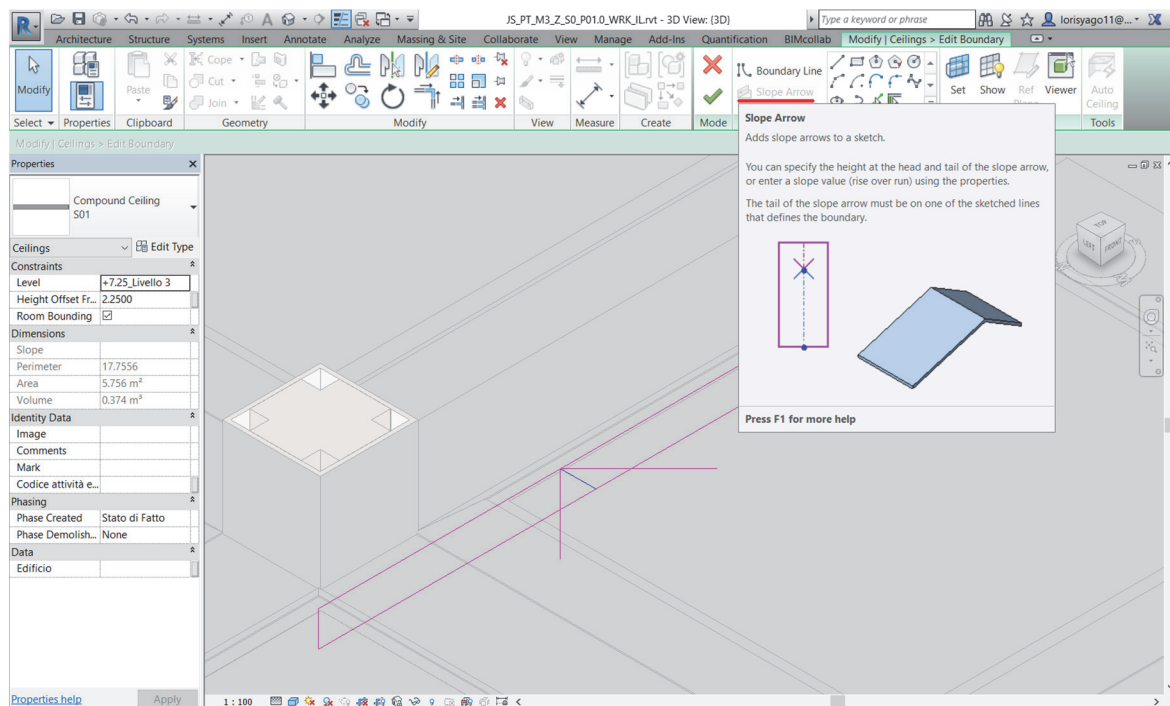


Figura 61 - Inclinazione controsoffitto nel locale ristorante.

Completata la modellazione geometrica si è passati all’inserimento dei locali e delle relative **etichette**. Esse sono elementi di annotazione aggiunte e visualizzabili in pianta in cui si inseriscono le informazioni che caratterizzano il locale interessato. Dopo avere caricato la famiglia di etichette preimpostata, l’inserimento è stato fatto semplicemente andando a selezionare il comando Room Tag presente nella sezione Room&Area per poi passare al posizionamento con riconoscimento automatico delle delimitazioni dei locali (tutti i componenti architettonici e strutturali vanno ad essere riconosciuti come delimitazioni dei locali).

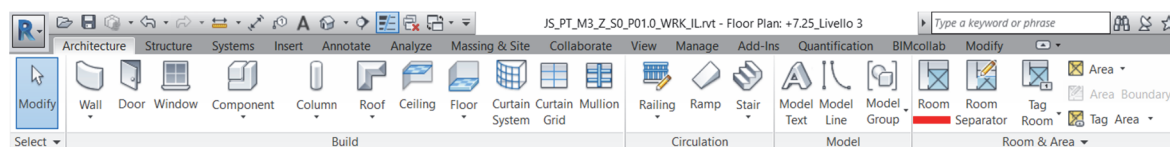


Figura 62 - Posizionamento delle etichette tramite la voce Room.

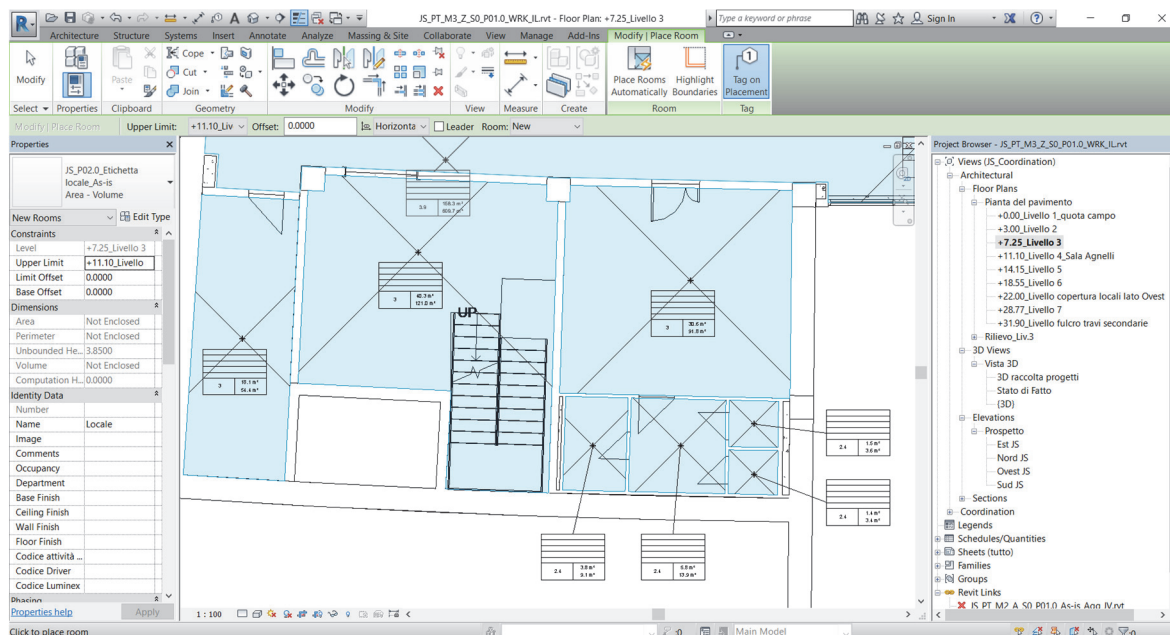


Figura 63 - Inserimento delle etichette nei locali.

Le etichette contengono informazioni relative a:

- Codice del locale assegnato sui file CAD;
- Codice assegnato al locale per la gestione e manutenzione;
- Parametri legati a codifica standardizzata ANSI/BOMA riferiti ad utilizzo, categoria e tipologia del locale;
- Dati su altezza, area e volume del locale.

Codice locale esistente	
Codice FM	3001
Utilizzo	L3 S002
Categoria	SERVIZI EDIFICIO
Tipologia	SERVIZI
	LOCALE RISTORO
Altezza non delimitata	150 SF
Volume	2.7
	843.4 m ²
	2111.4 m ³

Figura 64 – Esempio etichetta locale ristoro della torre ovest contenente informazioni sul locale.

Le informazioni delle etichette sono state redatte con la finalità successiva di trasmettere i modelli BIM direttamente alle applicazioni ARCHIBUS per la futura gestione della struttura. Nell'assegnazione delle etichette si è riscontrato un problema relativo al posizionamento dei locali posti ad un'altezza differente rispetto al livello di riferimento. Mentre per i locali della torre ovest non si hanno difficoltà di assegnazione, nei locali con solaio strutturale posto a

+0,65 m rispetto al livello 3 non si è riusciti a posizionare le etichette. Questo è legato al fatto che non è possibile andare a tracciare un locale non legato direttamente al livello di riferimento. Una soluzione a tale problema potrebbe essere quella di posizionare un nuovo livello per il solaio rialzato e tracciare tutti i locali, mentre per i locali della torre ovest sarà necessario tracciarli per il nuovo livello e successivamente abbassare in sezione il locale rilevato fino al livello 3: ciò consente di ottenere una gestione unica dei locali sullo stesso livello per il possibile software di FM che verrà utilizzato (con molta probabilità il SW Archibus).

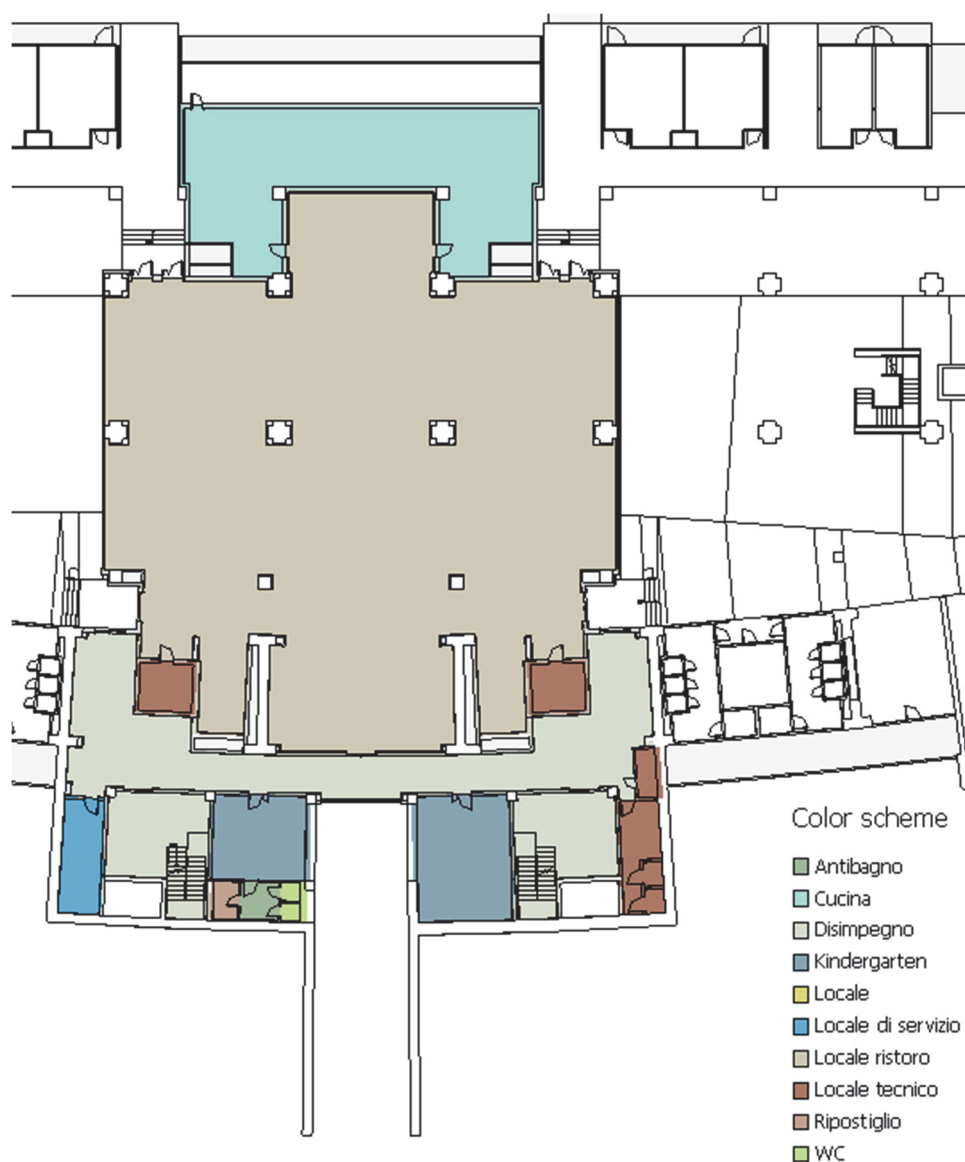


Figura 65 - Colori assegnati ai locali della torre Ovest in base alla destinazione d'uso.

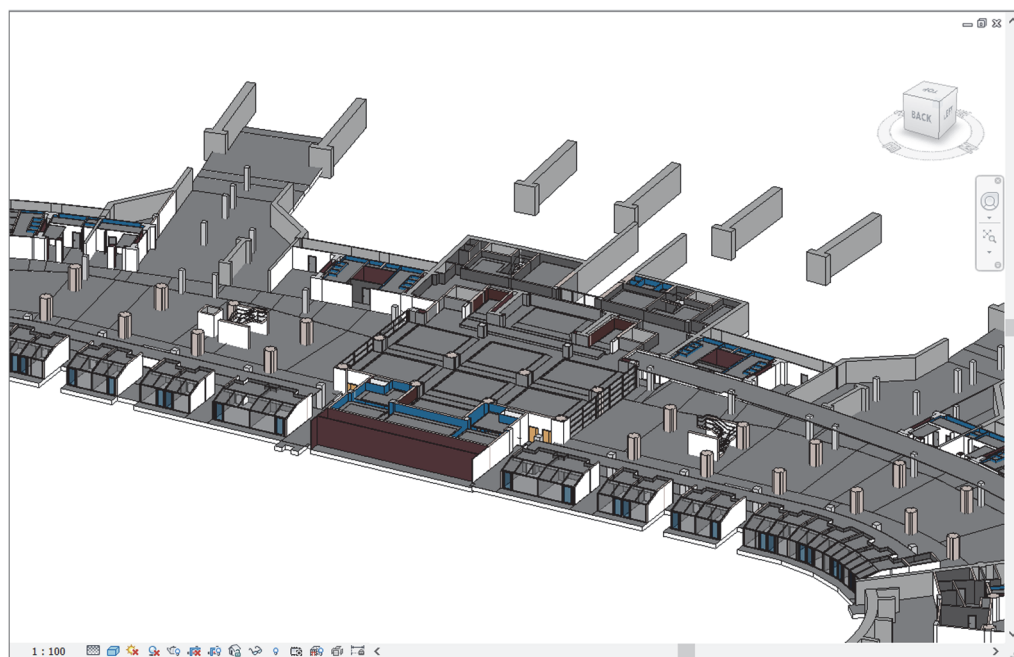


Figura 66 - Risultato raggiunto in fase di modellazione della torre ovest.

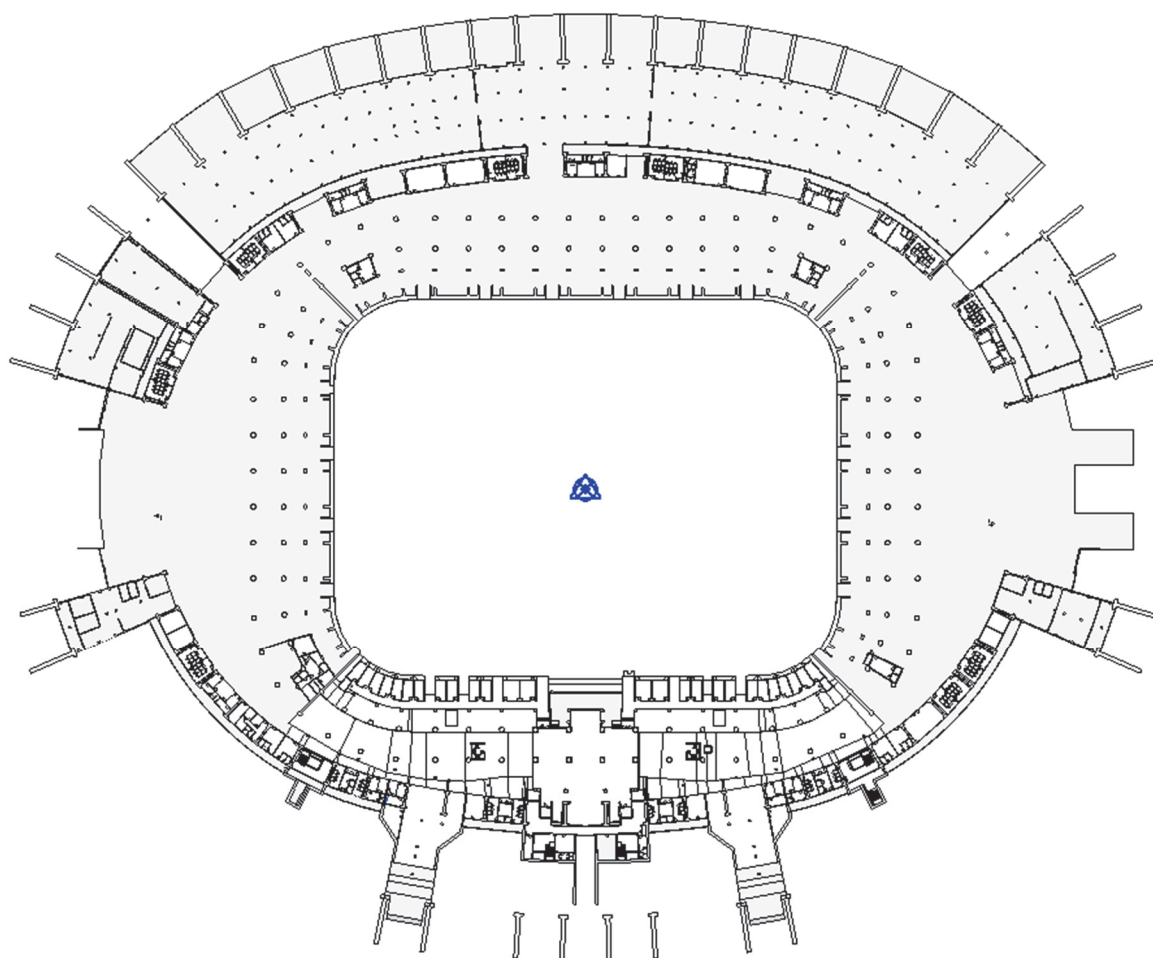


Figura 67 - Vista in pianta del risultato raggiunto dall'attività di modellazione.

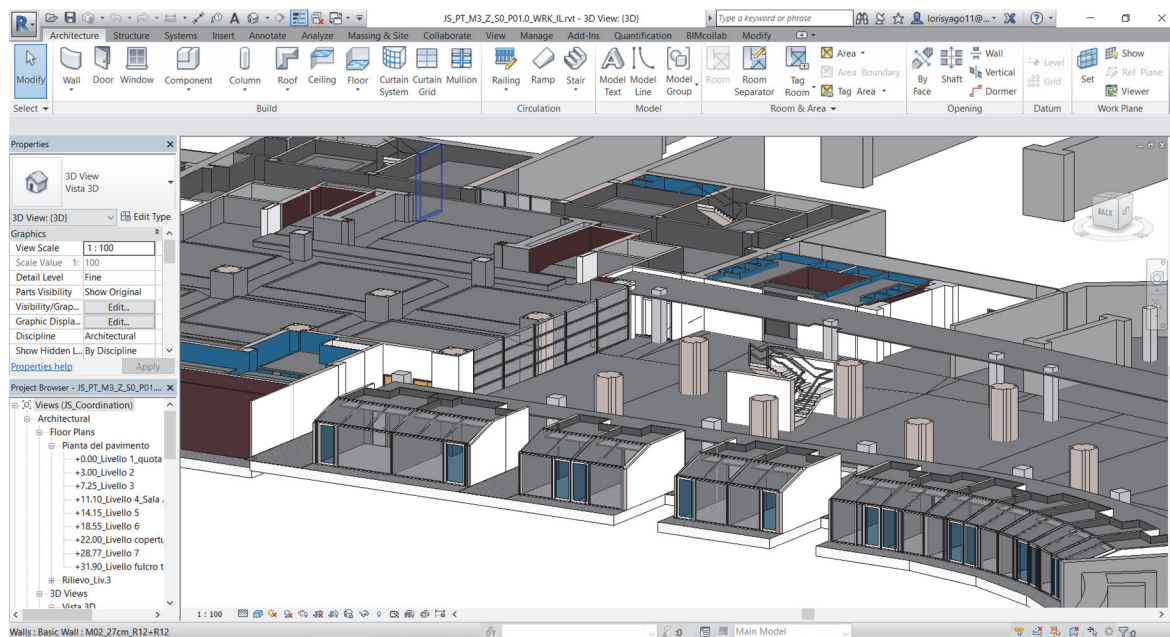


Figura 68 - Dettaglio relativo alla modellazione del terzo livello.

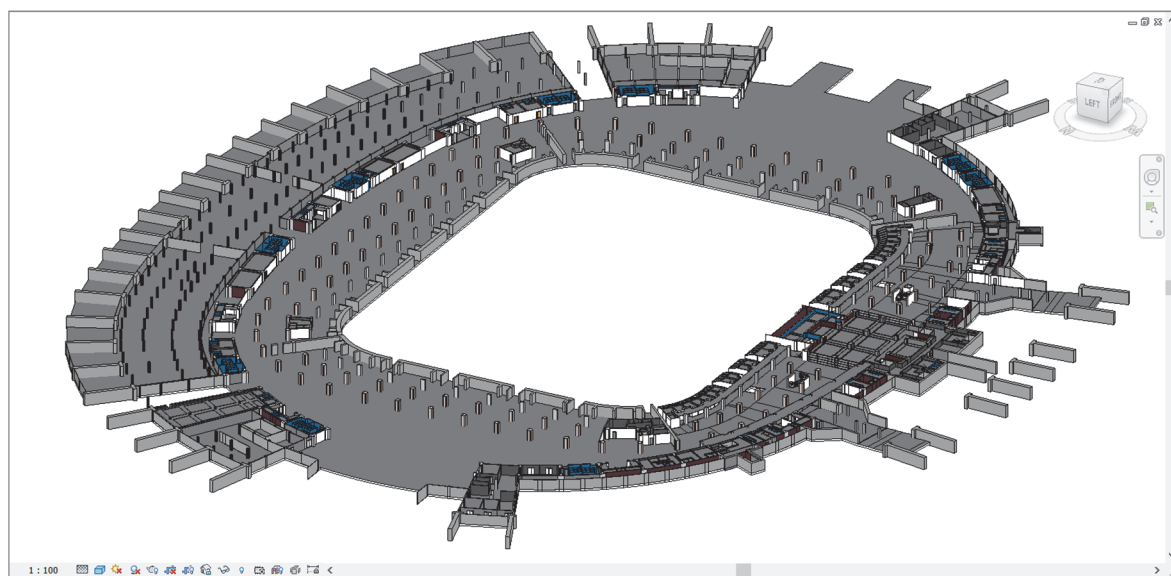


Figura 69 - Immagine complessiva del risultato di modellazione del terzo livello.

3.4.3. Modellazione Seggiolini

Nelle fasi di modellazione ci si trova spesso a far uso di **famiglie caricabili** da libreria esterna. Nel caso delle attività svolte per il caso studio, è stata effettuata la modellazione e l'inserimento dei seggiolini presenti nel catino, al fine di definirne le proprietà utili a livello di FM. Il primo passo condotto ha riguardato l'identificazione delle diverse tipologie di seggiolini presenti: si va da tre diverse tipologie di poltrone presenti nella tribuna ovest a due tipologie di seggiolini in tutto il resto dell'impianto. Questi ultimi sono sostanzialmente uguali fra loro ma presentano aggancio differente al gradone, il primo avviene sulla pedata del gradone tramite l'aggancio con apposita piastra, il secondo invece avviene direttamente sull'alzata tramite tassellatura. La particolarità nella collocazione dei seggiolini riguarda l'ordine ben preciso con cui questi sono stati posizionati: infatti sono stati utilizzati seggiolini di varie tonalità cromatiche quali il bianco che predomina nel primo anello, il giallo per comporre le tre stelle sulle curve, il nero che predomina nel secondo anello ma che va a decorare pure il primo anello ed infine il rosso ed il verde per andare a comporre il tricolore della bandiera italiana sulle curve e nella tribuna est del secondo anello.



Figura 70 - Immagine poltrone poste nella tribuna ovest. (fonte: <http://www.linosonego.it/>).



Figura 71 - Differenti tonalità cromatiche dei seggiolini nello stadio. (fonte: www.Juventus.com)

I primi seggiolini ad essere stati modellati sono state le poltrone nere presenti nel secondo anello della tribuna ovest. È stata dunque creata una nuova famiglia con **template Furniture**, adatto alla creazione di oggetti di arredamento. Di seguito sono state interpretate le quote dei PDF forniti da Juventus e ne sono state ottenute delle viste in pianta sezione e prospetto frontale della poltrona su CAD. Queste viste sono state successivamente importate nel modello famiglia di Autodesk Revit per consentirne la modellazione: con *extrusion* è stato possibile ottenere degli elementi solidi prendendo come riferimento i componenti rappresentati sui CAD, ottenendo l'effettiva conformazione geometrica reale mediante l'impiego dei vuoti (*void*). A tal proposito affinché si possa sottrarre degli elementi a corpi estrusi, risulta necessario barrare nelle proprietà la casella *cut with voids*. Nella modellazione dello schienale però si è riscontrata la difficoltà di far riconoscere il vuoto ad un solo elemento piuttosto che un altro. Nella figura 72 infatti si può notare come l'utilizzo dei *void* per creare la curvatura dello schienale ha provocato il taglio non desiderato dei braccioli modellati precedentemente.

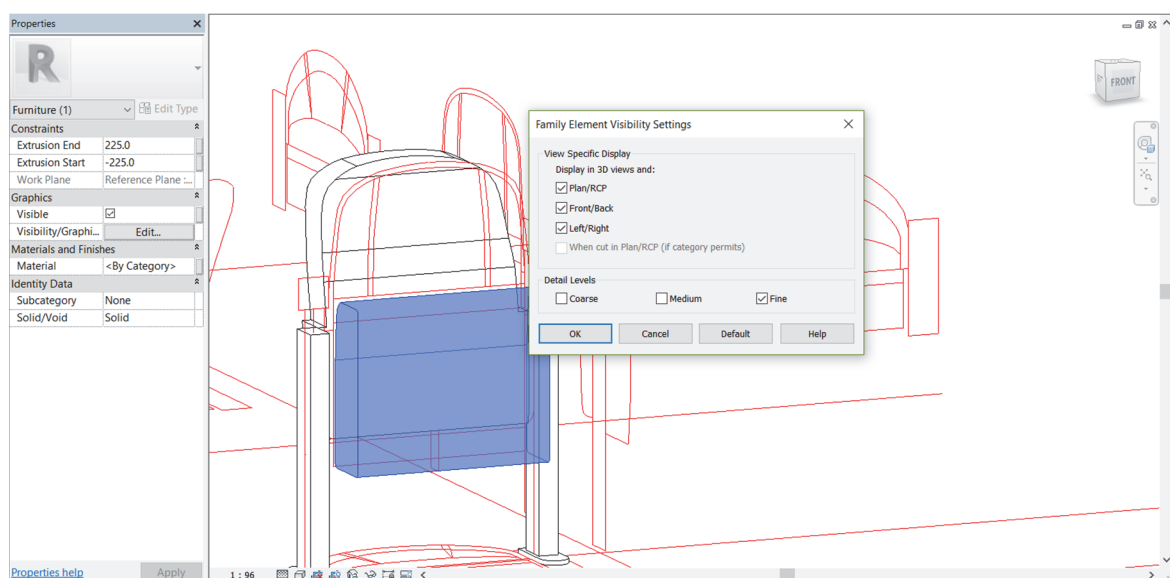


Figura 72 - Problema di sottrazione solidi per un singolo elemento. Il void taglia tutto, non soltanto lo schienale.

La soluzione trovata è stata quella di andare a creare delle **famiglie annidate**, ovvero andare a creare una famiglia soltanto per lo schienale del seggiolino per poi caricarlo nella famiglia principale.

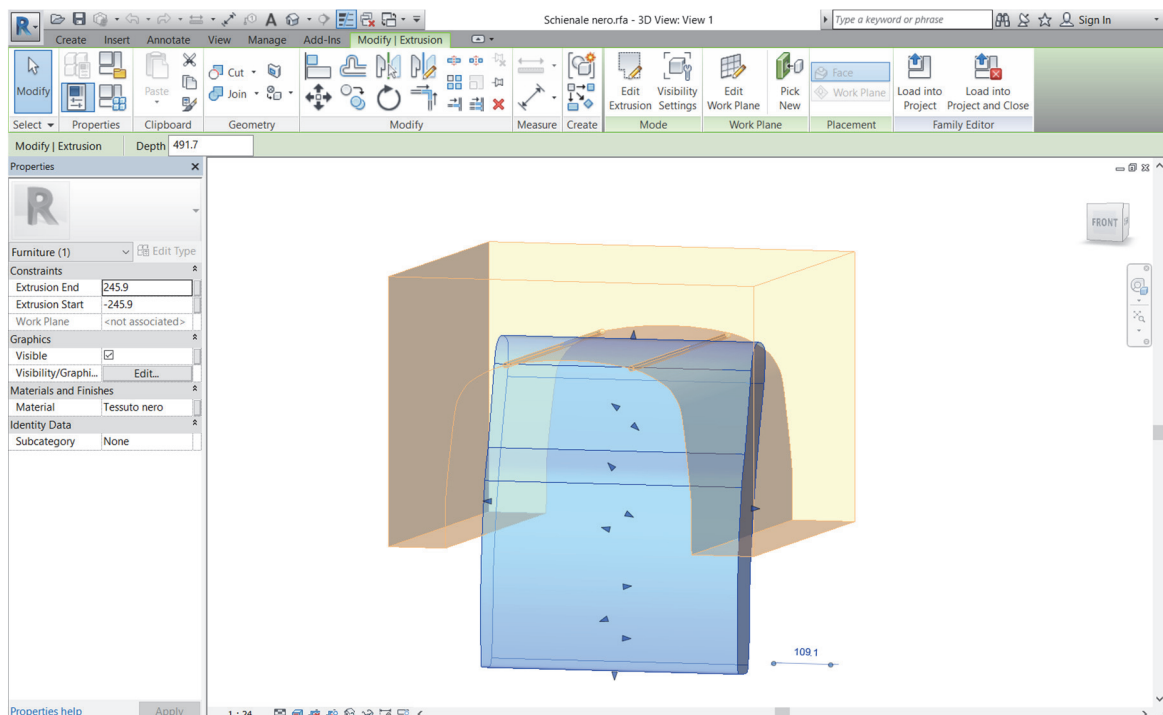


Figura 73 - Modellazione schienale poltrona.

Il passo successivo è stato quello di caricare il materiale con le apposite *texture* nella sezione *Material and Finishes* della finestra proprietà: alla struttura portante della poltrona è stata assegnata la texture dell'acciaio placcato in nero mentre lo schienale e la parte ribaltabile sono state realizzate in tessuto nero.

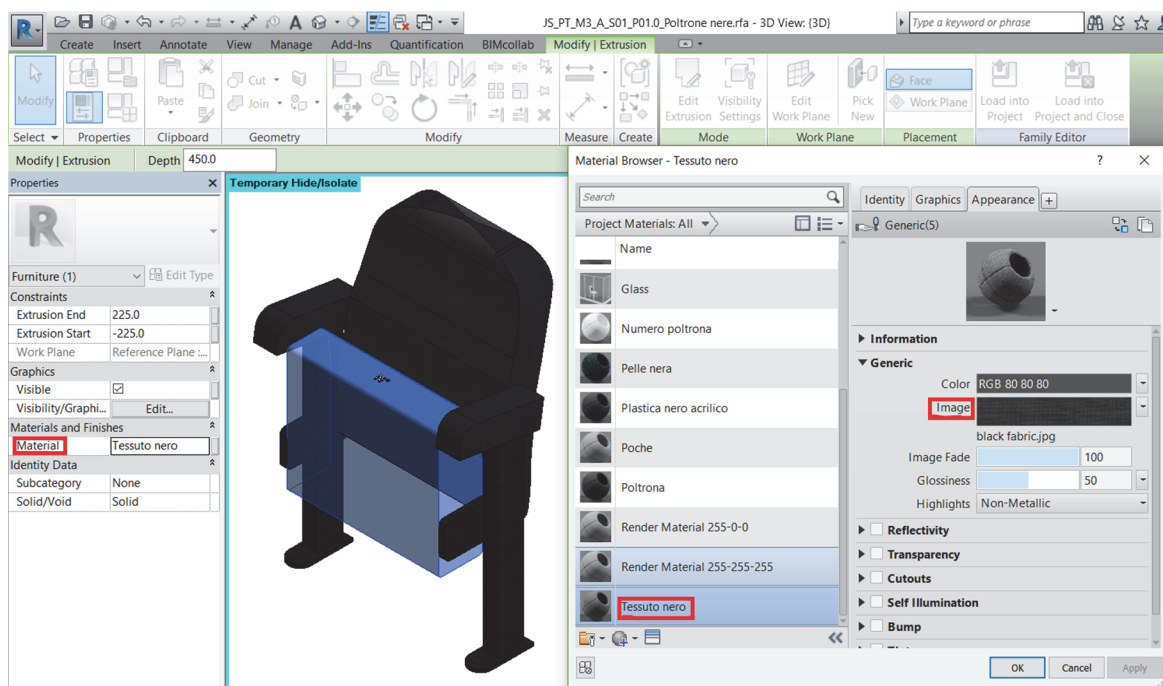


Figura 74 - Assegnazione materiale a poltrona.

È stato applicato inoltre il numero del seggiolino (N°) tramite il comando *Model text* nella sezione *Create*. Dopo aver impostato le dimensioni del testo si è passati a modificare il materiale che lo caratterizza e infine a selezionare il piano su cui apporre il testo selezionando il comando *Pick a plane* di *Edit work plane* nella sezione *Modify/Model text*.

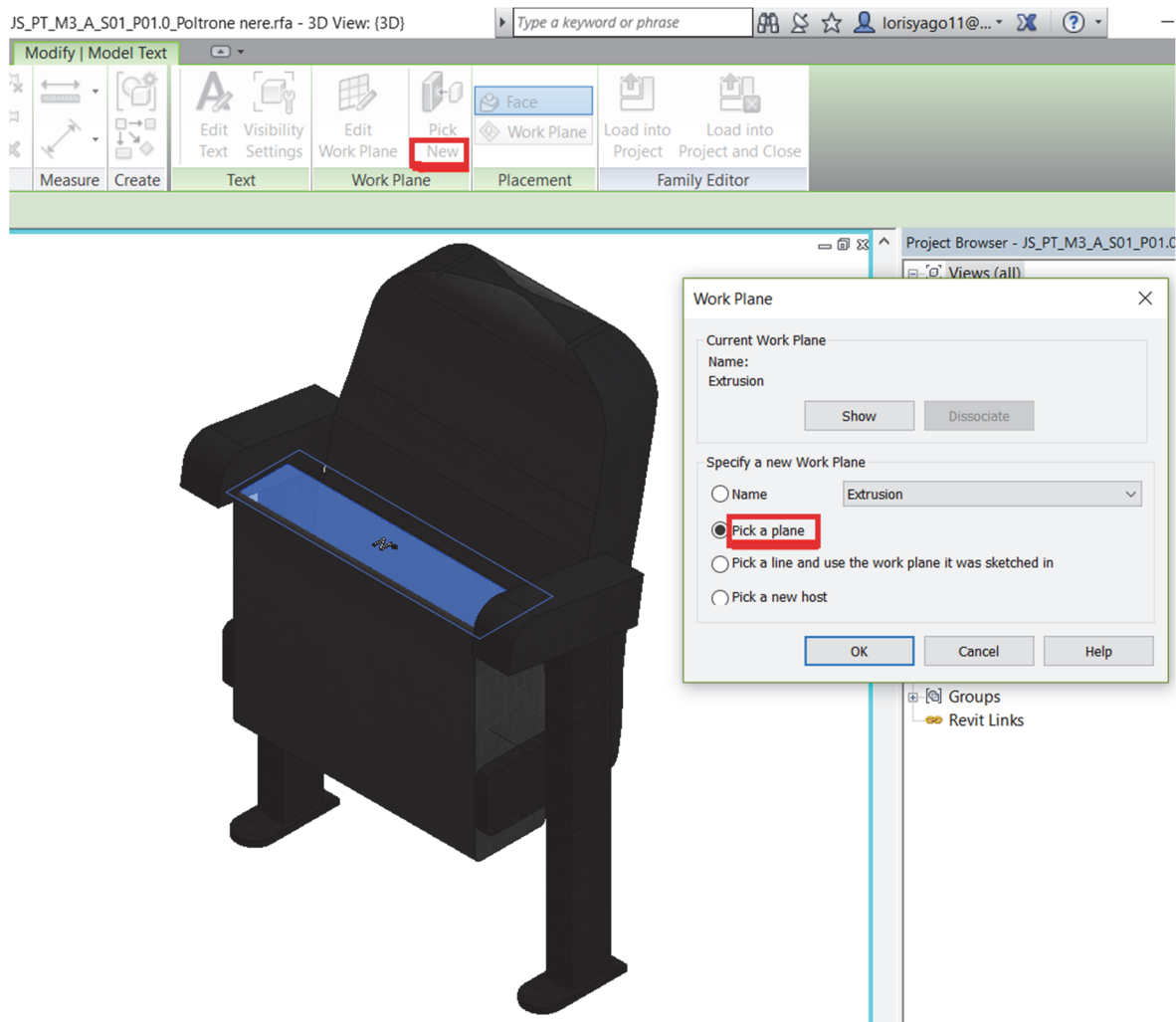


Figura 75 - Inserimento numero applicato ad un piano.

La modellazione delle altre due tipologie di poltrone è stata effettuata allo stesso modo di quella sopra descritta, con la creazione degli schienali separatamente e poi caricati nella famiglia della poltrona. A differenza di quelle nere, alle poltrone bianche è stato assegnato il rivestimento in pelle mentre ai seggiolini alti è stato modellato un minischermo sul retro del poggiatesta.

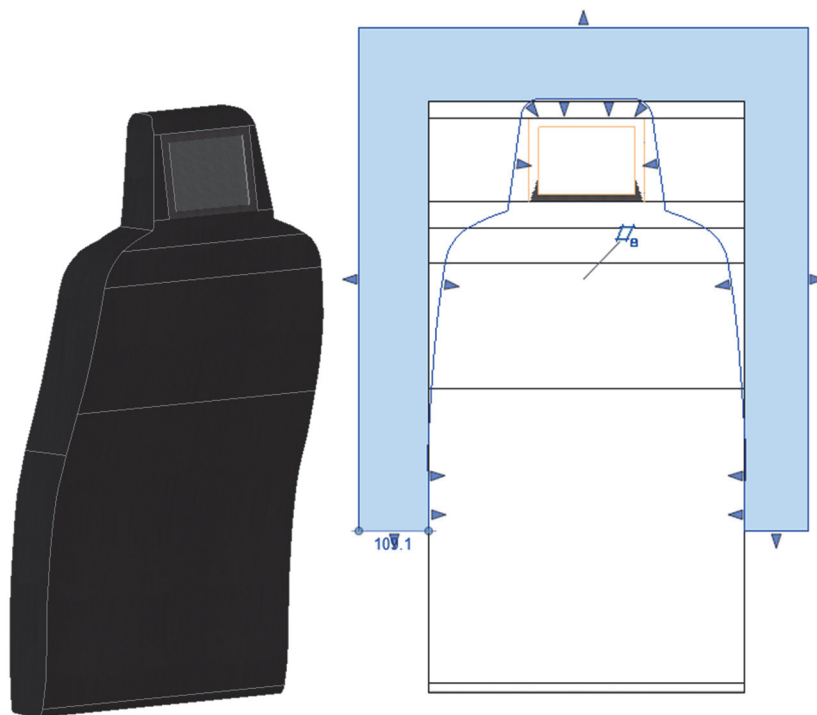


Figura 76 - Modellazione poltrona alta con minischermo sul poggiatesta.

Per il raggiungimento di una restituzione al LOD 200+ secondo le indicazioni della UNI 11337, è stato necessario andare ad assegnare differenti LOG e LOI a tre **livelli di dettaglio grafico**, andando dunque ad attribuire ai seggiolini anche un livello grafico medio e uno basso. Per quanto riguarda il livello di visibilità grafica bassa si è proceduto alla realizzazione in pianta dell'ingombro del sedile con il numero che lo caratterizza, necessario per la rappresentazione 2D, mentre per quanto riguarda il livello di dettaglio medio si va a rappresentare l'ingombro tridimensionale del sedile utile ai fini del FM. Il livello di visualizzazione alto va a rappresentare l'upgrade previsto per il catino finalizzato ad applicazioni di Augmented Reality (AR) e Virtual Reality (VR).

Questo consente di andare a gestire nel modello la famiglia caricata secondo tre diverse tipologie di restituzione grafica come mostrato in figura 77.

Stessa cosa è stata fatta per i seggiolini della tribuna est e delle curve che sono però in plastica e hanno dimensioni totalmente differenti. Per realizzare le famiglie di seggiolini è stata seguita una sola procedura relativa a quella dei seggiolini attaccati a terra tramite piastra di ancoraggio. Per i seggiolini tassellati direttamente all'alzata del gradone è bastato semplicemente andare ad eliminare la piastra e salvare la famiglia con la codifica specifica.

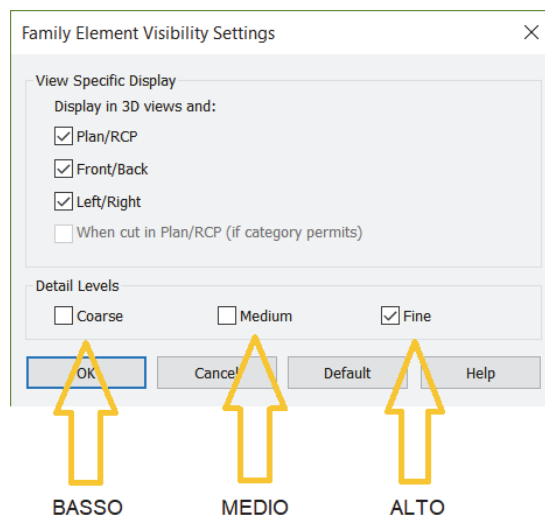


Figura 77 - Assegnazione livello di restituzione grafica alle tre configurazioni del seggiolino.

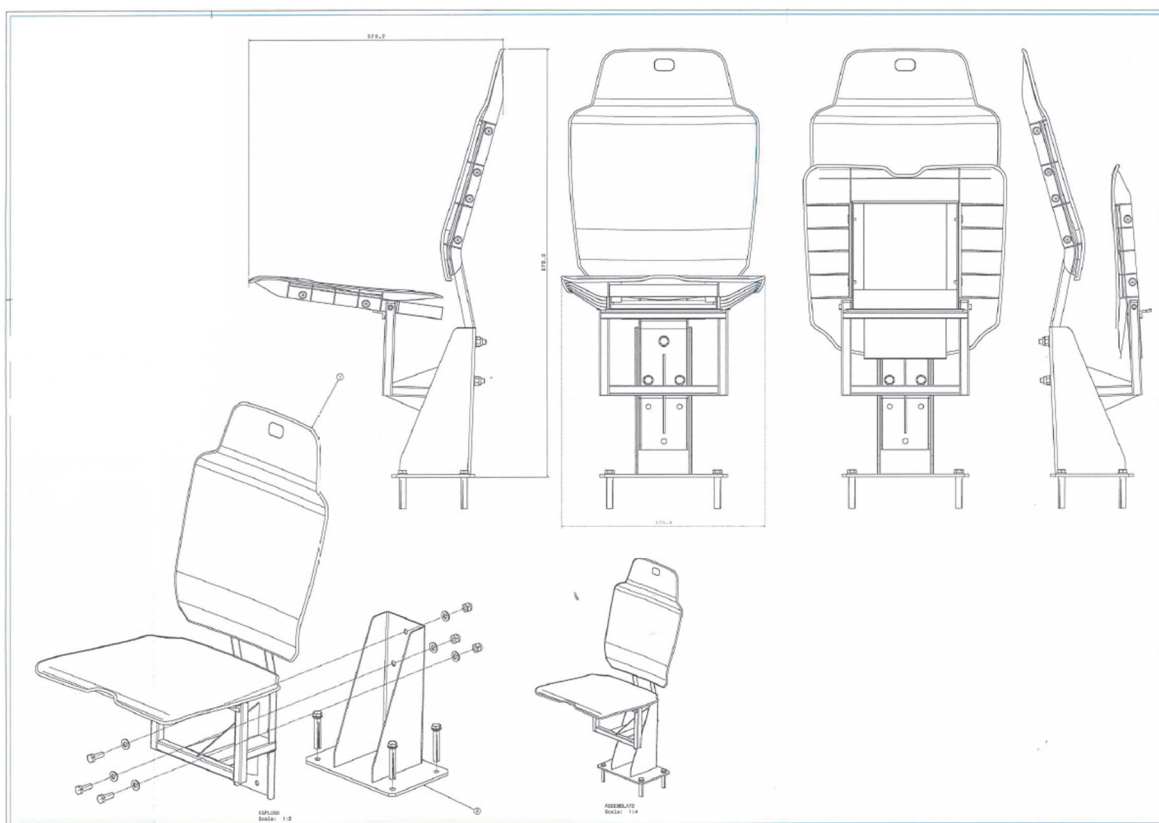
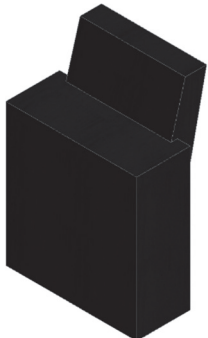
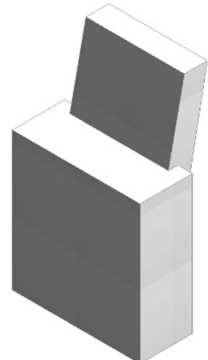
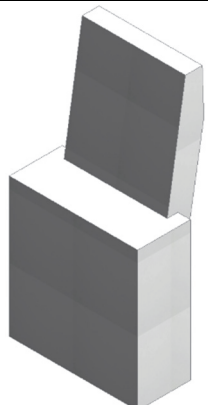
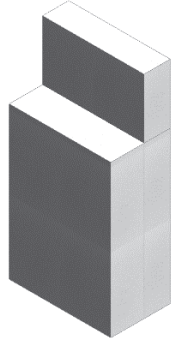
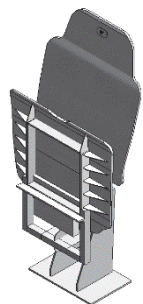
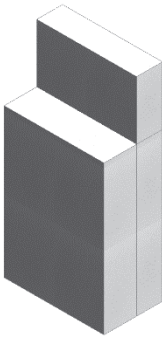
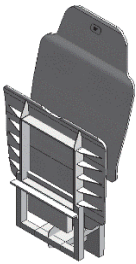
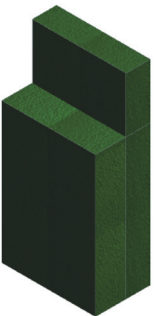


Figura 78 - Scheda tecnica utilizzata come riferimento per la modellazione dei seggiolini. (fonte materiale progettuale Juventus condiviso con il Politecnico di Torino: scheda tecnica seggiolini_JV.pdf).

Famiglie seggiolini JS_PT_M3_A_S01_P01.0			
Tipo	LOG A	LOG C	LOG F
Poltrona nera	N°		
Poltrona bianca			
Poltrona bianca alta			
Seggiolino bianco con piastra	N°		

Seggiolino bianco senza piastra	N°		
Seggiolino nero con piastra			
Seggiolino nero senza piastra			
Seggiolino giallo			
Seggiolino verde			

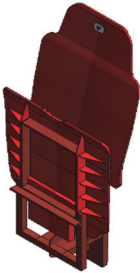
Seggiolino rosso	N°		
------------------	----	--	---

Tabella 7 - Raggruppamento famiglie seggiolini modellate a diversi livelli di restituzione grafica (LOG).

3.4.4. Attività di rilievo

Al fine di ottenere un modello che rappresenti il più possibile all'edificio oggetto di studio è stato necessario effettuare dei rilievi che consentano di aggiornare e correggere le varie imprecisioni ereditate dai CAD, magari perché non sono stati aggiornati.

L'attività di rilievo è stata condotta per il secondo livello dello stadio e nello specifico nell'area dedicata alle interviste e ai giornalisti, nei locali del JTV (l'emittente televisiva di proprietà della società) e nei locali dedicati alle famiglie della squadra, con l'obiettivo di andare a validare tale livello. Questa metodologia risulta applicabile allo stesso modo per il livello 3.

L'attività di rilievo inizia già in ufficio con la preparazione della strumentazione idonea, come fogli di calcolo Excel e tavole cartacee dei locali interessati. Il primo passo è stato dunque quello di andare a creare dei fogli in formato A4 rappresentanti i locali in scala idonea per andare a raccogliere le **misure** effettuate in sito. La realizzazione dei fogli è stata fatta direttamente da Autodesk Revit. Viene duplicata la vista del livello 3 un determinato numero di volte pari a quello delle tavole da produrre; viene duplicato dunque *Floor Plans* in *Project Browser* per unire i duplicati in una lista relativa ai rilievi del livello 3. Successivamente si creano i fogli su *Sheet* in *View*, in modo tale da avere il foglio su cui trascinare i duplicati precedentemente creati. Per creare i fogli si è andati nelle famiglie Relief del CDE in modo da caricarle in base alle esigenze dimensionali.

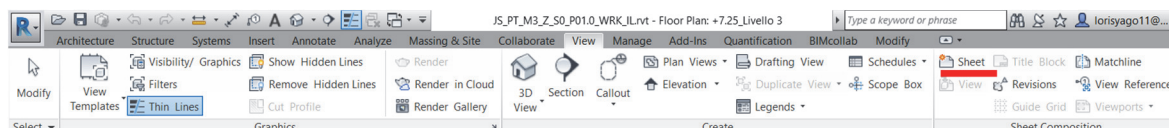


Figura 79 - Creazione fogli per rilievi.

In sito dunque si è proceduto ad effettuare le misurazioni dei locali, degli infissi, quelle relative allo spessore dei muri ove possibile e sono state raccolte informazioni utili da apportare al DB rappresentato dal modello, oltre ad effettuare un rilievo fotografico degli ambienti.

Questa attività è legata a diverse finalità tra cui principalmente quella di indagare sulle finiture per la definizione delle stratigrafie dei muri modellati, quella dell'assegnazione del parametro di affidabilità della parete e la raccolta di dati dei locali da mettere poi a disposizione dei gestori grazie all'utilizzo del modello.

Per quanto riguarda l'assegnazione del parametro affidabilità da associare alle singole pareti create nel modello BIM, è stata prevista una suddivisione in tre livelli distinti a seconda della possibilità di rilievo:

- Livello di affidabilità 1 qualora lo spessore del muro fosse direttamente rilevabile, grazie alla presenza degli infissi;
- Livello di affidabilità 2 qualora il muro non fosse direttamente rilevabile mantenendo lo spessore definito dagli As-is;
- Livello di affidabilità 3 qualora il muro non fosse direttamente rilevabile e lo spessore del muro negli As-is è stato modificato al fine del corretto inserimento nel modello delle misure raccolte durante l'attività di rilievo

Per orientare i rilievi alla corretta interpretazione del costruito sono state fatte alcune considerazioni di base come andare a considerare gli elementi strutturali come base di riferimento per i rilievi in modo tale da non propagare gli errori di misurazione. Inoltre, sono state considerate tolleranze nell'attività di restituzione delle misure raccolte pari a un massimo di ± 5 cm.

I passaggi operativi effettuati sono stati i seguenti:

- Rilievo geometrico di massima del locale e verifica delle relative geometrie con valutazioni delle possibili differenze tra tavole di rilievo e stato di fatto;
- Compilazione dei campi indicati nel file Excel;
- Rilievo fotografico con foto panoramica a 360°, foto di dettaglio delle apparecchiature elettriche e meccaniche e foto rappresentativa del locale da caricare in Archibus.

All'interno del file Excel sono state inserite le informazioni non ricavabili dagli elaborati geometrici o dal modello utilizzato come strumento di verifica. Queste informazioni possono essere riversate in automatico all'interno del modello BIM. Essi sono:

- Nome operatore: nominativo operatori che svolgono l'attività di rilievo;
- Codice locale As-built CAD: codice dei locali derivanti dagli As-is architettonici forniti dalla committenza;
- Data rilievo: data di quando è stato effettuato il rilievo;
- Luogo rilievo e livello di appartenenza: luogo in cui sono stati effettuati i rilievi e livello di appartenenza;
- Locale rilevabile: indicazione relativa alla possibilità di accesso all'interno dei locali. [SI/NO];
- Barriere architettoniche: indicazione della presenza di ostacoli [SI/NO];

- Destinazione d'uso del locale;
- Numero di occupanti: conteggiato sulla base delle postazioni per il personale presenti nel locale, desumibili dall'arredamento del locale stesso;
- Presenza controsoffitto: parametro [SI/NO];
- Altezza locale: indica l'altezza misurata tra pavimento e controsoffitto/soffitto; nei casi di locali con più altezze, sono state riportate le misure dei diversi controsoffitti;
- Pavimento galleggiante: parametro [SI/NO];
- Finitura interna: parametro suddiviso per pavimento, pareti e soffitto/controsoffitto;
- Arredo: indicazioni sull'arredo fisso caratterizzante gli ambienti;
- Dispositivo antintrusione: presenza di serratura elettrica per l'accesso ai locali;
- Orologio/timer digitale.

Inoltre, data l'assenza di planimetrie complete dell'impianto antincendio, oltre ad individuare nelle planimetrie il posizionamento di ciascun dispositivo, sono stati inseriti i seguenti elementi all'interno del database di rilievo:

- Rilevatori di fumo: parametro relativo alla presenza [SI/NO], indicazione della tipologia e numero di dispositivi;
- Luce attivazione impianto: parametro relativo alla presenza [SI/NO], indicazione della tipologia e numero di dispositivi;
- Estintore: parametro relativo alla presenza [SI/NO], indicazione della tipologia, codice associato e numero di dispositivi;
- Idrante a muro: parametro relativo alla presenza [SI/NO], indicazione della tipologia, codice associato e numero di dispositivi.

Al fine di ottimizzare i tempi e la qualità del rilievo e dunque per poter utilizzare il **DB** creato per svolgere tale attività si è fatto uso di tablet, strumenti utili per ricorrere alle informazioni digitali in qualsiasi luogo, con installata applicazione Autodesk A360. Questa app offre un'area di lavoro in **cloud** per condividere contenuti di progetto tra diverse figure professionali. Essa può essere utilizzata per **creare** un progetto, aggiungere utenti al progetto, **gestire e condividere** tutti i contenuti e le informazioni sul progetto, visualizzare progetti 2D e 3D utilizzando il visualizzatore A360 su qualsiasi dispositivo e rivedere o commentare i progetti singolarmente o come gruppo. (16)

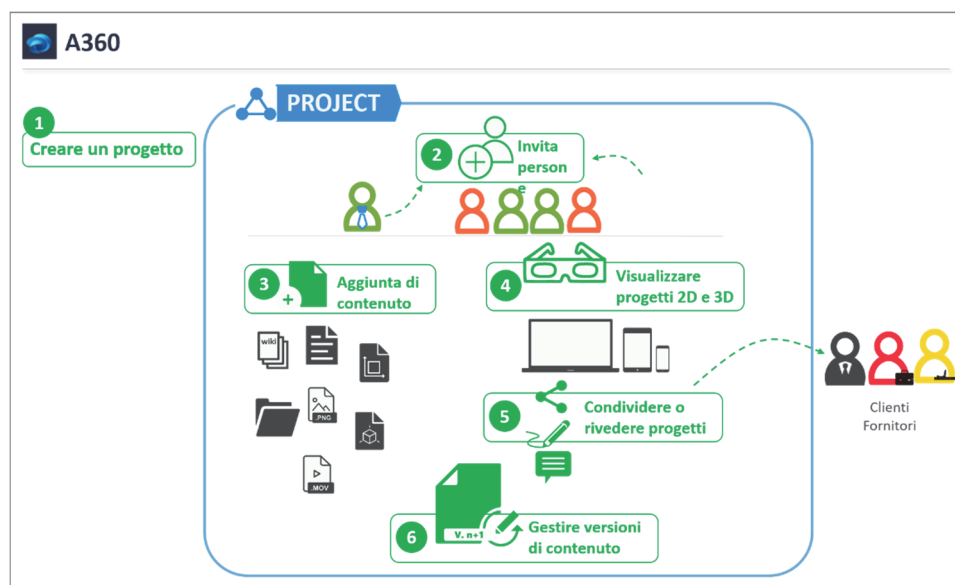


Figura 80 - Ambiente di condivisione dati e funzionalità di Autodesk A360. (fonte: <http://help.autodesk.com/view/ADSK360/ITA/?guid=GUID-20B332B9-B8B7-4C22-81C0-C90FB8F781E9>).

Nella cartella condivisa in A360 sono stati caricati dunque il file Excel da compilare, i PDF delle tavole e i modelli dei livelli oltre al modello centrale.

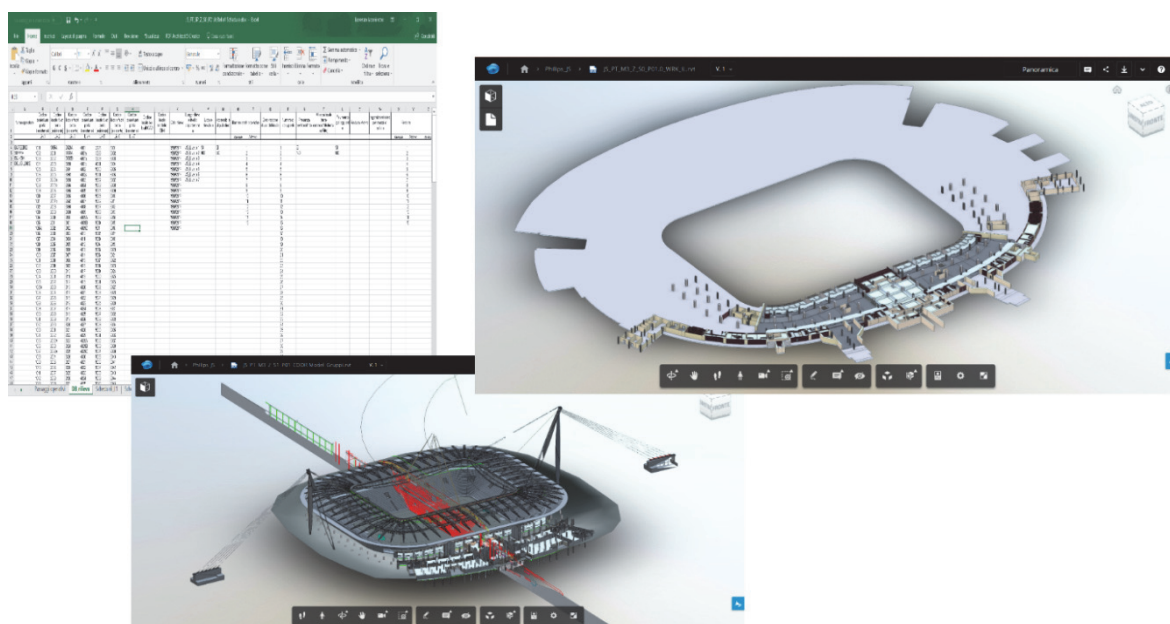


Figura 81 - Tabella Excel, modelli locali e modello centrale presenti in A360.



Figura 82 - Interrogazione degli elementi del modello con A360.

4. Visual Programming Process

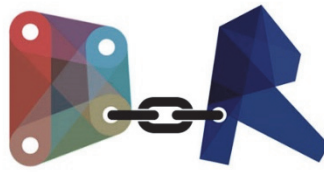


Figura 83 - DYNAMO for AUTODESK REVIT consente attraverso un ambiente logico di un editor di algoritmi grafici di assistere la modellazione informativa in Autodesk Revit. (fonte: dynamoprimer.com).

Negli ultimi tempi si sta diffondendo sempre più l'utilizzo della programmazione visuale per l'implementazione digitale in ambito BIM. Il **Visual Programming Process** diventa dunque uno strumento straordinario per architetti, ingegneri e altre figure professionali del mondo delle costruzioni. Esso si basa su un Visual Programming Language (linguaggio di programmazione visuale VPL), ovvero un linguaggio che consente la manipolazione grafica degli elementi definiti come "**nodi**" anziché come sintassi scritta. La maggior parte dei VPL sono strutturati secondo schemi "boxes and arrows", ovvero box collegati tra loro tramite delle frecce, consentendo agli operatori che ricorrono al loro utilizzo una facilità di apprendimento e di strutturazione con conseguente semplificazione dell'attività di debugging. (17)

Un'applicazione per il visual programming in fase di sviluppo ma che sta già riscontrando un notevole successo tra gli operatori nel campo dell'edilizia è l'applicazione **DYNAMO**. Essa è un'applicazione open source estremamente flessibile che permette di realizzare degli algoritmi semplici e personalizzabili per elaborare dati o creare geometrie mediante un'interfaccia grafica a nodi. Quest'applicazione venne inventata da Ian Keough durante la sua attività lavorativa per la società di ingegneria britannica Buro Happold, con l'intenzione di unire il BIM con la programmazione visuale e la progettazione computazionale. L'applicazione è poi stata acquistata da Autodesk che ha mantenuto Dynamo una risorsa open source, ovvero gratuita, libera e in costante aggiornamento grazie al forum messo a disposizione per gli utenti. (18)

Dynamo può essere utilizzato in totale autonomia oppure può interfacciarsi con programmi di Autodesk come Autodesk Revit, in cui facilita notevolmente la modellazione parametrica. Tutto viene svolto tramite lo sviluppo di semplici algoritmi che presentano al loro interno una sequenza di azioni relazionate tra loro ai fini dell'ottenimento di **sequenze logiche** per il raggiungimento di risultati prefissati. Con tale applicazione si riesce quindi ad ottenere

degli script che possono essere ripetuti in altre circostanze simili e riconducibili a quelle per cui vengono realizzati, magari modificando alcuni nodi per renderlo adattabile al proprio caso. (19)

Come viene affermato nel documento reso a disposizione gratuitamente dai gestori della pagina web, si può definire DYNAMO come:

"DYNAMO is, quite literally, what you make it."(18)

Spesso la creazione di uno script può essere molto complessa, pertanto è necessario oltre che vantaggioso per i team di progetto effettuare una strutturazione ben organizzata dei grafici. È importante dunque effettuare una raccolta di nodi intuitiva tramite raggruppamenti (distinguibili grazie a colorazioni differenti) che eseguono funzioni specifiche all'interno del grafico. Organizzare questi gruppi in un formato di **timeline** aiuta ad illustrare il flusso da un gruppo all'altro, con i gruppi risultanti che si allineano alla fine. (20)

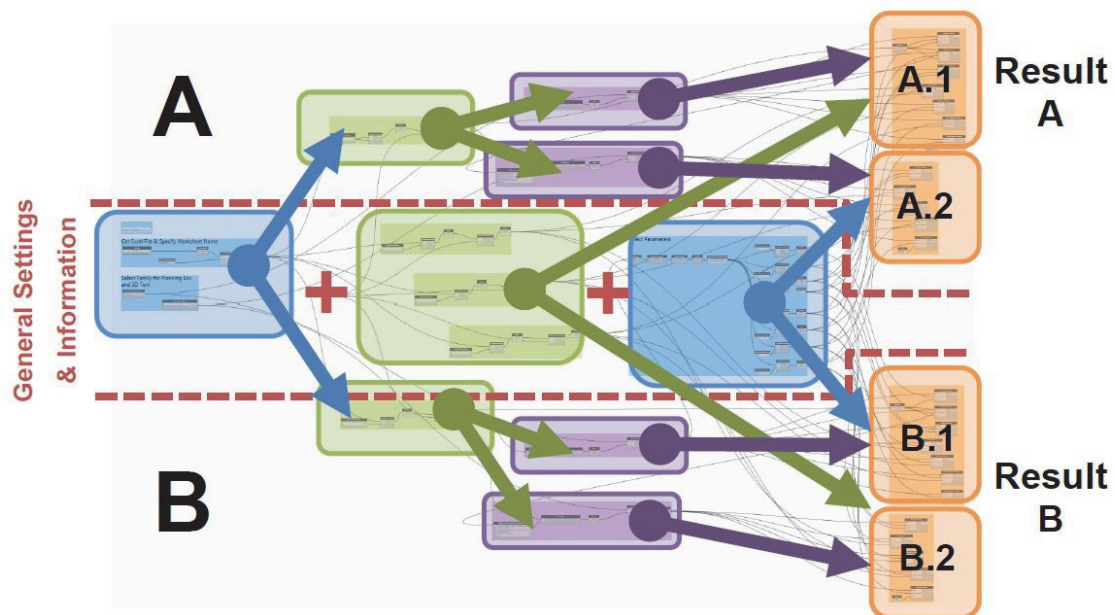


Figura 84 - Schema esempio di organizzazione di un generico script DYNAMO. (fonte: <https://medium.com/autodesk-university/improve-your-team-efficiency-20-practical-uses-of-DYNAMO-for-AUTODESK-REVIT-f5f4a6313ab8>).

4.1. Modellazione catino

4.1.1. Catino generico

Il primo passo per sviluppare un elemento strutturale che corrisponda il più possibile alla reale conformazione del catino dello stadio è stato l'individuazione di un'attività semplice, capace di realizzarlo in pochi semplici step. In tal senso si è deciso di utilizzare il visual programming process per andare ad assistere la realizzazione di un elemento piuttosto complesso. Varie sono le strade percorse per raggiungere tale risultato, condotte a partire da una ricerca finalizzata all'individuazione di uno **script** che potesse avvicinarsi il più possibile alla restituzione di un elemento sul programma di modellazione parametrica Autodesk Revit tramite Dynamo.

Nel sito web Parametric Monkey (21) viene affrontato un processo utile al raggiungimento di un obiettivo simile a quello del presente documento, preso come spunto per ottenere un primo risultato su un generico catino. Alcuni nodi sono stati organizzati in modo da restituire dei risultati specifici, individuabili in questo caso dal pacchetto BVN scaricabile nella sezione *Packages* delle impostazioni di DYNAMO come mostrato in figura. Questi nodi non sono altro che nodi annidati che sono stati studiati in modo tale da avere degli input che acquisiscono dati per poi essere processati e restituiti come output a cui collegare i nodi di restituzione delle informazioni.

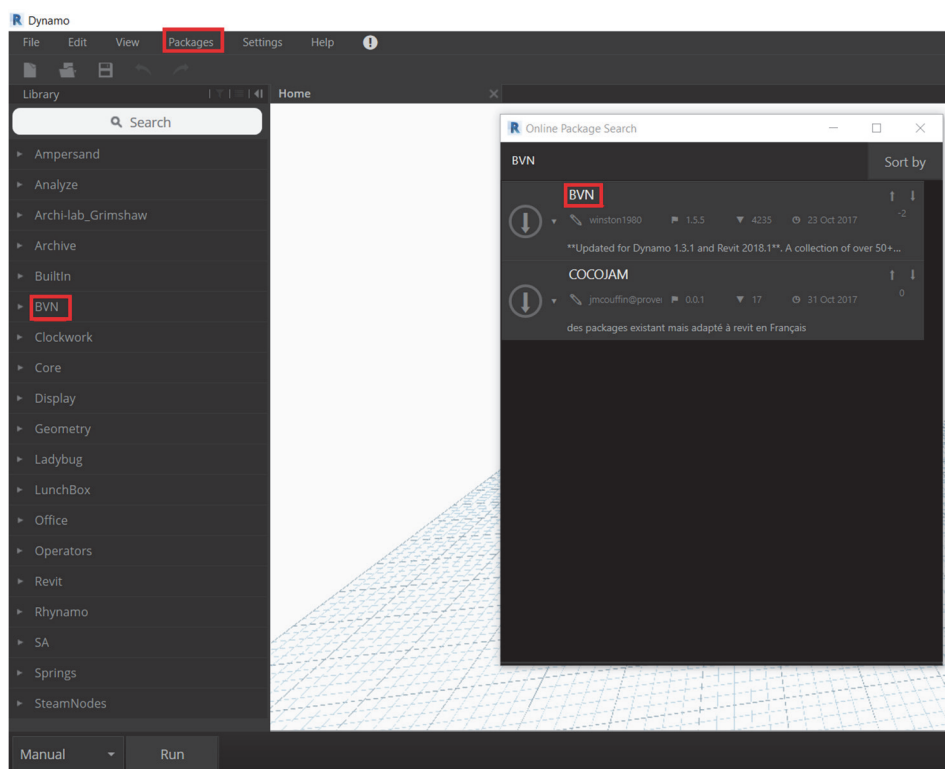


Figura 85 - Pacchetto nodi BVN scaricabili dalla sezione Packages.

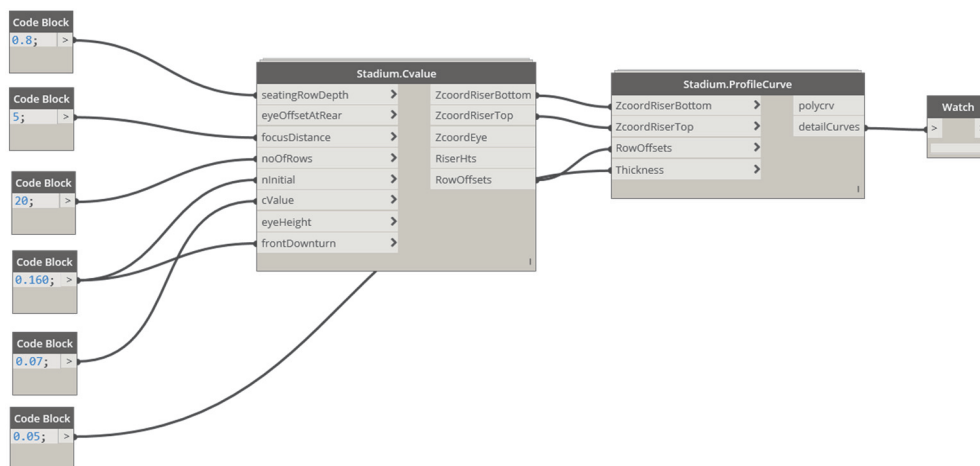


Figura 86 - Nodi annidati per l'analisi dei parametri di progetto delle gradonate.

Il primo passo è stato quello di tracciare un percorso di riferimento nell'area di progetto Autodesk Revit, da seguire per arrivare ad estrarre un determinato profilo rappresentante la gradonata. Questo percorso coincide con l'offset di una determinata distanza dalla linea che delimita il rettangolo di gioco e ne rappresenta l'insieme di punti di messa a fuoco, importanti ai fini di un ottimale visibilità dei tifosi.

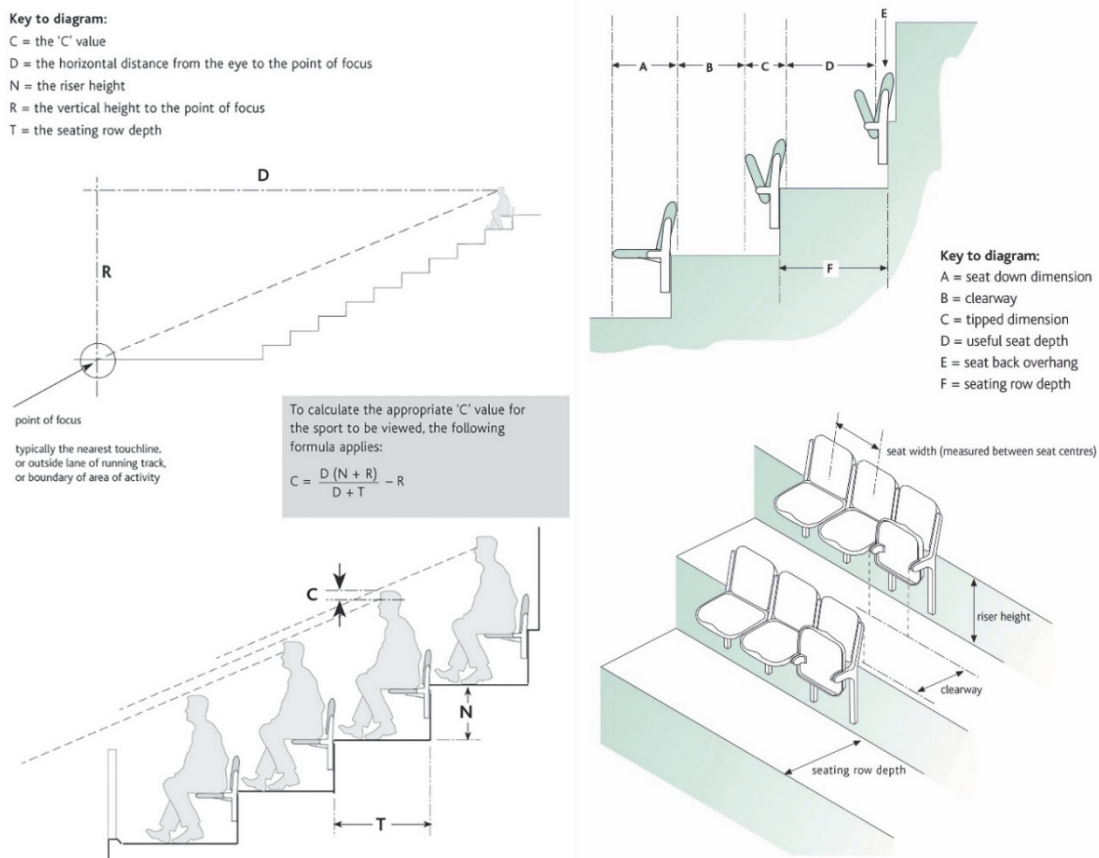


Figura 87 - Parametri utili alla progettazione delle gradonate (www.parametricmonkey.com).

Successivamente è stato realizzato uno script utile a tracciare il catino all'interno dell'ambiente di progetto di Autodesk Revit. Tale script consente di realizzare un profilo ed estrarlo su percorso. Dal nodo annidato del pacchetto BVN denominato *Stadium.Cvalue* si agganciano dei nodi *Code Block* in cui sono stati inseriti i valori necessari alla progettazione della gradonata, come si evince dalle indicazioni progettuali della figura 87. Da questi si ottengono le coordinate e l'offset di riga necessari al successivo nodo annidato denominato *Stadium.ProfileCurve* che consente di tracciare il profilo finale da estrarre sul piano XZ.

Con il nodo *Geometry.Translate* si ottiene un secondo profilo che aiuta lo script a capire in che direzione sviluppare l'estrusione. Questo avviene grazie al nodo *Solid.bySweep* che associa il profilo creato al percorso importato tramite selezione delle linee di riferimento con *Select Model Elements* a cui sono stati collegati prima un nodo *Element.Geometry*, che ne riconosce le geometrie degli elementi importati, poi un *Flatten* che associa questi ad un'unica lista, ed infine *PolyCurve.byjoinedCurves* che trasforma gli elementi della lista in un unico percorso. Infine, con *DirectShape.ByGeometry* si è andati a realizzare il solido desiderato in Autodesk Revit assegnandone una categoria e il nome dell'elemento. Bisogna fare attenzione quando si vanno a strutturare degli script all'allacciamento (lacing) che consente diverse tipologie di collegamento tra punti e pertanto danno risultati differenti a seconda se si ha un collegamento shortest, ("|") longest ("||\") o cross product ("xxx"), indicato in basso a destra all'interno dei nodi.

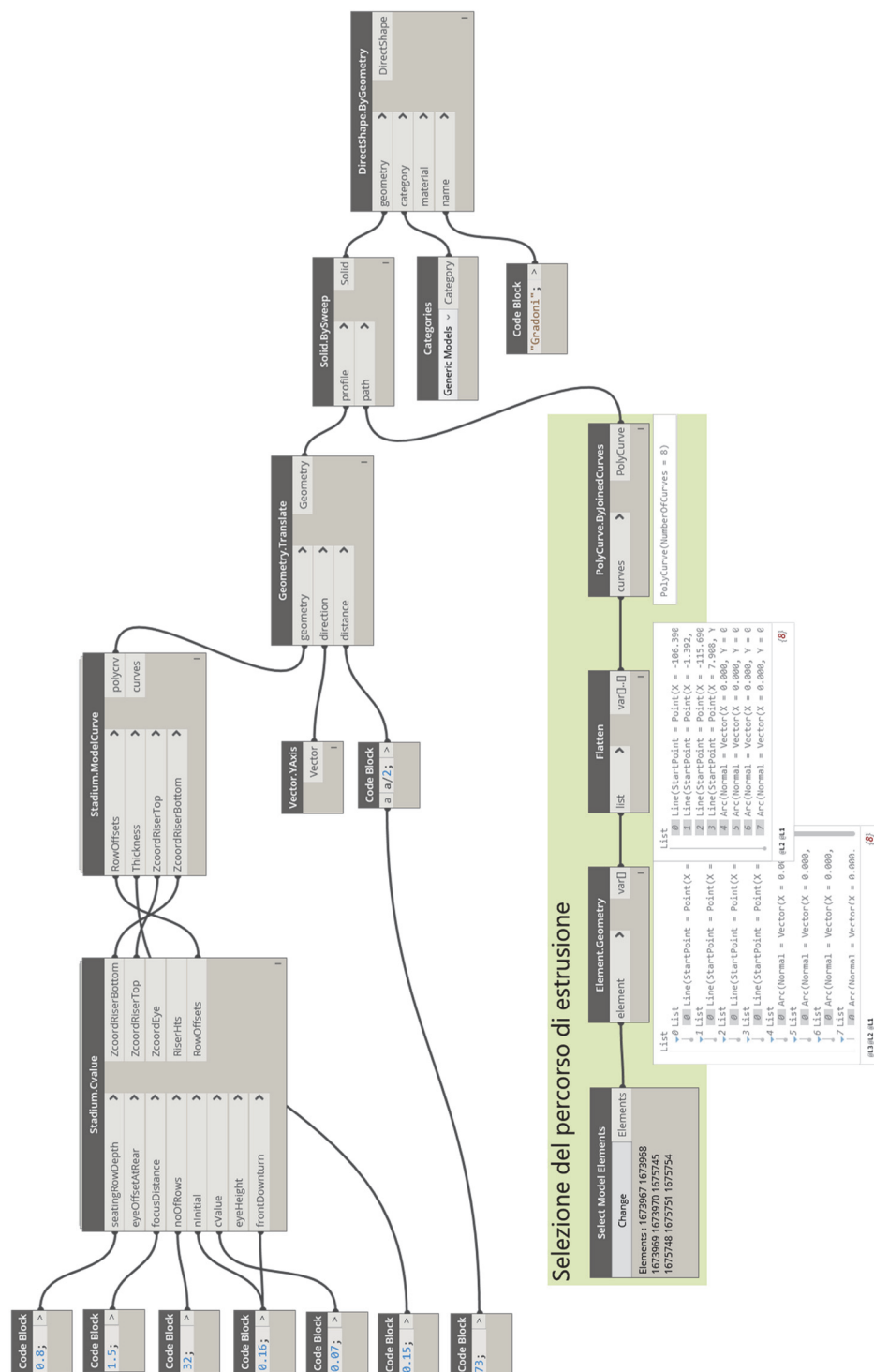


Figura 88 - Script con nodi da pacchetto BVN per la realizzazione del catino.

Questo procedimento risulta essere molto veloce ai fini dell'ottenimento dell'oggetto visibile direttamente nell'ambiente di progetto, ma presenta la problematica di produrre un **elemento che non consente di essere modificato** direttamente all'interno dell'ambiente di modellazione in Autodesk Revit.

Un altro percorso intrapreso ha riguardato la modifica della massa creata con Dynamo su Autodesk Revit, dove nello script sono state generate le linee di modello per la curva relativa al profilo, mentre la massa è stata ottenuta grazie al nodo *ModelCurve.ByCurve*, poi sostituita su Autodesk Revit e impostata come pavimento.

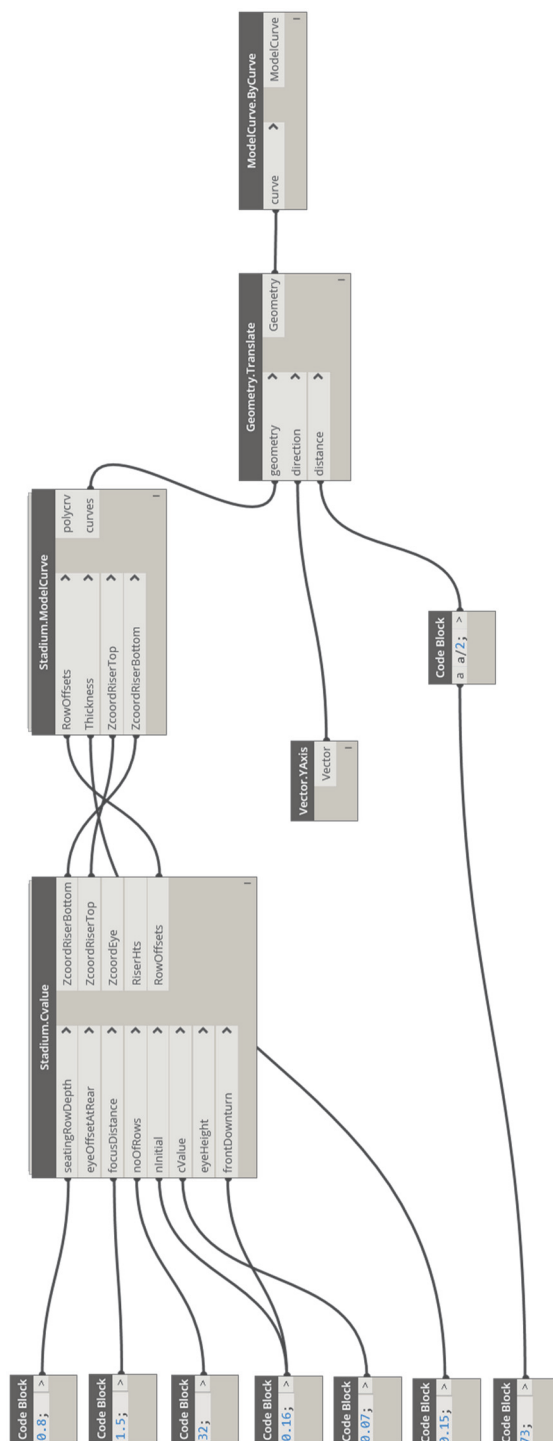


Figura 89 - Script per la realizzazione di un elemento tridimensionale con *ModelCurve.ByCurve*.

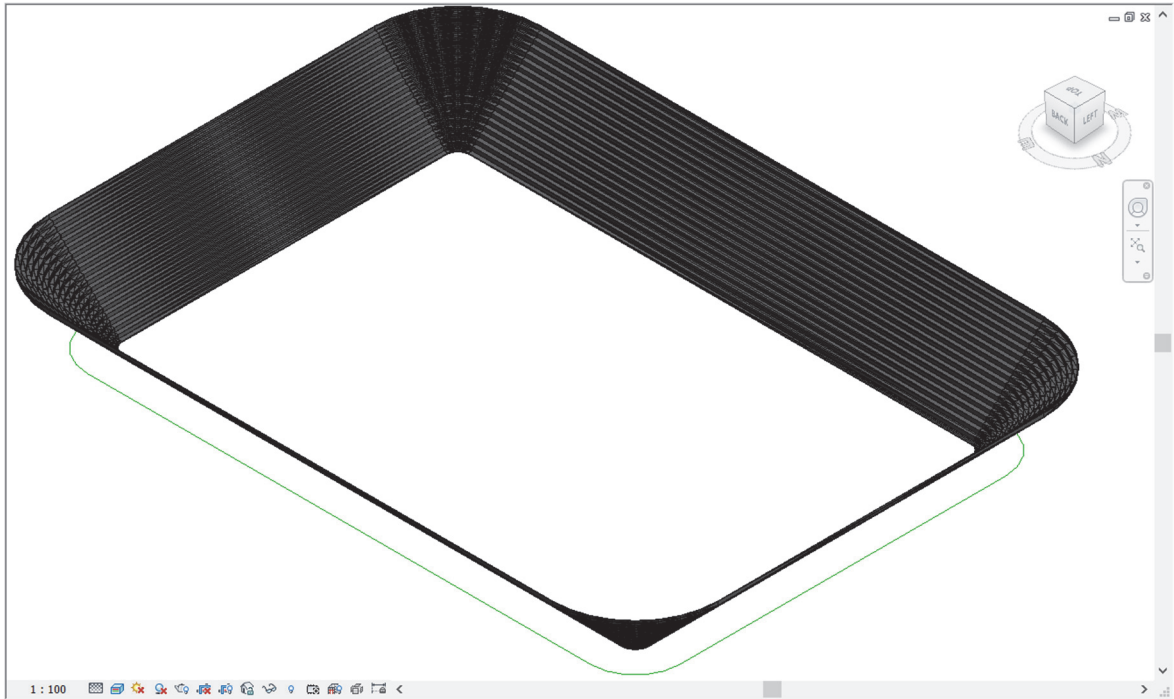


Figura 90 - Catino generico realizzato su AUTODESK REVIT grazie agli script di DYNAMO.

Questo secondo script ha permesso di realizzare l'elemento pulito, senza tassellature e triangolazioni, inoltre consente successive modifiche manuali al di fuori di Dynamo.

Questi sviluppi sono utili al fine di realizzare un catino in fase di progettazione, con l'introduzione di nuovi parametri derivanti da uno studio relativo alla visibilità dai seggiolini del terreno di gioco, ma **non si adatta al caso studio** poiché ha costretto la realizzazione di gradoni simili tra loro che dipendono da regole dettate da guide o manuali per la progettazione. Nell'Allianz Stadium i gradoni sono stati realizzati in modo differente tra loro a livello di alzata e pedata, con lo scopo di perfezionare la visibilità del terreno di gioco dalle tribune, pertanto si è ritenuto necessario ripensare gli script in modo da adattarli al profilo in questione.

4.1.2. Catino Allianz Stadium

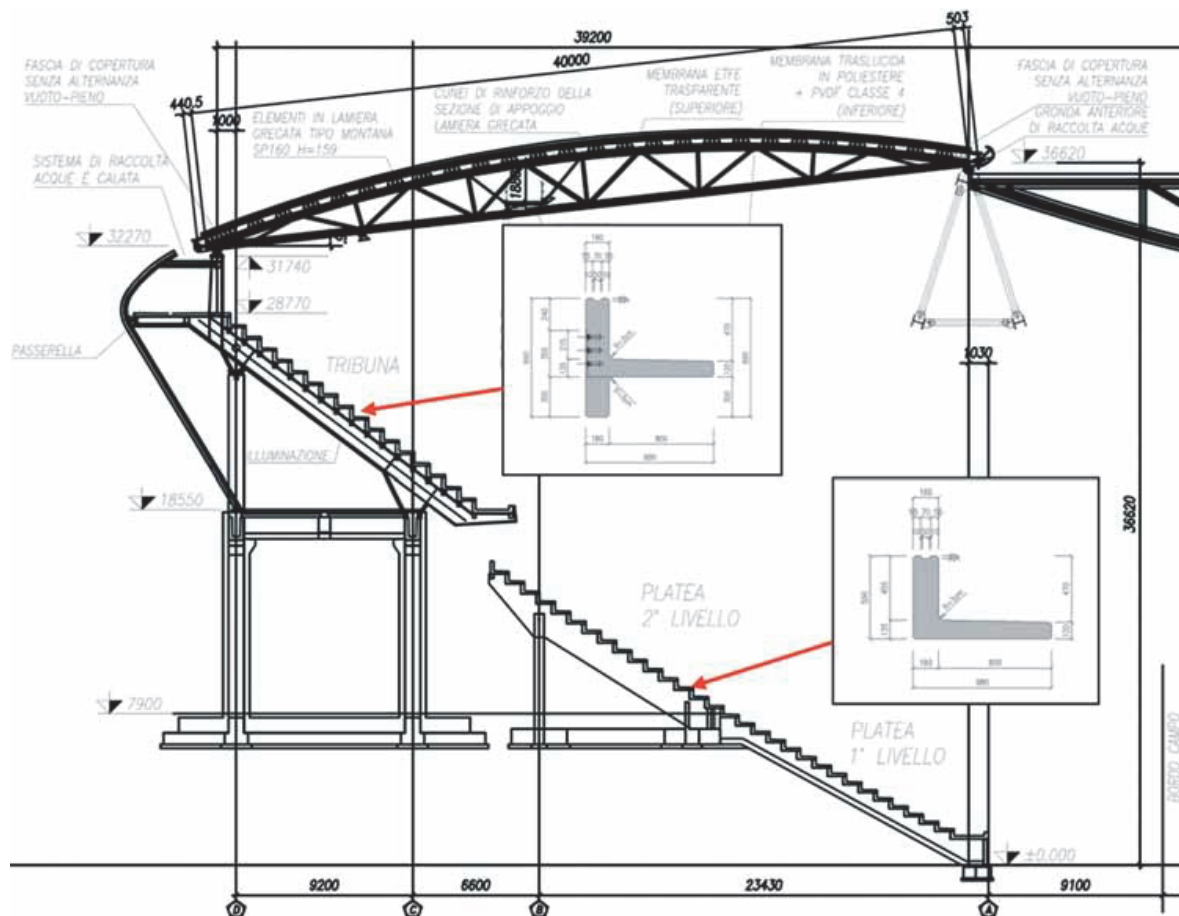


Figura 91 - Sezione del catino con indicazione degli elementi che costituiscono la gradonata del primo e del secondo anello. (fonte: <http://www.majowiecki.com/studio/wp-content/uploads/2011/10/2011-La-copertura-sospesa-del-nuovo-stadio-della-Juventus-a-Torino1.pdf>).

Dopo aver affrontato le modalità di progettazione di un catino generico si è passati alla generazione del catino attinente al caso studio. Di seguito si andranno ad analizzare i test fatti fino all'ottenimento di un catino strutturale.

- **Test 1**

Si è partiti dalla realizzazione del profilo della sezione come famiglia di modello generico, realizzata importando su essa un file cad. Inizialmente si è pensato di creare un'unica famiglia per la sezione di entrambi gli anelli del catino ma si è riscontrato il problema di selezione nello script di Dynamo, in quanto andava ad estrarre solamente l'anello inferiore. Dunque, si è deciso di separare in due le famiglie inerenti le due sezioni per poi caricarle successivamente nel file di progetto "rvt" (Autodesk Revit). A questo punto è stato creato uno script che andasse a riconoscere la sezione ed il percorso da estrarre: il percorso selezionabile come fatto per il catino generico, tramite il comando *Select Model Elements*,

poi gestito con i nodi *Element Geometry* e *Flatten* che hanno consentito di trasformare una lista di elementi in una curva con il successivo impiego del nodo *Polycurve.ByJoinedCurves*.

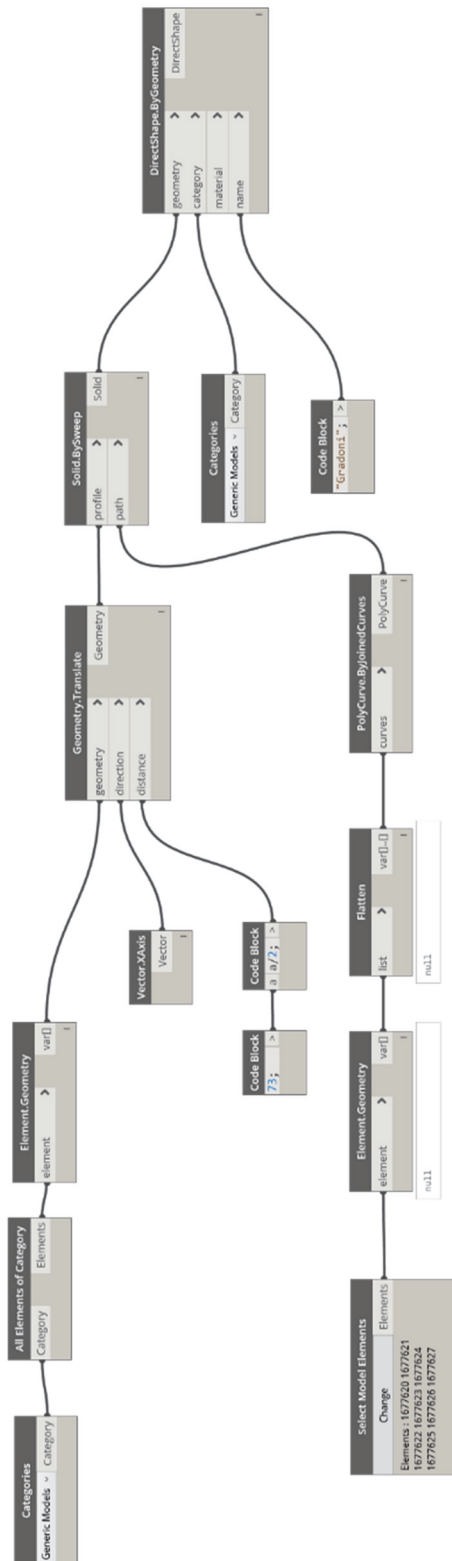


Figura 92 - Script di estrusione della sezione dei due anelli di gradonate dell'Allianz Stadium.

Per importare la sezione dei due anelli in DYNAMO si è fatto uso del comando *Categories selection* che consente di ottenere il modello generico caricato nel progetto (in questo caso le due sezioni), da cui sono stati estrapolati successivamente tutti gli elementi dalle categorie con il comando *All elements of category*, immessi in una lista. La lista degli elementi doveva necessariamente essere separata con la creazione di sotto liste in modo tale da evitare di considerare degli elementi nulli, non utili ai fini dell'estrusione.

Gli elementi utili, ovvero le due sezioni, sono state riconosciute come curve da immettere nella geometria di estrusione. Con il nodo *Geometry.Translate* è stato creato un secondo profilo ad una determinata distanza, seguendo il percorso indicato da *Vector.XAxis* per l'ottenimento della direzione di estrusione. Nel nodo *Solid.BySweep* sono stati collegati dunque il percorso di estrusione e la sezione dei due anelli per ottenere il solido richiesto che, grazie all'impiego del nodo *DirectShape.ByGeometry*, viene gestito come massa generica in Autodesk Revit. Nonostante sia possibile con quest'ultimo nodo assegnare la categoria strutturale invece che massa generica, come mostrato nello script di figura 92, è stato riscontrato il problema nell'area di progetto di Autodesk Revit che l'oggetto viene comunque **letto come modello generico**, non leggibile nell'interoperabilità con altri programmi come per esempio Archibus.

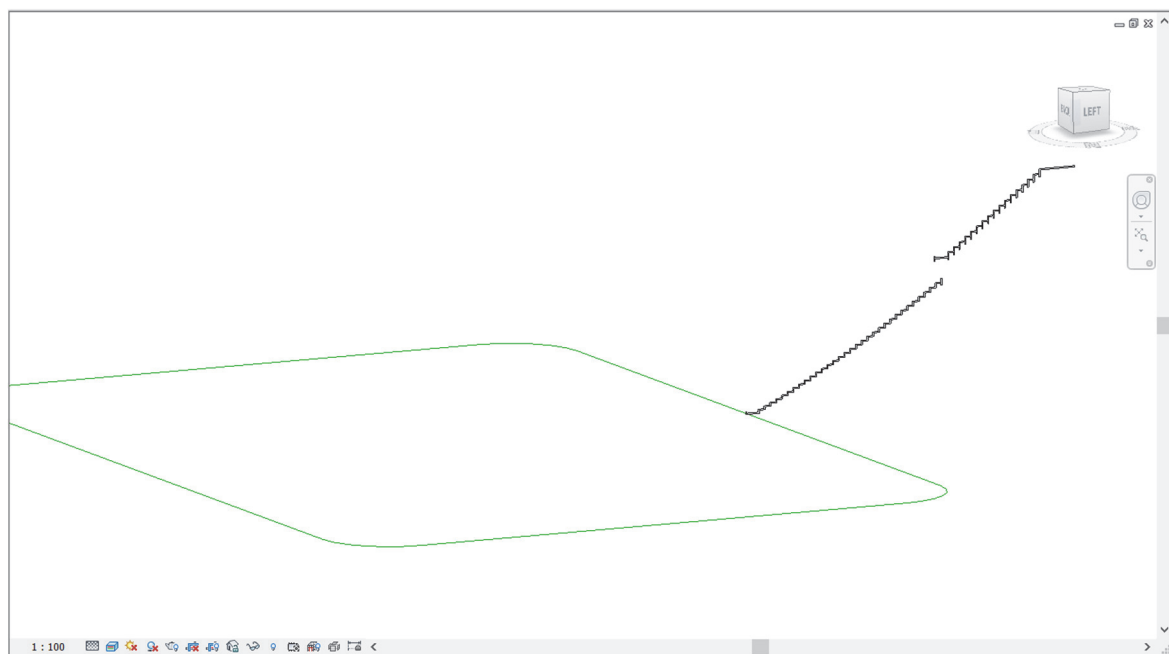


Figura 93 - Sezione delle gradonate e percorso da utilizzare per l'estrusione.

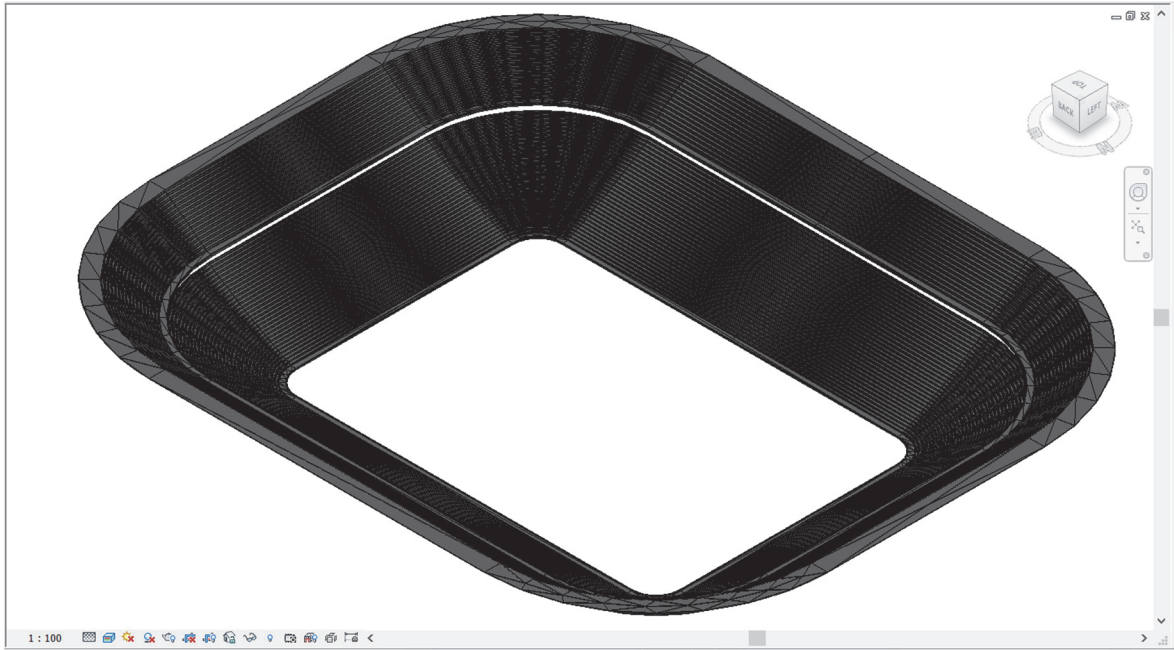


Figura 94 - Catino dell'Allianz Stadium creato come generic model.

- **Test 2**

Lo stesso procedimento è stato ripetuto come famiglia di Autodesk Revit ma essendo direttamente le sezioni realizzate all'interno di essa, per effettuarne la selezione dallo script è stato necessario andare a sostituire il nodo di selezione per categorie (*Categories*) con un nodo di *Select Model Elements*, seguito da un *flatten* e successivamente da un *Element.Geometry* in modo tale da gestire gli elementi "linea" della famiglia all'interno di liste per poi creare una curva unica da estrarre.

Questi procedimenti però causano un problema notevole nella gestione successiva del prodotto creato, infatti il catino continua a non essere modificabile nell'area di progetto Autodesk Revit. La problematica principale è relativa alla **realizzazione dei vomitori** che **non** risultano **ottenibili inserendo dei vuoti** (void) nel modello generico creato.

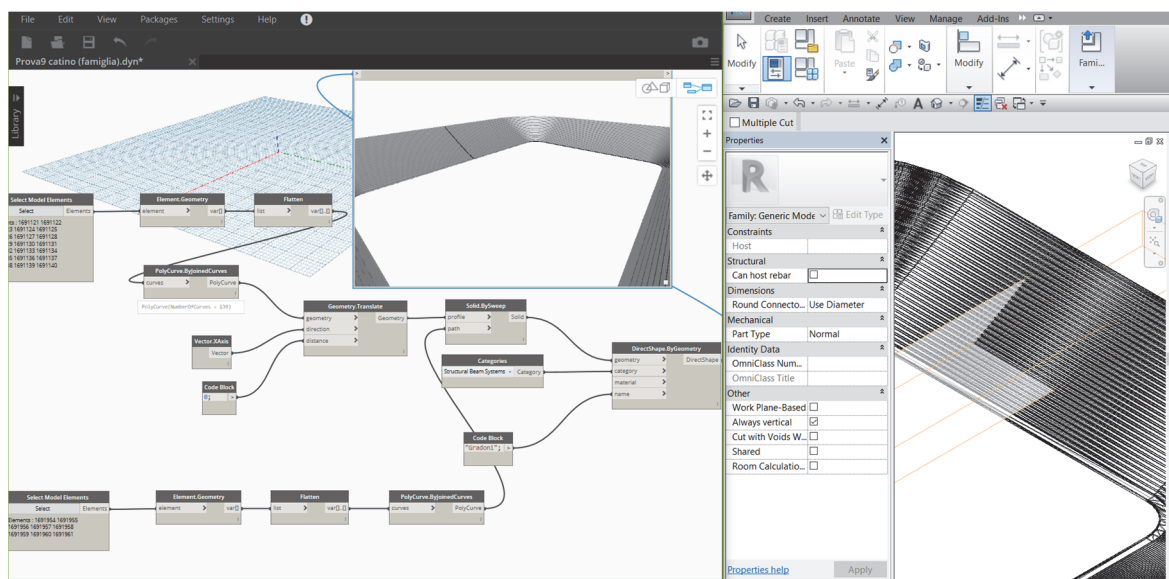


Figura 95 - Problematica relativa all'inserimento vuoti nel modello generico per ottenimento vomitori.

• Test 3

Per risolvere tale problema si è provato a creare il catino sottraendo dei solidi direttamente da Dynamo.

È stata ricreata nuovamente la sezione della gradonata tramite il CAD importato sulla famiglia *Generic models* e successivamente si è passati a tracciare il percorso di estrusione da seguire. Il passo successivo è stato quello di importare il CAD della pianta delle gradonate da cui sono stati realizzati i solidi per i vomitori da detrarre al catino. La creazione dei due anelli avviene sempre tramite lo script visto in precedenza (Figura 92) dove il profilo viene estruso su percorso grazie al nodo *Solid.BySweep*. Successivamente si va a sottrarre i solidi che vengono selezionati con il comando *Select Model Elements*, riconosciuti come singoli elementi tramite *Element.Geometry*, inseriti in un'unica lista grazie al nodo *Flatten* e successivamente riconosciuti come unico solido grazie a *Solid.ByUnion*.

Una volta ottenuti i due solidi sono stati sottratti i solidi rappresentanti i vomitori al catino tramite il nodo *Solid.Difference*, che consente di ottenere un unico solido finale visibile grazie al nodo *DirectShape.ByGeometry*, a cui è stato possibile associare categoria, materiale e nome. Si è visto che entrambi gli script per i due anelli realizzano gli oggetti desiderati ma nella sottrazione dei solidi danno in output degli errori e soprattutto non consentono di cambiare realmente la categoria dell'oggetto, lasciandolo di fatto come modello generico.

Visual Programming Process

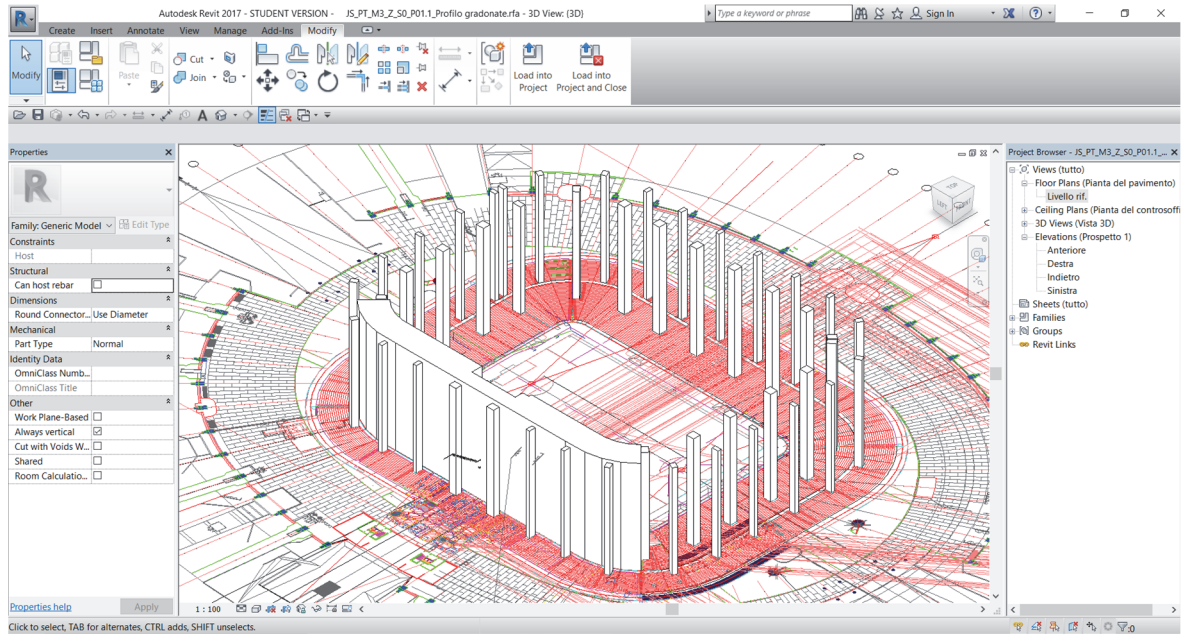


Figura 96 - Realizzazione solidi di sottrazione per realizzazione vomitori.

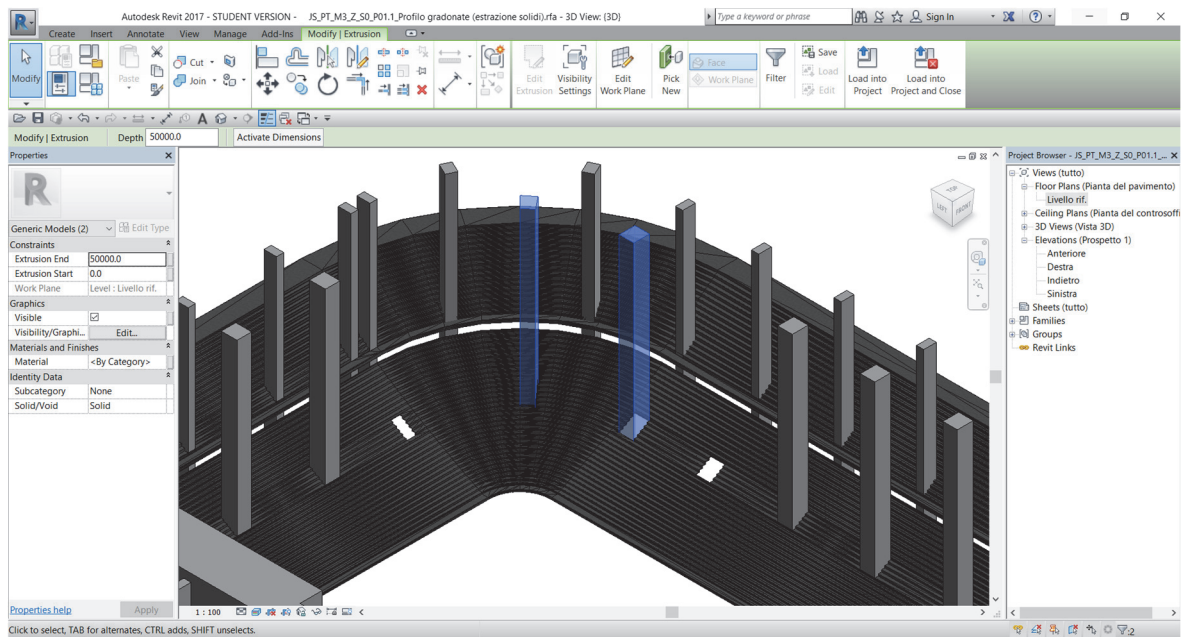


Figura 97 - Problema di sottrazione dei solidi agli angoli.

la creazione della tribuna Ovest laddove sono presenti gli skybox, da sottrarre al primo anello, restituisce nel lancio dello script un errore. Quindi si è ritenuto opportuno trovare un percorso differente per ottenere i vomitori richiesti.

• **Test 4**

Una **svolta importante** nel processo di realizzazione del catino è stata quella di andare a sostituire nello script il nodo *DirectShape.ByGeometry* con *Springs.Form.ByGeometry*. Questo nodo consente di avere un elemento sulla famiglia Autodesk Revit che può essere modificato rispetto al catino creato precedentemente e quindi può essere tagliato tramite i vuoti (void).

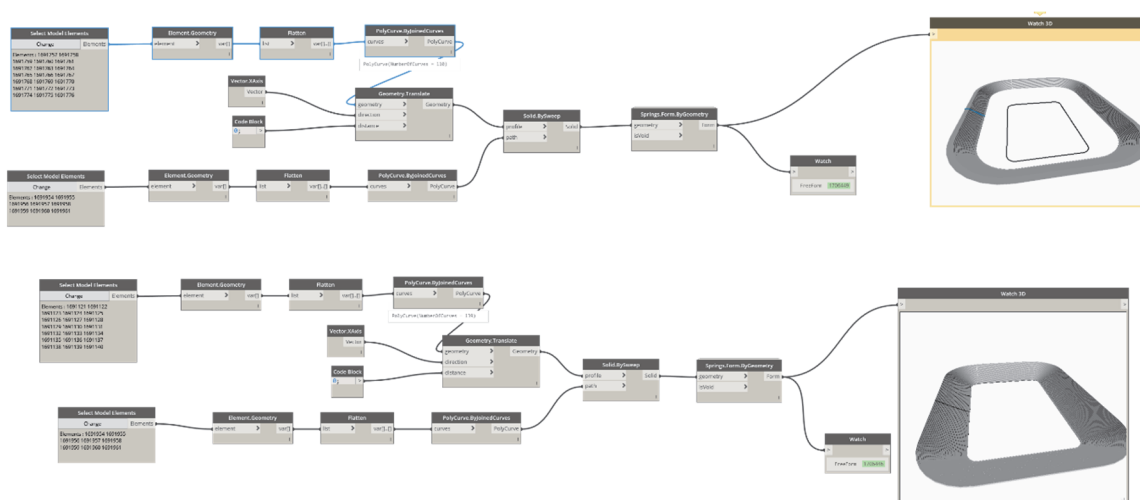


Figura 99 - Utilizzo di *Springs.Form.ByGeometry* in sostituzione di *DirectShape.ByGeometry*.

Anche in questo caso però, sono stati riscontrati dei problemi di creazione dell'oggetto desiderato. Il primo problema riscontrato è relativo all'**estrusione del profilo**: il risultato ottenuto sembra evidenziare la presenza di errori di curvatura che si accumulano nel punto di chiusura del percorso di estrusione del catino.

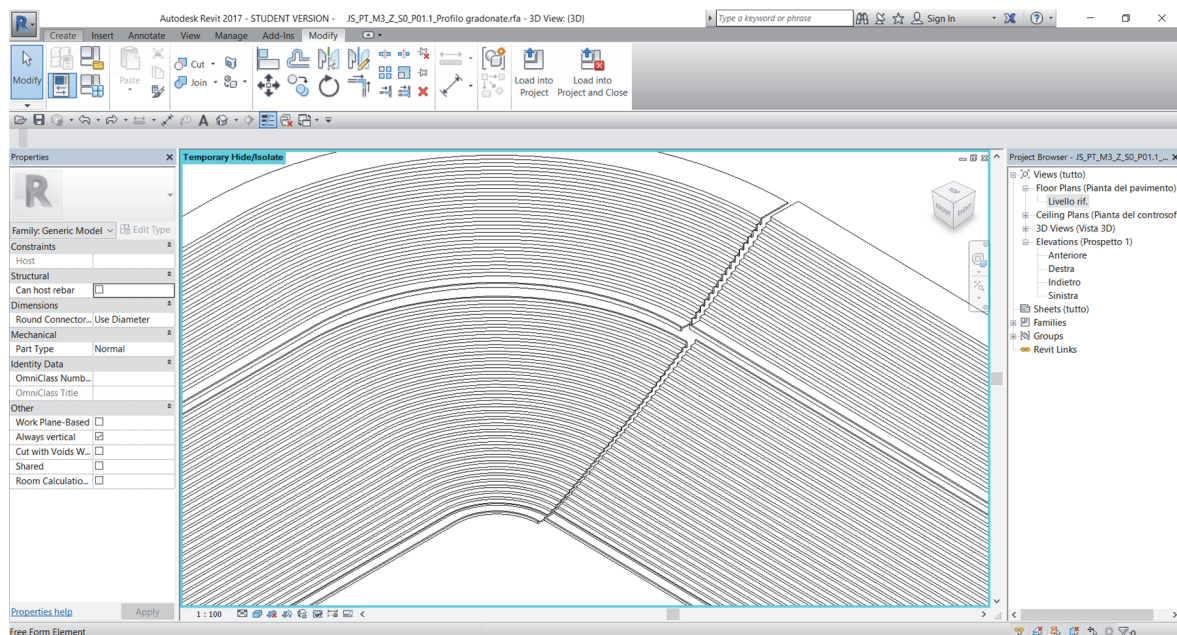


Figura 100 - Errore di estrusione su percorso con il nodo Springs.Form.ByGeometry.

• Test 5

Per risolvere tale problema si è deciso di **spezzare la creazione del catino**: il problema non andava ad interessare direttamente il primo anello che risultava comunque tracciabile senza problemi ma piuttosto il secondo anello che è stato dunque realizzato grazie a due rami dello script, uno relativo alla tribuna est dissociata dal resto dell'anello richiamato invece dal secondo ramo.

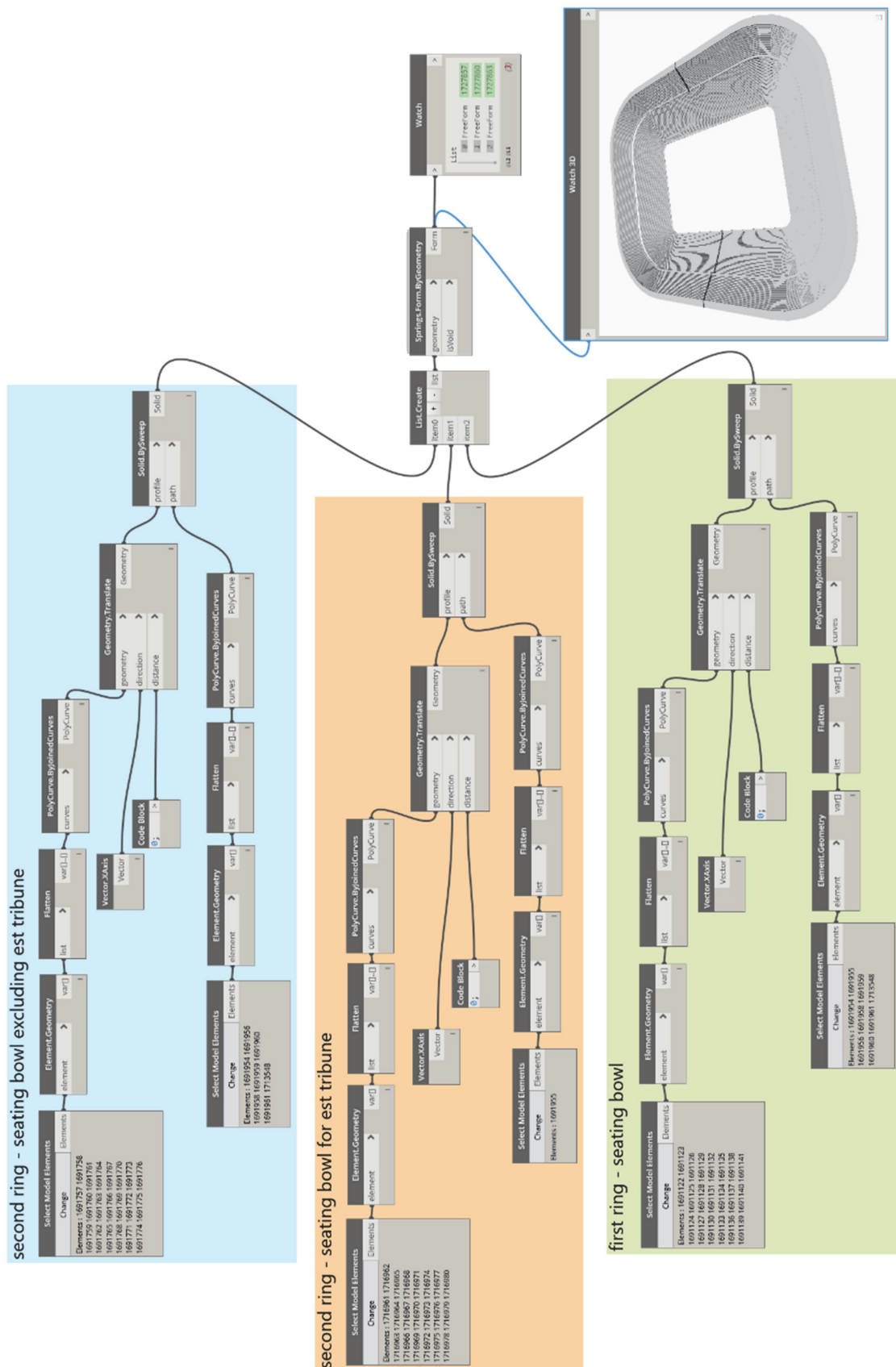


Figura 101 - Separazione in due rami dello script per la realizzazione dell'anello superiore.

In questo modo è stato possibile ottenere un elemento facilmente gestibile nella famiglia di modello generico, infatti grazie alla creazione dei vuoti con il relativo strumento di creazione "void" si è potuto successivamente realizzare i vomitori sottraendoli con il comando *cut* nella sezione *modify* al catino.

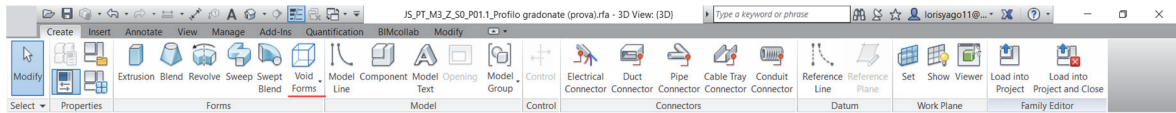


Figura 102 - Comando creazione vuoti nella famiglia Generic Models.

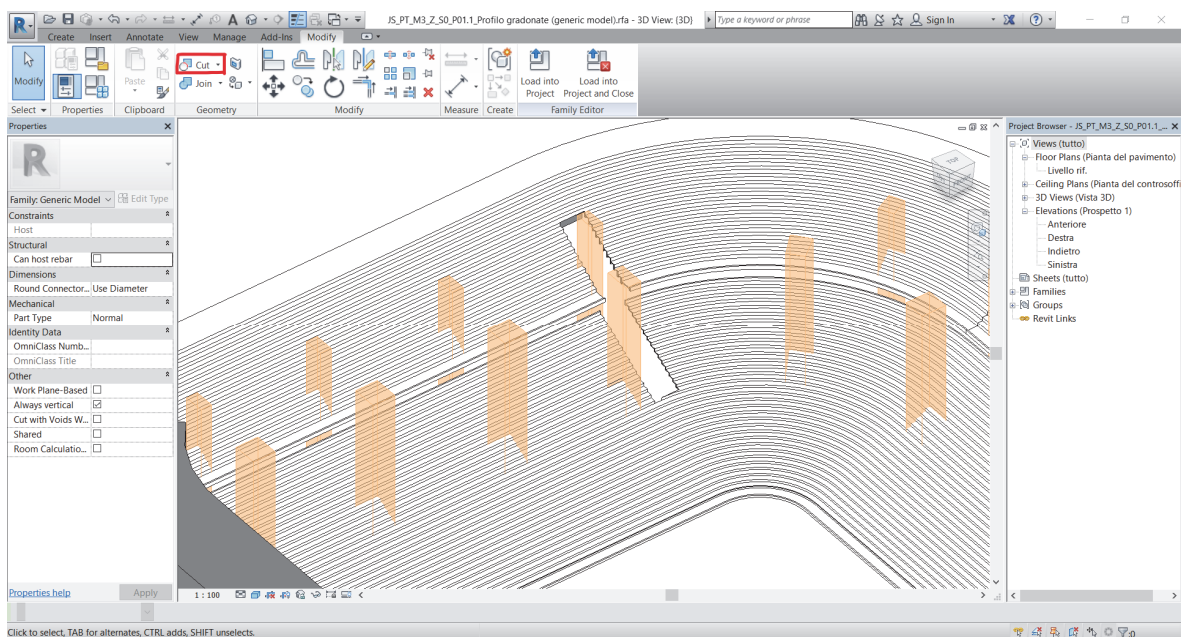


Figura 103 - Creazione vomitori grazie al taglio dei vuoti dal catino.

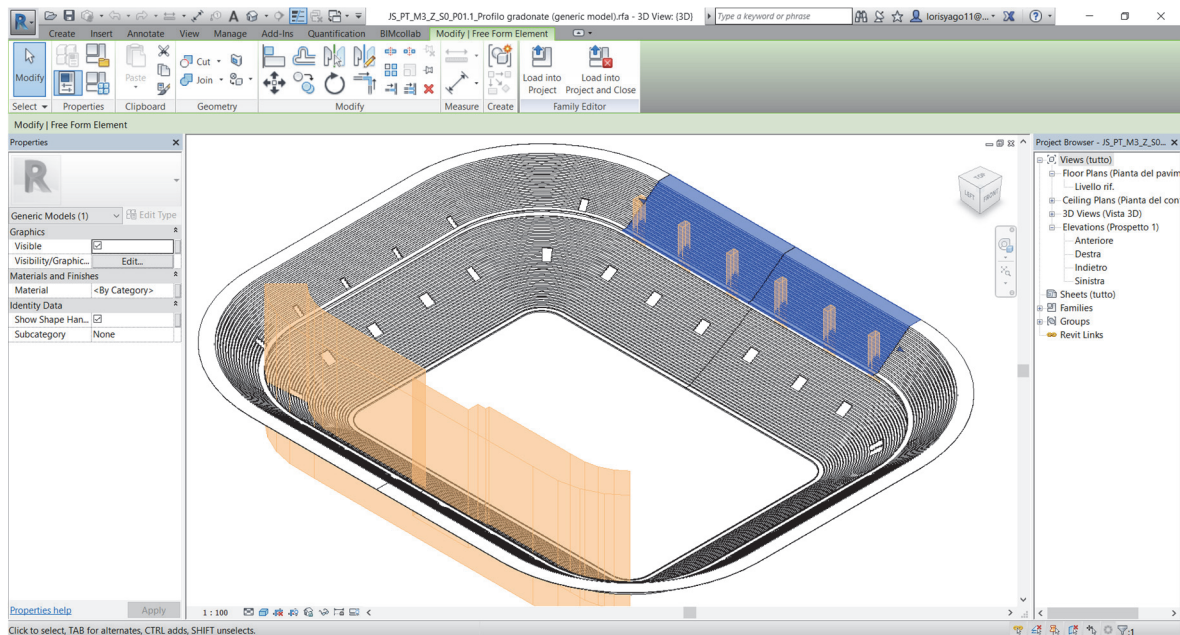


Figura 104 - Realizzazione del secondo anello della tribuna est staccata dal resto ed evidenziazione del problema di sottrazione vuoto per forma complessa nella tribuna ovest.

In questo caso però quando si ricarica la famiglia su Autodesk Revit, essendo una famiglia di modello generico, sono stati riscontrati dei problemi di **visualizzazione dell'elemento**: questo infatti risulta presente nell'ambiente di progettazione ma non interrogabile.

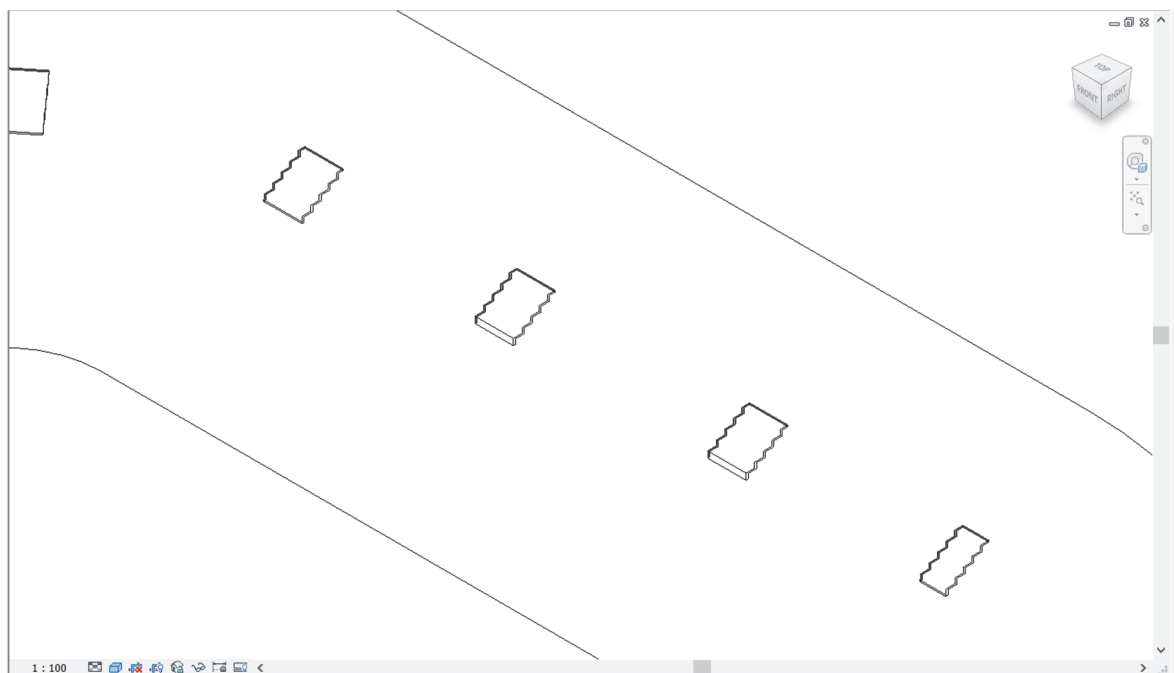


Figura 105 - Catino fantasma nella famiglia Generic Models.

- **Test 6**

Per ovviare a questo problema si è deciso di cambiare l'area di lavoro, provando a riproporre lo stesso script per una famiglia *massa metrica* presente nelle famiglie delle masse concettuali, che ha portato a riscontrare gli stessi problemi avuti con la generazione del catino come **estrusione su percorso**.

- **Test 7**

Infine, si è deciso di creare una famiglia tramite template *structural stiffeners*. Questo ha consentito di risolvere non solo il problema della **visibilità** dell'oggetto nell'ambiente di progetto Autodesk Revit e la semplicità di **sottrazione dei vuoti** per la realizzazione dei vomitori, ma soprattutto il problema di **riconoscimento dell'oggetto su SW di FM** quali ARCHIBUS, visto che si ottiene un elemento riconosciuto come strutturale.

Si è proceduto quindi alla creazione del catino tramite l'ultimo script ideato relativo ai due anelli, questa volta senza imporre suddivisioni del secondo anello visto che il risultato finale non provoca errori nell'esecuzione dello stesso.

Successivamente sono stati realizzati facilmente i vomitori seguendo le procedure già viste in precedenza, tramite la creazione di void e successivo taglio di questi vuoti dal catino con *cut*. Si ottiene dunque il catino finale come elemento strutturale caricabile nell'area di progetto di Autodesk Revit e modificabile secondo la forma originale delle tribune esistenti.

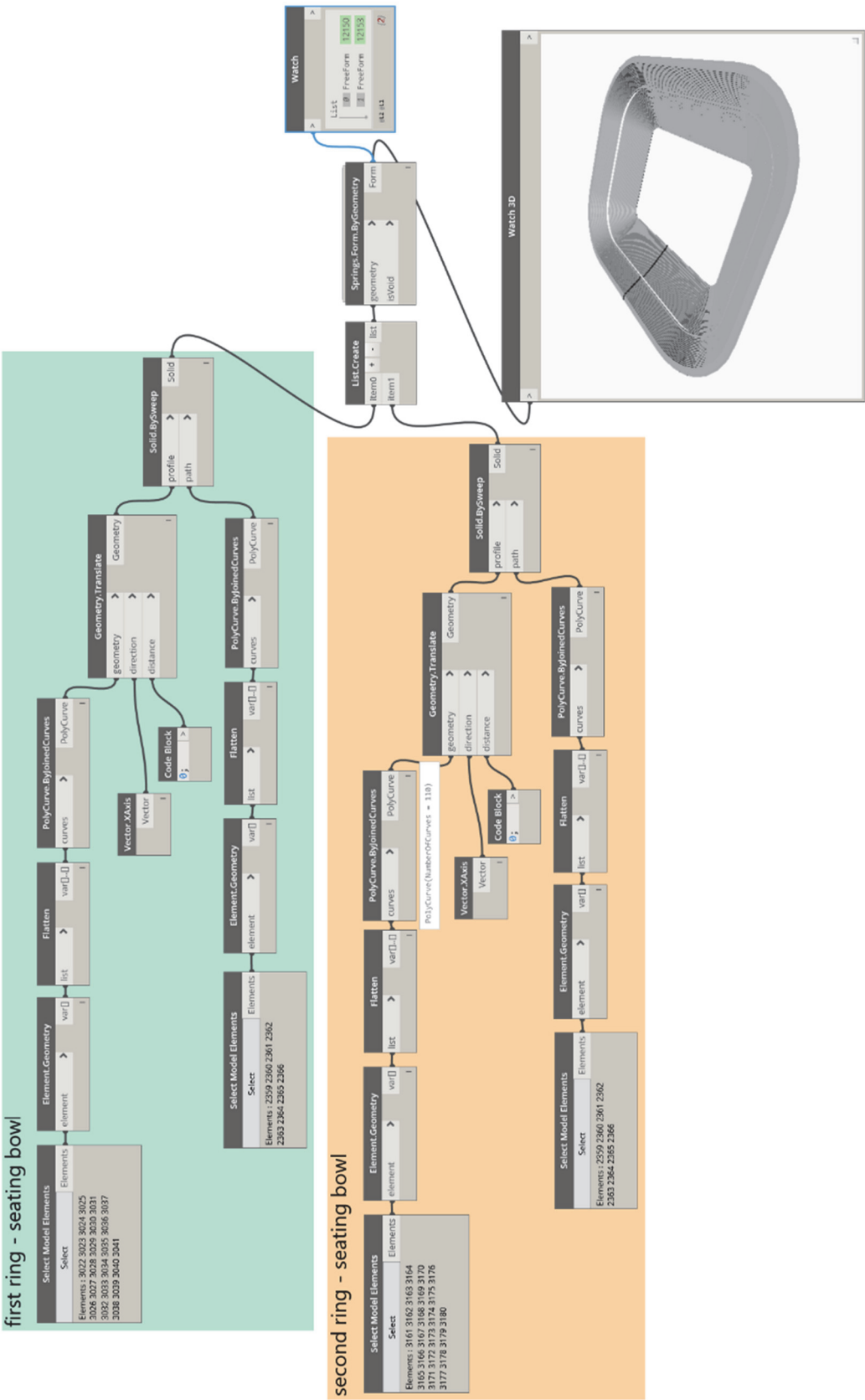


Figura 106 - Script finale di creazione catino Allianz Stadium.

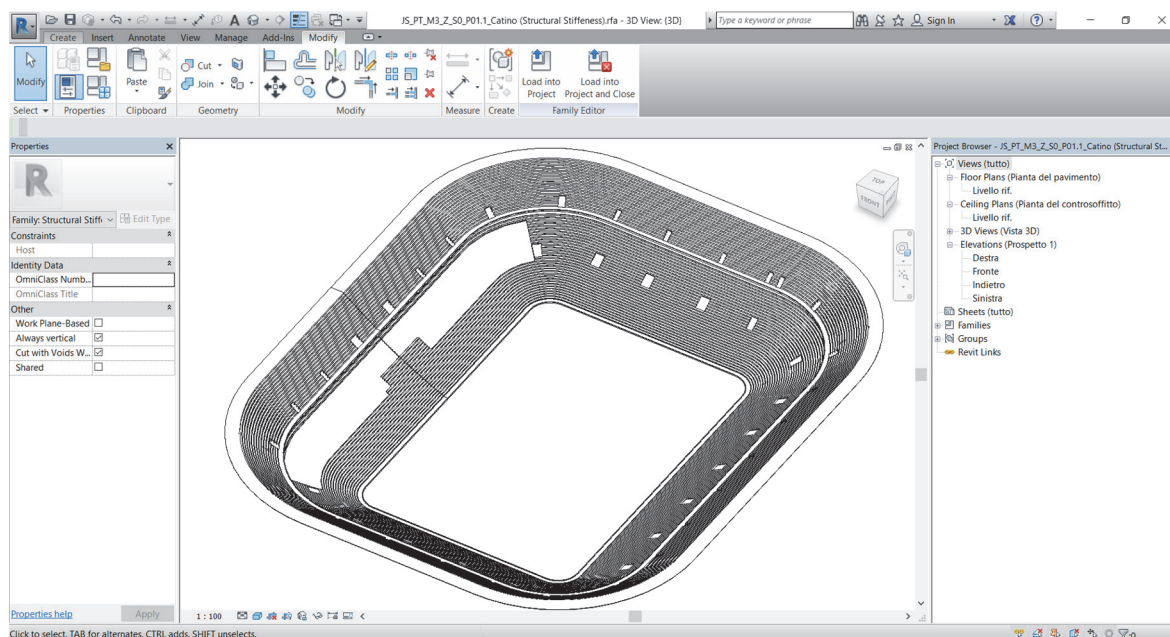


Figura 107 - Catino strutturale con vomitori realizzati tramite void sottratti all'elemento.

A questo elemento è stato necessario modificare le gradonate della tribuna ovest per renderle il più possibile simili alla realtà, andando a modificare il solido di sottrazione per ottenere i gradoni di fronte agli skybox.

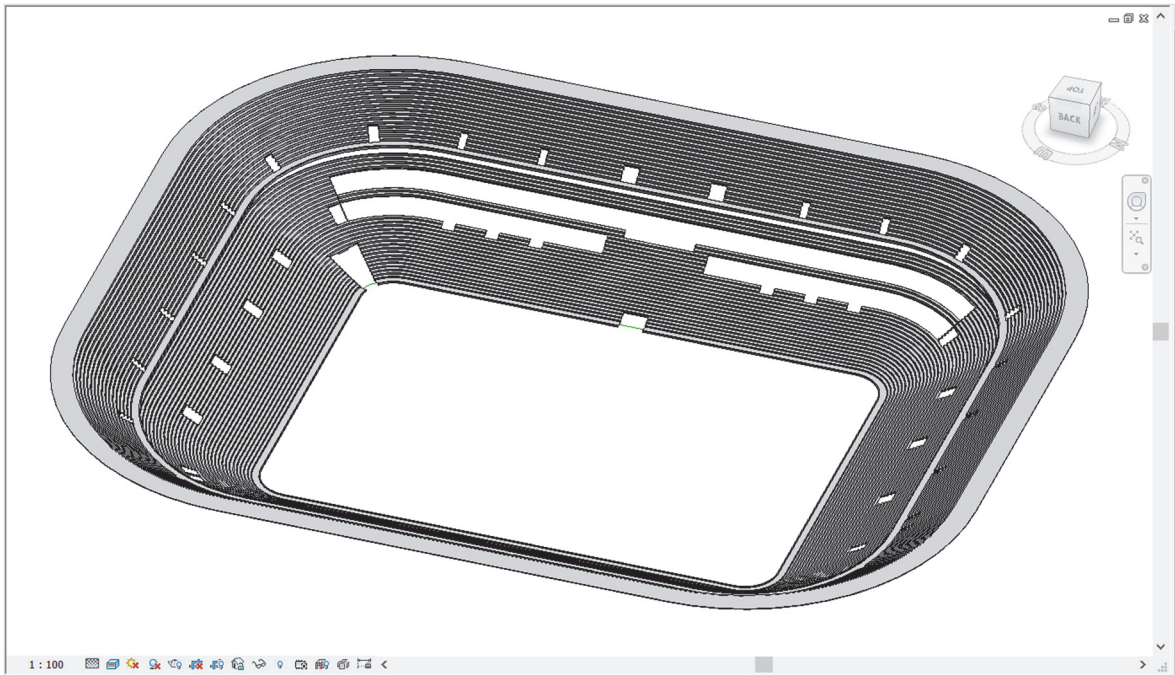


Figura 108 – Catino strutturale finale.

CATINO	
Script	Strutturazione semplice: composto da due rami relativi alle geometrie differenti dei due anelli. Con l'utilizzo di pochi nodi, nessuno di questi annidati, si è riusciti ad ottenere il solido voluto.
Dati inseriti nello script	Importazione corretta: con i nodi di selezione si ha un'immediata importazione dei profili delle sezioni dei due anelli e del percorso di riferimento per effettuare l'estrusione.
Oggetto ottenuto	Elemento strutturale: ottenuto grazie allo sviluppo in una famiglia strutturale del catino, da mettere a disposizione di SW di FM.
Vomitori	Void: Taglio di oggetti riconosciuti nella famiglia come vuoti.
	Taglio non preciso: gradoni davanti agli skybox da rivedere per maggiore precisione nel posizionamento dei seggiolini.

Tabella 8 - Riassunto dei risultati di automazione della modellazione del catino.

4.2. Realizzazione scalini catino



Figura 109 - Foto scalini catino. (Fonte: <http://www.archistadia.it/2016/04/juventus-stadium-guida-visita-museo-architettura-archistadia-on-tour-stadi.html>).

Per raggiungere le postazioni a sedere dei vari settori è necessario che nel catino siano presenti dei gradini che collegano i vomitori alle file di seggiolini: si è cercato di utilizzare anche in questo caso uno script che ne faciliti il posizionamento. Lo script è stato pensato per andare a posizionare degli oggetti secondo un percorso di riferimento, mostrando nuovamente le potenzialità di Dynamo per il posizionamento in serie di elementi geometrici. Lo script è stato pensato in modo tale da posizionare gli oggetti secondo un percorso di riferimento, che risulta essere lo stesso impiegato nella realizzazione del catino.

Le famiglie sono state create e posizionate per la curva nord e la tribuna est con l'ausilio dello script di Dynamo e specchiati direttamente nella famiglia di Autodesk Revit per la curva sud, in quanto ritenuto più veloce da attuare, mentre nella tribuna ovest gli scalini sono in numero inferiore rispetto alla tribuna est pertanto si è ritenuto opportuno posizzarli direttamente su indicazioni dei CAD.

Lo script prevede l'acquisizione della famiglia di riferimento (in questo caso la famiglia in cui è stata realizzata una rampa di gradini) e di posizionarla, tramite il nodo *FamilyInstance.ByPoint*, su diversi punti creati lungo il percorso e richiamati con il nodo *Select Model Elements*, trasformato successivamente in una curva da suddividere in punti. È importante definire il vettore tangente su cui direzionare la famiglia in modo da ottenere il posizionamento corretto, grazie al nodo introdotto relativo all'angolazione del vettore di riferimento in direzione ortogonale al percorso. Infine, con *FamilyInstance.SetRotation* è stata possibile la gestione delle famiglie dei gradini posizionati nei punti tracciati lungo il percorso presente nella famiglia della massa metrica.

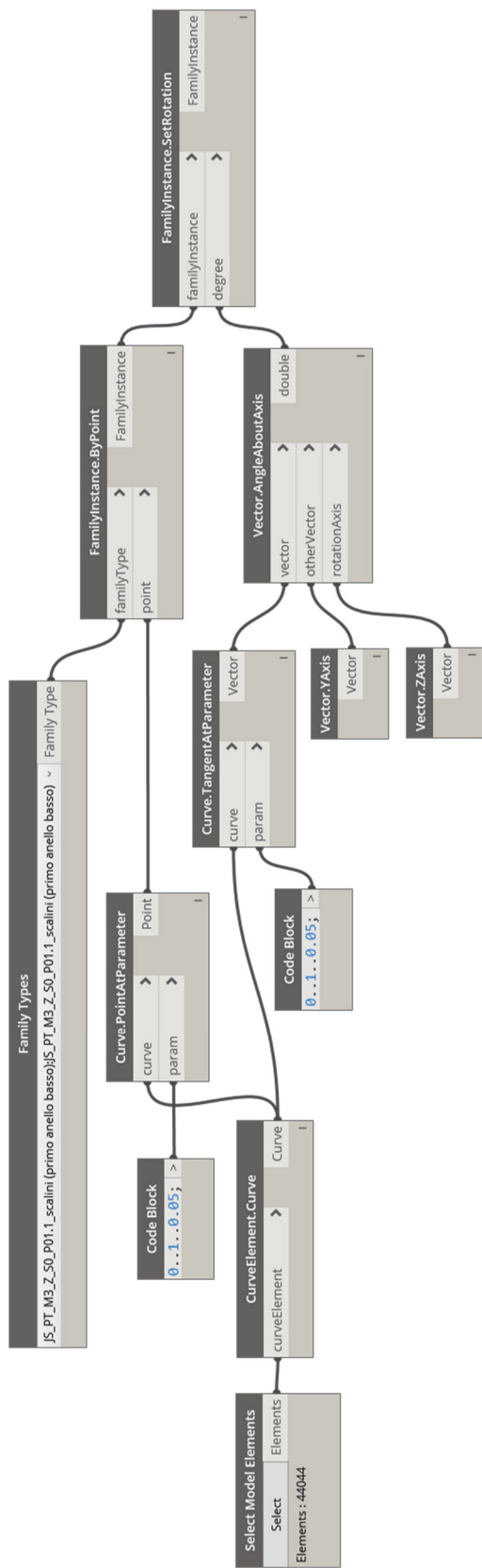


Figura 110 - Script per il posizionamento delle famiglie di scalini.

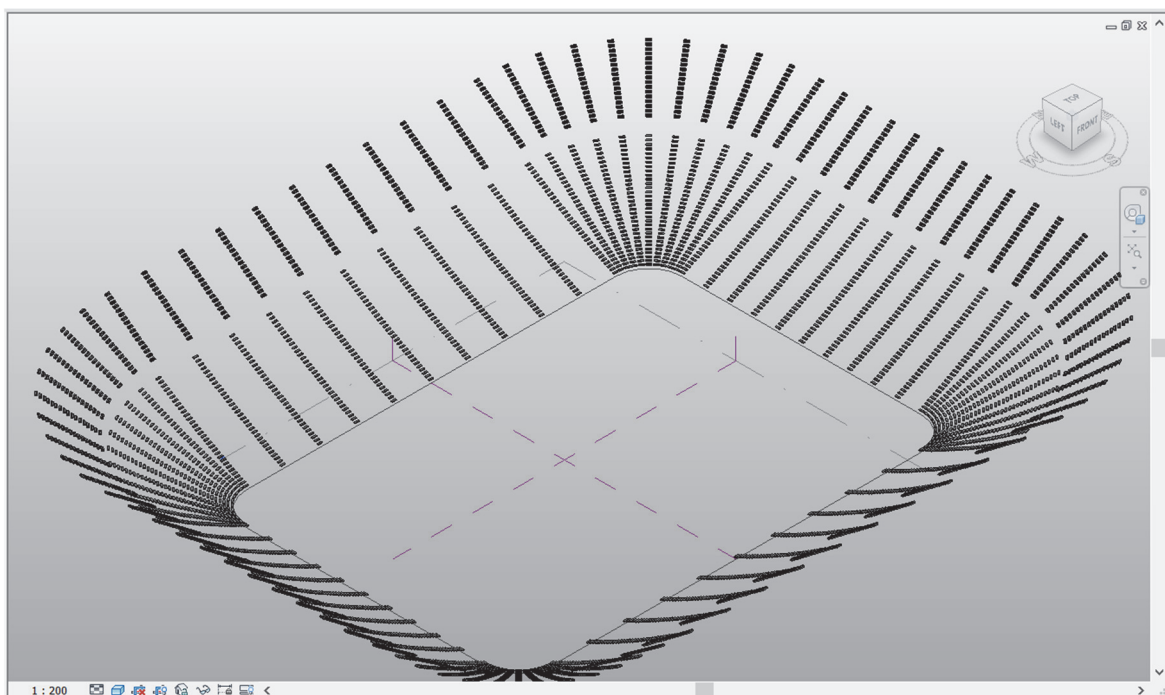


Figura 111 - Realizzazione scalini da posizionare all'interno del catino.

Successivamente gli scalini sono stati adattati al catino secondo le indicazioni contenute nei CAD di riferimento e caricati nella famiglia del catino.

Un problema riscontrato riguarda la **sistemazione delle scalinate** come famiglie: non risulta infatti possibile la gestione dei gradini all'interno della famiglia metrica e la possibilità di tagliare i gradini superflui tramite i void direttamente all'interno della famiglia metrica. Si è deciso dunque di ripetere il procedimento come famiglia strutturale, ma questo comporterebbe la **creazione di famiglie diverse** di scalini e il successivo caricamento nella famiglia strutturale: operazione molto dispendiosa. Il terzo tentativo è stato quello di **gestire con Dynamo solo i gradini della curva**, ovvero quelli veramente problematici, creando delle famiglie da gestire poi successivamente su Autodesk Revit, mentre per i tratti rettilinei si è ritenuto conveniente gestire gli scalini direttamente nell'ambiente di progetto di Revit. Ciò che si viene a creare nelle curve sono dei gradini che si sviluppano seguendo la perpendicolare alla retta tangente della curva, con la possibilità di eliminare tutti i gradini superflui mediante tale processo. Si è deciso inoltre di realizzare tre famiglie da gestire in Dynamo: una riguardante i gradini della parte bassa del primo anello, una relativa ai gradini della parte alta e infine una relativa ai gradini del secondo anello. Tutte queste famiglie caricate all'interno della famiglia strutturale, sono state selezionate e successivamente

processate mediante lo script indicato precedentemente (Figura 110), e ripetuto per ciascuna tipologia.

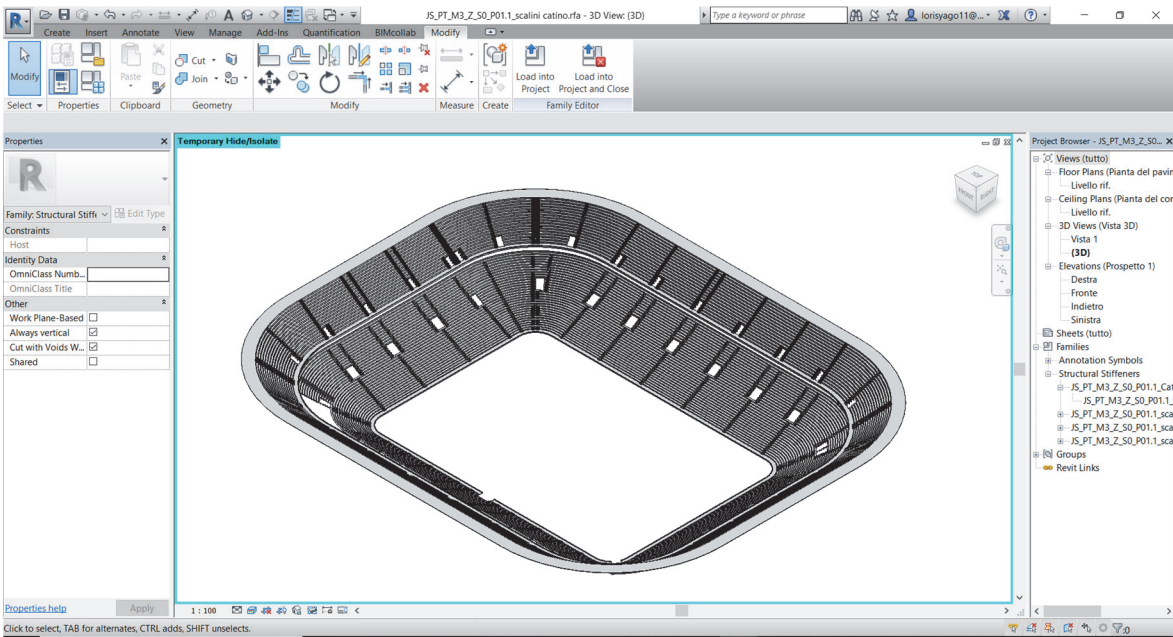


Figura 112 - Scalinate inserite nel catino.

In conclusione, gli scalini risultano essere delle famiglie annidate caricate in una famiglia strutturale finale che può essere infine caricata a sua volta nell’ambiente di progetto di Autodesk Revit e quindi collegata al catino dello stadio.

SCALINATE CATINO	
Script	Strutturazione semplice: con l'utilizzo di pochi nodi, nessuno di questi annidati, si è riusciti ad ottenere il posizionamento delle rampe di scalini su un percorso selezionato
Dati inseriti nello script	Importazione corretta: con i nodi di selezione si ha l'importazione della famiglia di gradini e la selezione del percorso.
	Selezione percorso: è stato riscontrato il problema di selezione dell'intero tracciato in quanto non consente di posizionare correttamente più famiglie in un percorso articolato.
Oggetto ottenuto	Elemento strutturale: ottenuto grazie allo sviluppo in una famiglia strutturale delle gradonate, da mettere a disposizione di SW di FM.
Posizionamento	Percorsi curvi: Ottima gestione di numerose famiglie distribuite radialmente.
	Non applicabile nella tribuna ovest in quanto rampe differenti e da gestire singolarmente.
	Non applicabile sui rettilinei presenti nella tribuna est, nella tribuna nord e sud del primo anello in quanto si ha la presenza di vomitori che richiedono la divisione in tre della famiglia della singola scalinata

Tabella 9 - Riassunto dei risultati di automazione della modellazione delle rampe scale delle tribune.

4.3. Posizionamento famiglie seggiolini

La creazione degli spalti dello stadio si completa con il posizionamento dei seggiolini che consentono ai tifosi e appassionati di assistere comodamente agli eventi svolti in questo impianto sportivo. La particolarità di questo impianto è che presenta diverse tipologie di seggiolini, come illustrato nel capitolo della metodologia riguardante la loro modellazione. Molto spesso si hanno seggiolini di colore differente che vanno a creare specifici disegni all'interno del catino. Questi nel dettaglio risultano: le stelle presenti nelle due curve realizzati con seggiolini gialli, i due giocatori della tribuna est rappresentati con i seggiolini neri o i tricolori del secondo anello realizzati con seggiolini verdi, bianchi e rossi. Nella tribuna ovest sono invece installate delle poltrone più comode ed innovative, distinte in tre tipologie di cui due uguali ma di colore differente (bianco/nero) e una per la zona centrale con installati dei minischermi.

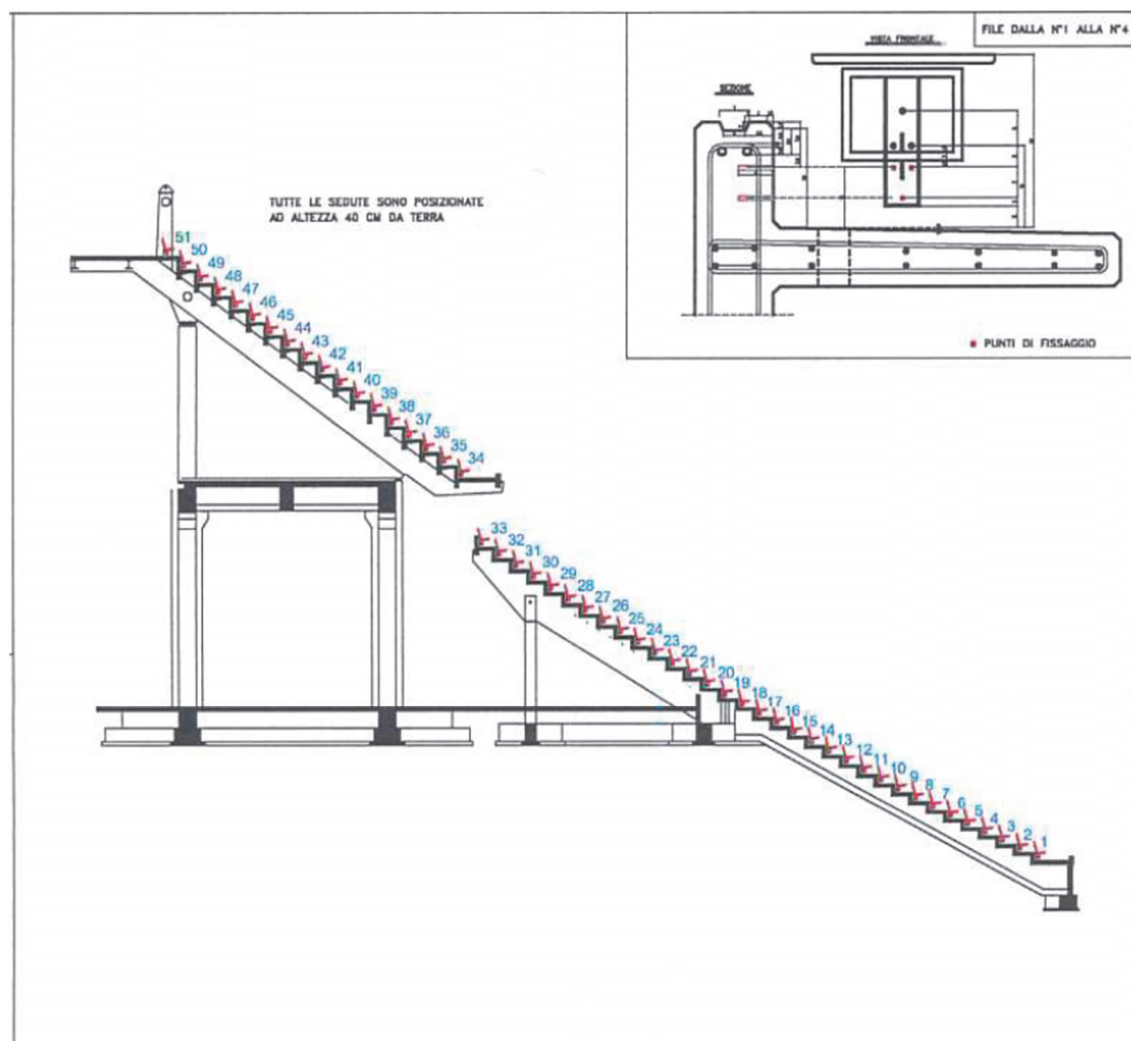


Figura 113 - Sezione posizionamento seggiolini sui gradoni del catino. (fonte Juventus: Schede tecniche seggiolini_JV.pdf)

In tal caso il Visual Programming Process è stato applicato al fine di individuare un metodo veloce che consenta il posizionamento di un numero elevato di famiglia, in un lasso di tempo contenuto. Dopo una ricerca approfondita e uno studio di alcuni nodi di DYNAMO per capire come riconoscere il catino e come poter effettuare il posizionamento in modo controllato dei seggiolini, è stato realizzato uno script molto semplice, modificato in modo tale da adattarlo alle esigenze del caso studio. Tramite l'utilizzo di un nodo annidato del pacchetto BVN si è riusciti a posizionare i seggiolini semplicemente selezionando dei percorsi di riferimento direttamente sul catino e gestendo la posizione in serie con l'introduzione di parametri di base che ne determinano la posizione finale.

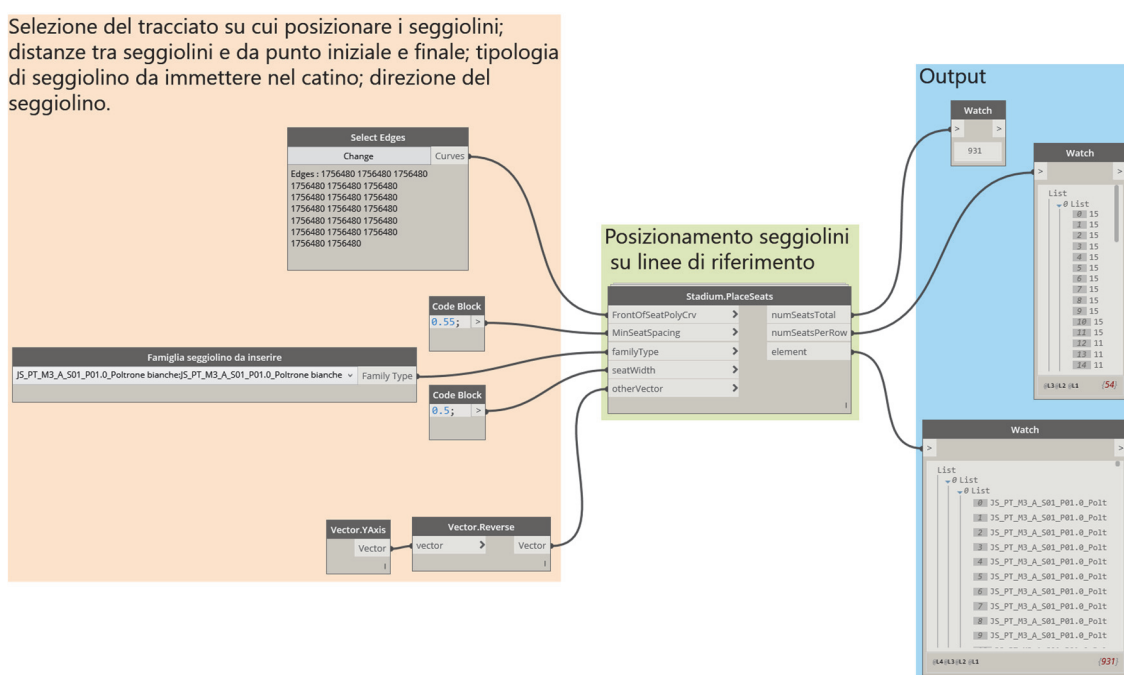


Figura 114 - Script utile al posizionamento di seggiolini tramite la selezione di differenti percorsi.

Il nodo *Stadium.PlaceSeats* racchiude una serie di procedimenti che portano ad elaborare i dati relativi alla distanza di inizio/fine dei vertici dei percorsi selezionati e all'interasse tra seggiolini nonché l'ingombro di ogni sedile al fine di evitarne la sovrapposizione con quelli attigui. I percorsi di riferimento sono individuabili tramite il nodo *Select Edges* che consente di selezionare direttamente nell'ambiente di progetto Autodesk Revit diversi percorsi su cui posizionare contemporaneamente un numero elevato di oggetti. È necessario terminare il processo di selezione dei percorsi tramite il comando *Finish* che appare nella barra di dialogo dell'interfaccia di Autodesk Revit affinché nello script vengano riconosciuti i percorsi introdotti.

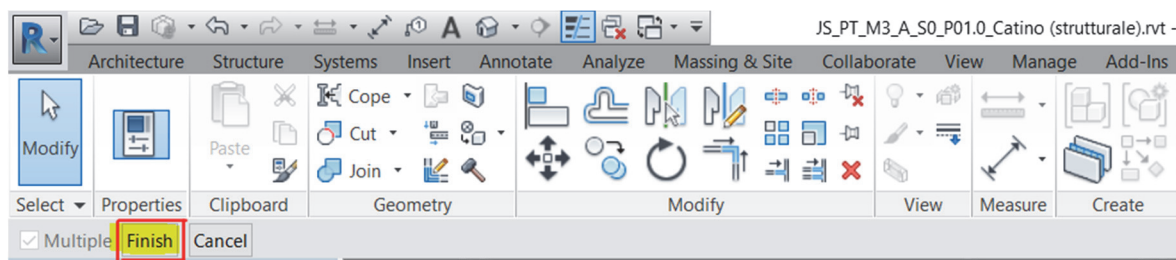


Figura 115 - Comando termine selezione percorsi di posizionamento seggiolini.

Il parametro *otherVector* del nodo centrale dello script consente di orientare i seggiolini verso il campo da gioco. In alcuni casi, come sulle curve sarà necessario far uso del nodo *vector.reverse* per correggere il posizionamento dell'elemento che altrimenti risulta posizionato con una rotazione di 180°.

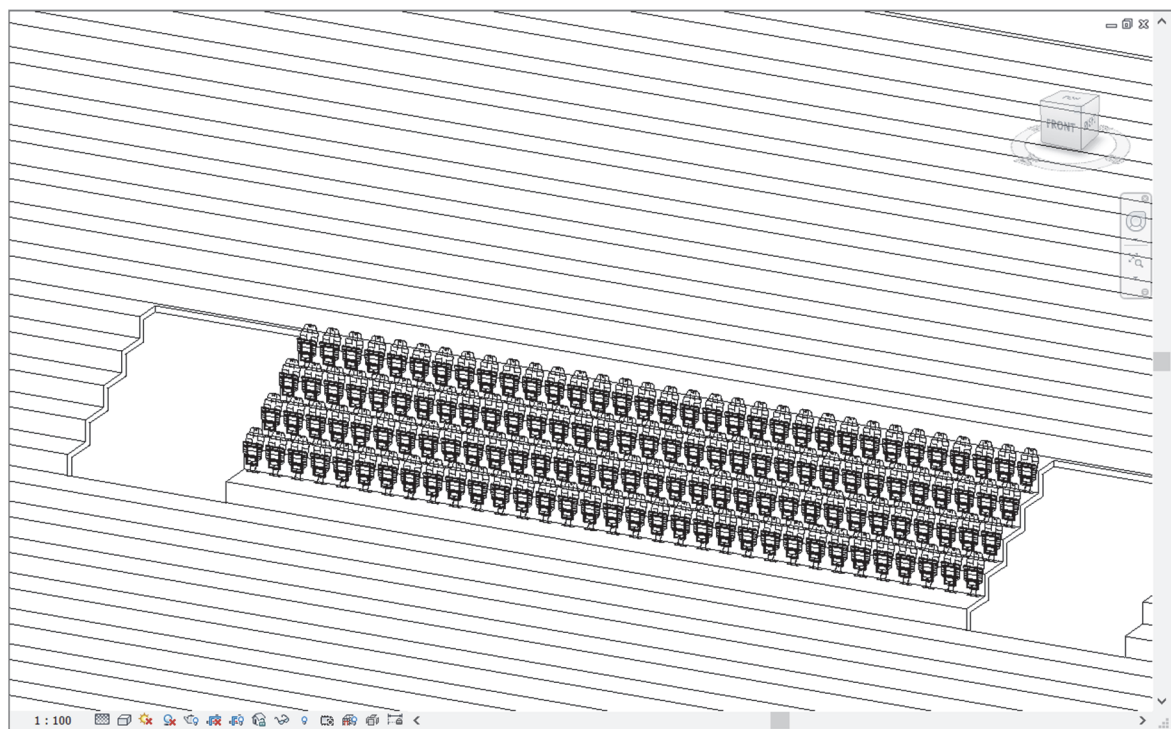


Figura 116 - Prova inserimento seggiolini con riconoscimento della famiglia di seggiolino da introdurre sui percorsi selezionati.

Un secondo test è stato fatto provando ad inserire le poltrone nel primo anello della tribuna principale (tribuna Ovest), dove sono presenti poltrone bianche e poltrone bianche alte con minischermi (queste ultime concentrate nella zona centrale). Per effettuare tale prova è stato necessario duplicare lo script in modo da posizionare due famiglie diverse

selezionando i relativi percorsi: gli script pertanto lavorano in parallelo ma vengono lanciati in un'unica volta.

Seguendo tale procedimento, è stato riscontrato un problema inerente alla **selezione dei percorsi di riferimento**. Tali percorsi vengono interrotti qualora siano presenti i vomitori mentre in caso di presenza dei gradini non si riesce a far riconoscere questi come oggetti di interruzione del catino, nonostante si sia provato a importare da un'unica famiglia sia catino che gradini nell'area di progetto. Per risolvere tale problema si è andati a dividere le linee di riferimento secondo l'ingombro dei gradini. Ciò è stato possibile sottraendo come vuoti gli scalini nella famiglia strutturale del catino, come già fatto per i vomitori, ottenendo delle linee interrotte laddove presenti gli scalini. Successivamente è stata ricaricata la famiglia del catino, contenente le famiglie sovrapposte delle rampe di gradini nell'ambiente di progetto Autodesk Revit su cui è stato possibile selezionare i percorsi e lanciare lo script di posizionamento delle poltrone.

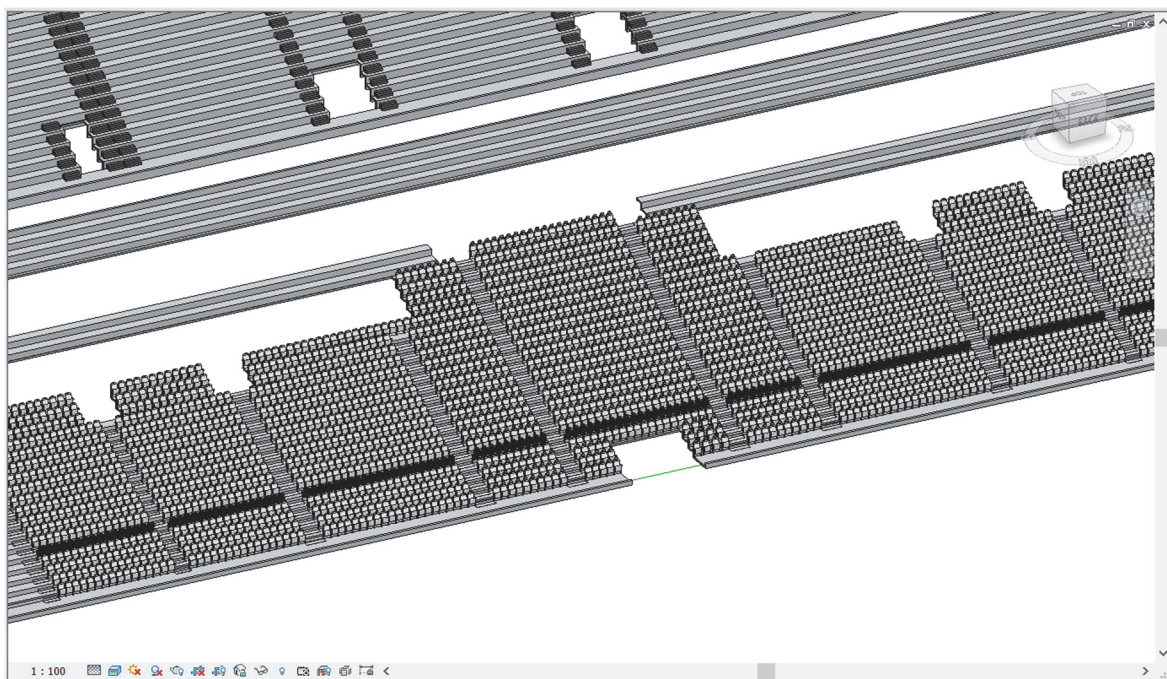


Figura 117 - Test di posizionamento simultaneo di due tipologie di famiglie in tribuna Ovest.

Un ulteriore problema è stato riscontrato nel posizionamento delle poltrone della quinta fila in quanto i seggiolini vengono posizionati nel verso opposto rispetto a tutti gli altri seggiolini. In questo caso la quinta fila è stata trattata in modo diverso rispetto alle altre file, introducendo *Vector.Reverse* nello script dopo il nodo dell'asse di riferimento *Vector.YAxis*.

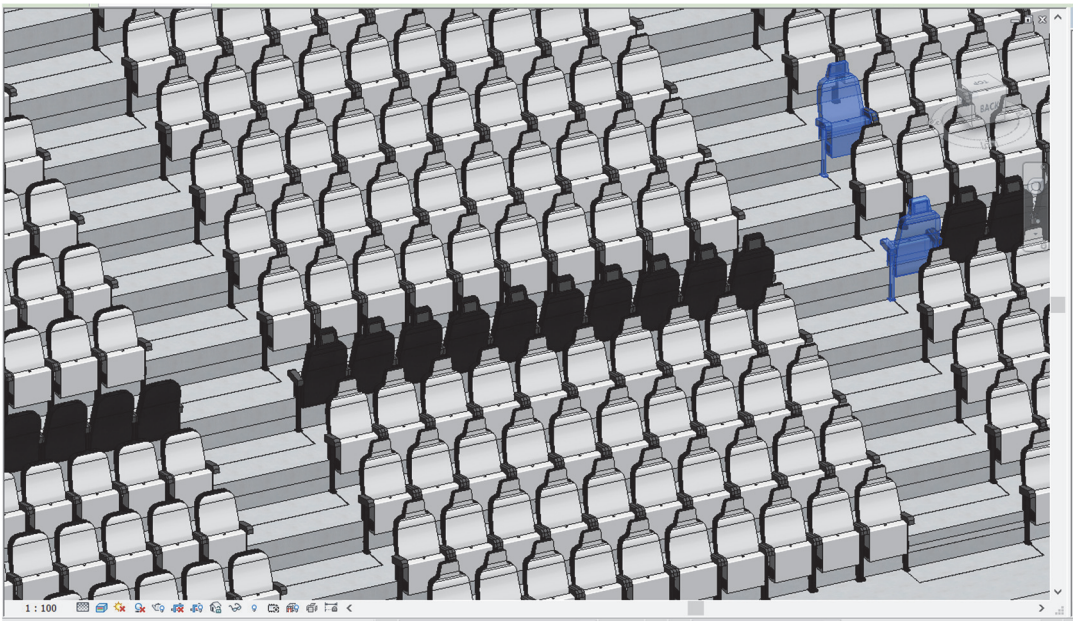


Figura 118 - Problema di posizionamento delle poltrone della quinta fila.

Il posizionamento dei seggiolini è poi stato condotto per i vari settori delle tribune. Si è riscontrata la **semplicità** nell’andare a posizionare un numero elevato di seggiolini in ogni settore impiegando poco tempo. Sono rimaste comunque le problematiche relative alla **realizzazione delle figure** in quanto bisogna sostituire manualmente i seggiolini che si differenziano per tonalità cromatica rispetto a quelli caratterizzanti i settori. Ulteriore problema è stato riscontrato nelle tribune curve in quanto lo script è stato strutturato con l’introduzione del dato relativo all’**interasse tra seggiolini** che per questi settori di stadio cambiano da fila a fila, annullando l’automazione del posizionamento.

SEGGIOLINI	
Script	Strutturazione semplice incentrata sull’utilizzo di un nodo annidato del pacchetto BVN.
Dati inseriti nello script	Importazione corretta: famiglia seggiolino e selezione del percorso su cui immettere il numero di seggiolini voluto. Necessario l’inserimento dell’ingombro della tipologia e l’interasse tra i diversi sedili.
Posizionamento	Percorsi curvi: Perdita dell’automazione in quanto tutte le file presentano interasse tra i seggiolini diversi.
	Percorsi rettilinei: Posizionamento automatizzato.
	Non riuscita l’automatizzazione per la realizzazione delle figure che caratterizzano le tribune, per adesso modificabili singolarmente.

Tabella 10 - Riassunto dei risultati di automazione del posizionamento dei seggiolini.

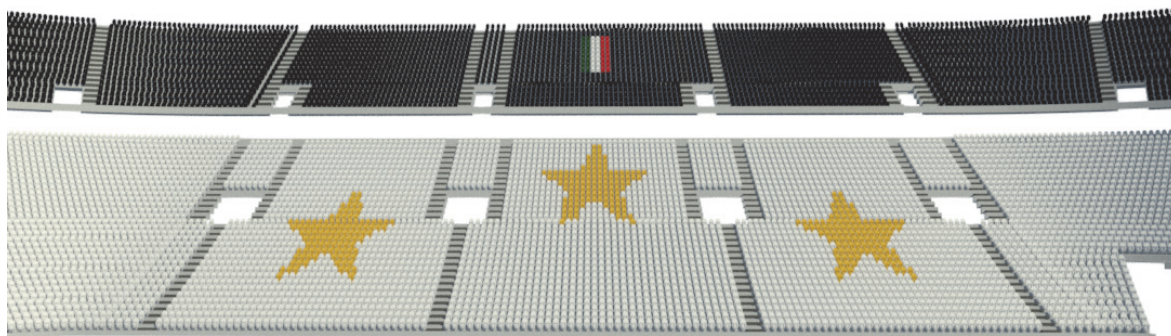


Figura 119 - Risultato di modellazione e posizionamento dei seggiolini in curva sud con diverse tonalità cromatiche da aggiornare con posizionamenti dei seggiolini neri per sfumature.

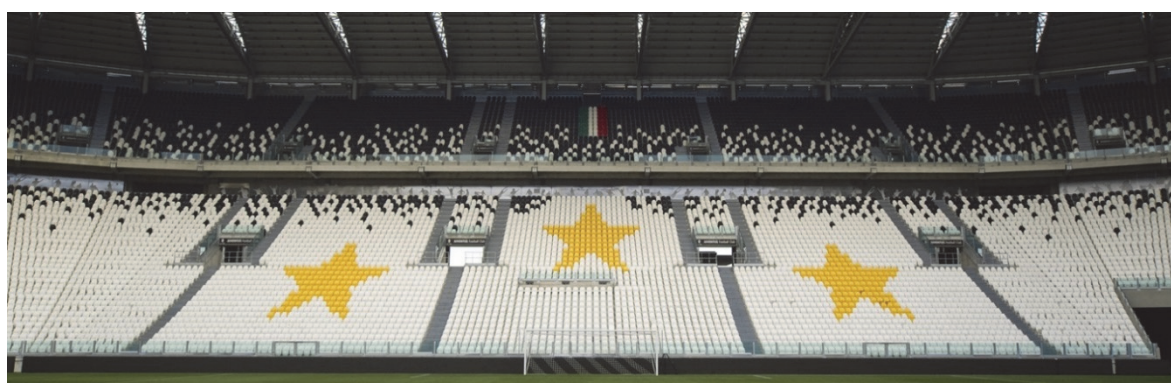


Figura 120 - Immagine reale relativa alla curva sud per confronto con il risultato di modellazione. (fonte: <http://www.juventus.com/en/tickets/museum-and-stadium-tour-tickets/museum-and-stadium-tour-tickets.php>).

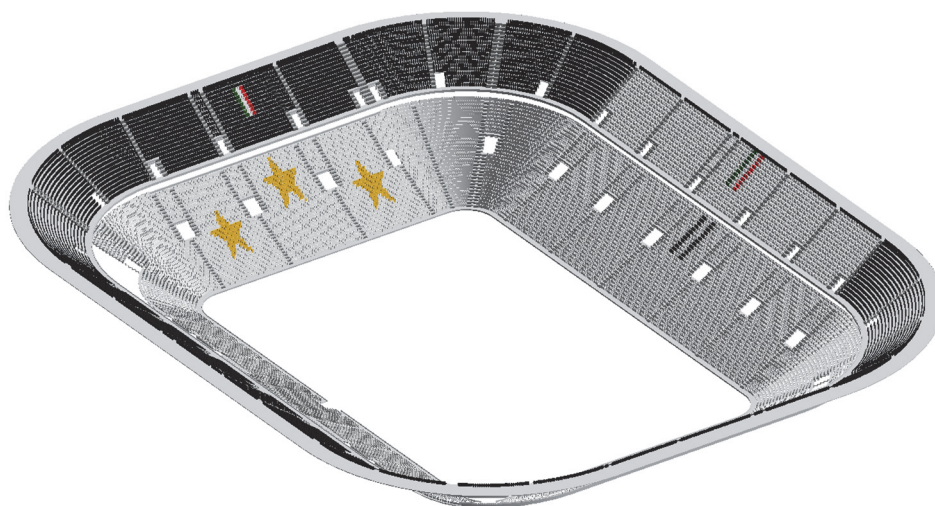


Figura 121 - Inserimento seggiolini nel catino. Si dovrebbe provare a migliorare lo script per automatizzare la posizione dei seggiolini ottenendo le figure che caratterizzano le tribune.

4.4. Coordinate seggiolini per installazione Beacon.

Dopo aver posizionato le poltrone è stato condotto un ragionamento relativo all'estrapolazione delle coordinate di ciascun seggiolino. Questo problema è stato affrontato andando a creare un nuovo script in grado di ottenere il risultato voluto.

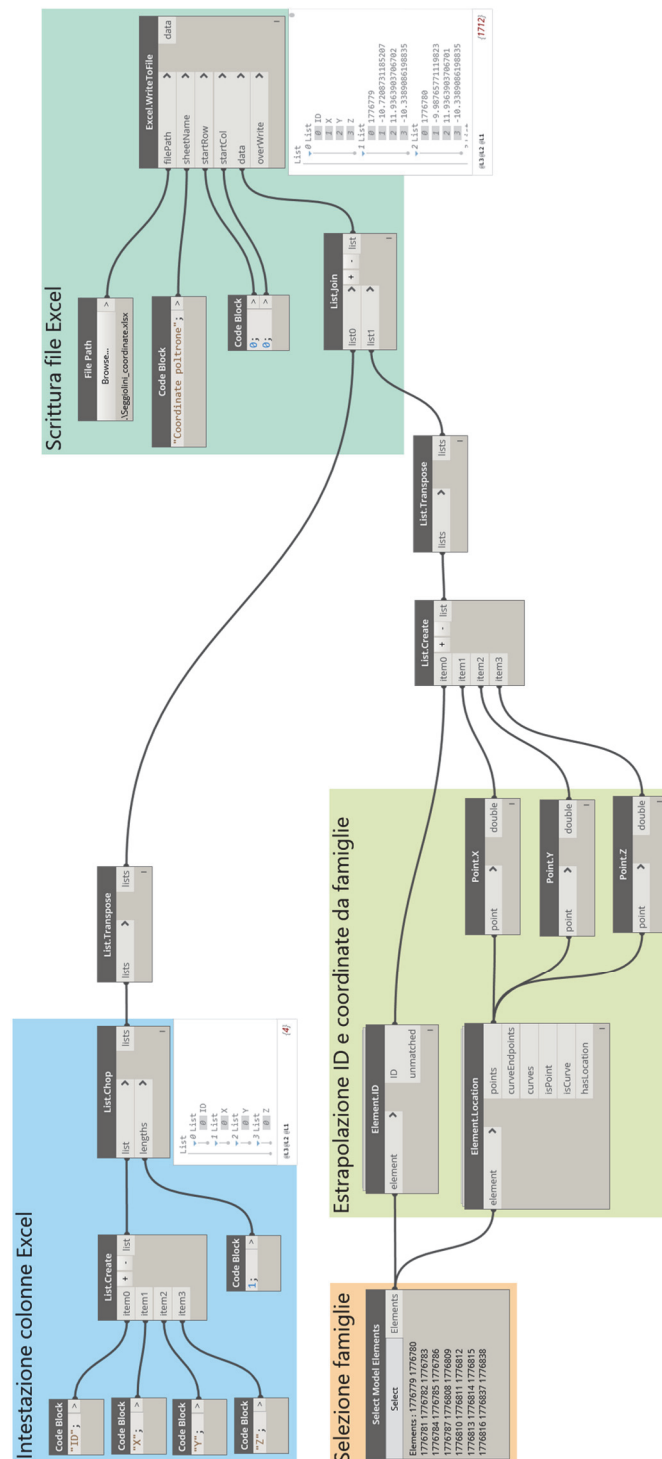


Figura 122 - Script per l'estrapolazione coordinate seggiolini.

Lo script prevede la selezione degli elementi di una famiglia dall'ambiente di progetto Autodesk Revit tramite il comando *Select Model Elements* da cui si ottengono sia l'identificativo di ciascun seggiolino (ID) sia le coordinate ottenibili con il nodo *Element.Location*. Inserendo infine i dati per l'intestazione delle colonne si è passati alla scrittura di un file Excel tramite *Excel.WriteToFile*. Da notare nello script l'utilizzo dei nodi *List.Transpose* che consente di scrivere il file per righe mentre con *List.Join* è stato possibile prendere la lista di dati ottenuti dall'interrogazione degli elementi e associarla alla riga di intestazione creata per semplificare la lettura sul foglio di calcolo elettronico.

Il risultato raggiunto consente di ottenere delle informazioni utili ai fini dello sviluppo di nuove strumentazioni tecnologiche che possono essere impiegate in futuro per la gestione degli eventi a partire proprio da un reticolato di coordinate di ciascun seggiolino creato mediante le procedure precedentemente illustrate. A tal proposito si può pensare all'installazione di dispositivi quali i **Beacon**, piccoli dispositivi hardware a scopo di localizzazione e comunicazione con dispositivi mobili. Oggigiorno i Beacon stanno rivoluzionando il mobile marketing e il dialogo tra brand e il pubblico, consentendo l'invio di contenuti customizzati sugli smartphone e sui tablet degli utenti leggibili tramite app mobile specifica. Essi si basano sulla tecnologia Bluetooth Low Energy (BLE), tecnologia radio digitale progettata per consumi ultra bassi entro breve portata, emettendo dunque segnali di frequenze predefinite con potenza di trasmissione e intervalli configurabili.



Figura 123 - Esempio di utilizzo di app collegata a Beacon per offrire agli spettatori informazioni sugli eventi.
(fonte: <http://amstore-innovation.com/ibeacon/>).

I Beacon consentono di inviare i messaggi in un determinato raggio di azione, veicolare informazioni e una vasta gamma di **contenuti multimediali**, come foto, video, documenti, questionari, sondaggi ecc. Essi presentano raggi di azione vari in base alla tipologia e alla regolazione degli stessi, infatti molte case costruttrici sono riuscite a sviluppare degli oggetti regolabili in potenza, con modelli che vanno dai 30 m di raggio ai 100 m per Beacon speciali.

L'alimentazione dei Beacon può essere di diversi tipi, dalle pile alle prese a muro o a quelle USB e per i primi si ha una diretta dipendenza da potenza di trasmissione, lunghezza del raggio di trasmissione e intervallo di invio dei segnali.

Il mercato offre varie tipologie di Beacon che possono essere scelti sulla base del materiale di costruzione, con particolare attenzione alla resistenza ai fattori climatici, oltre al già citato raggio d'azione e alla potenza. Inoltre, tali dispositivi hanno il vantaggio di essere disponibili a basso costo e semplici da installare, facendo solo attenzione ad alcuni aspetti legati alla compromissione della diffusione del segnale. (22)



Figura 124 - Condivisione contenuti tra Beacon e smartphone con utilizzo di app specifiche. (fonte: <http://quibee.it/le-10-cose-da-sapere-sulla-tecnologia-ibeacon-e-sul-proximity-marketing/>).

Questi piccoli dispositivi risultano essere di aiuto alle squadre sportive per incrementare la fedeltà dei tifosi, per raccogliere dati sui partecipanti e coinvolgere maggiormente gli ospiti durante gli eventi. Già negli Stati Uniti si riscontra un notevole utilizzo di questi strumenti nei palazzetti NBA e negli impianti per la NFL contribuendo all'incremento di vendite di biglietti e di articoli di vario tipo, grazie anche alle offerte sulle vendite con l'utilizzo delle app. (23)

Con lo sviluppo di applicazioni per smartphone adatte a questi dispositivi si possono dunque raggiungere i seguenti obiettivi:

- Per i tifosi:
 - Offerte sulle vendite e campagne promozionali;
 - Indicazioni sul raggiungimento del seggiolino per l'evento a cui si vuole assistere;
 - Percorsi interattivi personalizzati;
 - Dati sull'evento, sulle competizioni e sulla squadra;
 - Informazioni e interazione con la società.
- Per la società:
 - Abitudini di acquisto degli utenti;
 - Articoli che hanno suscitato più interesse;
 - Informazioni e interazione con i tifosi;
 - Raccolta dati statistici;
 - Scambio informazioni con gli addetti ai lavori durante le manifestazioni;
 - Localizzazione steward per gestione manifestazioni.

Con il ricavo delle coordinate delle poltrone e dei seggiolini sarà dunque possibile testare i Beacon e regolare sia la potenza che il raggio di azione, avendo la possibilità di coprire tutti i settori interessati e a dimensionare i numeri di dispositivi necessari da installare.



Figura 125 – Interazione Beacon/Smartphone. (fonte: <https://kontakt.io/beacon-basics/what-is-a-beacon/>).

5. Dati ed interoperabilità

Nel capitolo precedente è stato illustrato come un'applicazione di visual programming interagisce in modo pratico e semplice con l'interfaccia di Autodesk Revit. Ciò fa comprendere come l'**interoperabilità** fra software sia fondamentale per ottenere **risultati sempre più validi ed immediati**.

La necessità di realizzare un catino strutturale piuttosto che ottenerlo come elemento di modello generico è stata quella di andare a gestirlo su una piattaforma dedicata alla gestione dati quali il software **ARCHIBUS**. Esso è un software utile alla gestione del patrimonio immobiliare e per soluzioni di Work Management System (WMS), completo ed integrato di applicazioni dedicate a diversi aspetti gestionali. Con Archibus è consentito gestire tabelle, grafici, report, farli interagire tra loro e mantenere sempre aggiornati i dati del **DB** creato. La struttura modulare consente di avere un sistema facilmente adattabile alle esigenze degli operatori, con possibilità di aggiungere applicazioni in un secondo momento che vanno ad integrarsi ai moduli già presenti. (24)

Il software è disponibile tramite acquisto di licenza o come SaaS (software as a service), progettata su un'architettura client – server in grado di comunicare con i più diffusi DB relazionali. Diversi sono i benefici che esso apporta nell'attività di Facility Management, primo fra tutti quello di ottenere un utilizzo facilitato del modello parametrico grazie al caricamento di tutti i dati nel DB di Archibus. Il DB creato in Archibus racchiude non solo le informazioni alfanumeriche ma anche quelle geometriche, permettendo la visualizzazione 2D e 3D dei modelli parametrici creati.

L'operazione base da effettuare per il caricamento dei dati nella suddetta piattaforma è quella di andare ad assegnare i diversi livelli di Autodesk Revit ai dati identificativi dell'edificio e dei piani in Archibus. Questo passaggio permette di far riconoscere al sistema informativo la base grafica su cui eseguire le operazioni di collegamento dei locali. Da qui si ritorna a discutere dell'assegnazione dei livelli nella fase di modellazione infatti, per la gestione di questi nella piattaforma ARCHIBUS risulta utile assegnare meno livelli possibili date le dimensioni del caso studio. Nella modellazione del terzo livello, come già esposto nel terzo capitolo, si è riscontrato il problema di collocamento dei locali e la conseguente creazione di questi ultimi relativa al solaio strutturale a quota +0,65 m da livello. Pertanto, al fine di risolvere tale problematica, risulterà necessario assegnare un nuovo livello da richiamare in Archibus per questo solaio strutturale e poi tracciare i locali della torre ovest, dove si presenta il solaio strutturale a livello terzo, ma che con tale passaggio sarà associato

al nuovo livello traslando il tracciamento del locale ad una quota inferiore (processo non possibile con l'innalzamento del locale dal livello tre in quanto si stacca da esso).

I test su ARCHIBAS che hanno portato a riscontrare questi problemi sono stati portati avanti in parallelo nelle attività di dottorato di ricerca dall'Ing. Andrea Barbero, con la quale ci si è confrontanti per il raggiungimento degli obiettivi preposti.

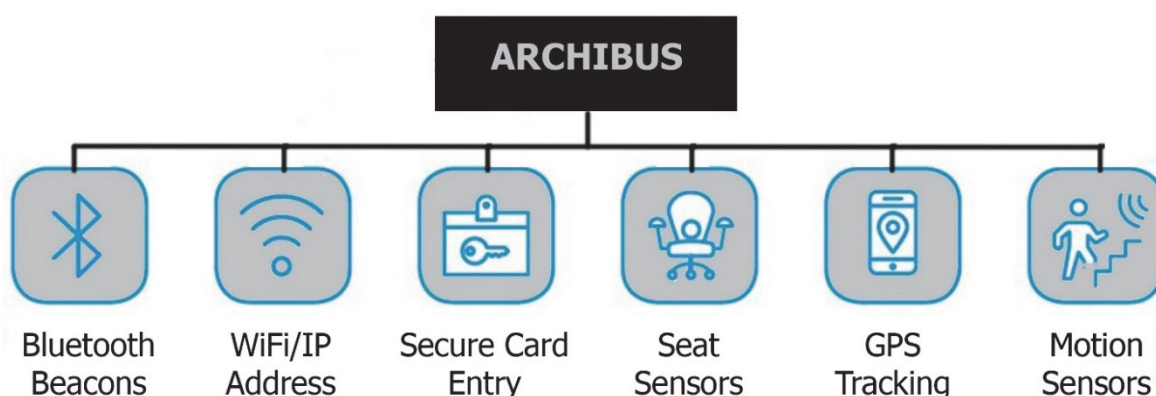


Figura 126 - Archibus per il Facility Management.

Passando invece all'estrapolazione di dati ed informazioni direttamente dal modello BIM; la gestione degli abachi in un modello risulta essere importante per la manipolazione e la visualizzazione di tutti i dati ad esso relativi. Gli schemi possono essere tranquillamente ripetuti per situazioni differenti e le tabelle possono essere aggiornate con l'inserimento di nuovi parametri. Ad esempio, si è ritenuto necessario ottenere un abaco relativo al numero di seggiolini presenti nel catino. Per **creare un abaco** è necessario selezionare in *View* la voce *Schedule/Quantities* dove si può scegliere il tipo di abaco che si vuole creare e le informazioni che esso deve contenere.

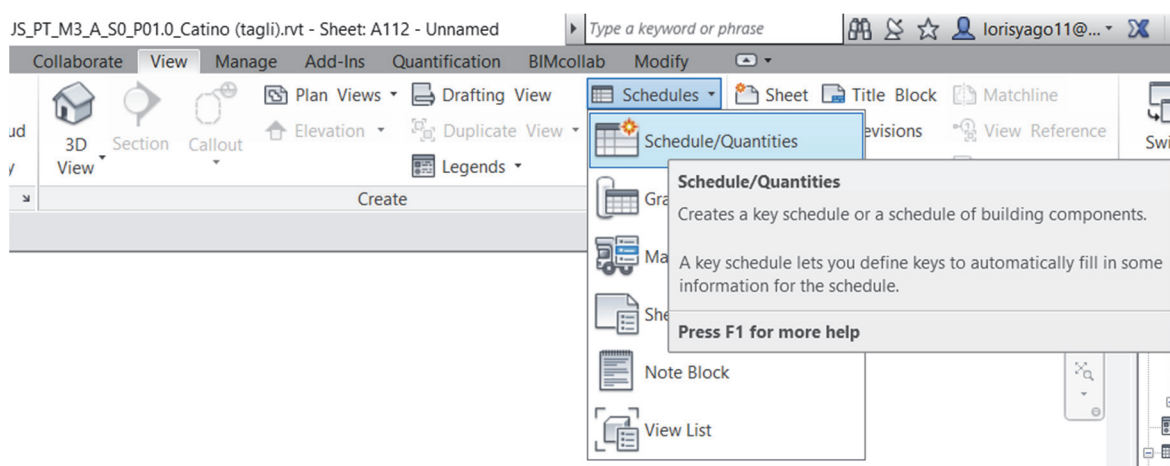


Figura 127 - Creazione abaco.

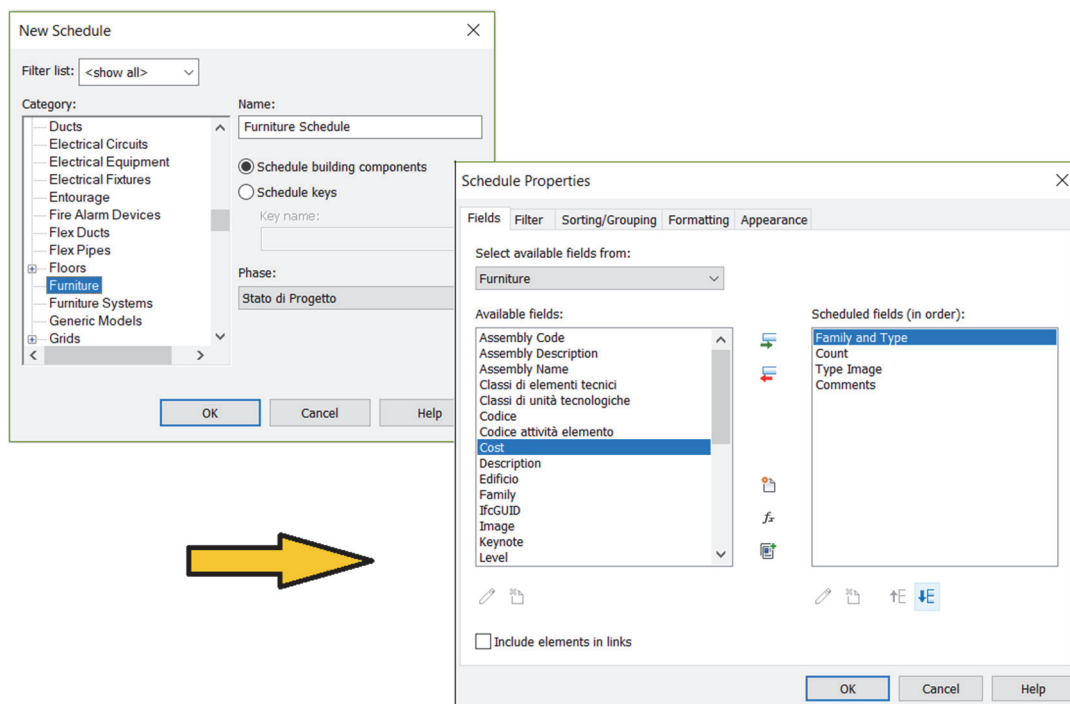


Figura 128 - Creazione nuova scheda per abaco seggiolini.

Una volta creato l'abaco si è andati ad esportarlo su un foglio di Excel grazie ad *Export Reports* in *File*. L'abaco viene creato come file di testo (.txt) che poi può essere facilmente aperto come file Excel.

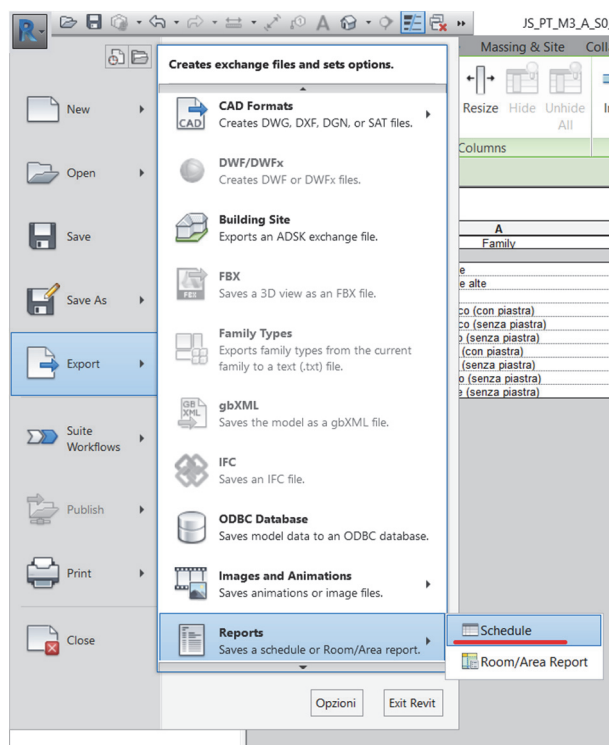


Figura 129 - Esportazione abachi.

Furniture Schedule - Seggiolini				
Family	Count	Type Image	Scheda tecnica	Comments
JS_PT_M3_A_S01_P01.0_Poltrone bianche	1810	2.1 LOD200+ poltrona bianca.PNG		
JS_PT_M3_A_S01_P01.0_Poltrone bianche alte	802	2.1 LOD200+ poltrona bianca alta.PNG		
JS_PT_M3_A_S01_P01.0_Poltrone nere	1607	2.1 LOD200+ poltrona nera.PNG		
JS_PT_M3_A_S01_P01.0_Seggiolino bianco (con piastra)	540	2.1 LOD200+ seggiolino bianco con piastra.PNG		
JS_PT_M3_A_S01_P01.0_Seggiolino bianco (senza piastra)	21655	2.1 LOD200+ seggiolino bianco senza piastra.PNG		
JS_PT_M3_A_S01_P01.0_Seggiolino giallo (senza piastra)	690	2.1 LOD200+ seggiolino giallo senza piastra.PNG		
JS_PT_M3_A_S01_P01.0_Seggiolino nero (con piastra)	1003	2.1 LOD200+ seggiolino nero con piastra.PNG		
JS_PT_M3_A_S01_P01.0_Seggiolino nero (senza piastra)	13751	2.1 LOD200+ seggiolino nero senza piastra.PNG		
JS_PT_M3_A_S01_P01.0_Seggiolino rosso (senza piastra)	65	2.1 LOD200+ seggiolino rosso senza piastra.PNG		
JS_PT_M3_A_S01_P01.0_Seggiolino verde (senza piastra)	65	2.1 LOD200+ seggiolino verde senza piastra.PNG		

Tabella 11 - Abaco per conteggio seggiolini esportato in Excel.

L'abaco per il conteggio dei seggiolini può anche essere stampato direttamente su fogli di impaginazione di Autodesk Revit, ottenendo una visualizzazione diretta della presentazione del tipo di seggiolino. Qui sotto si riporta l'immagine del risultato nell'area di progetto.

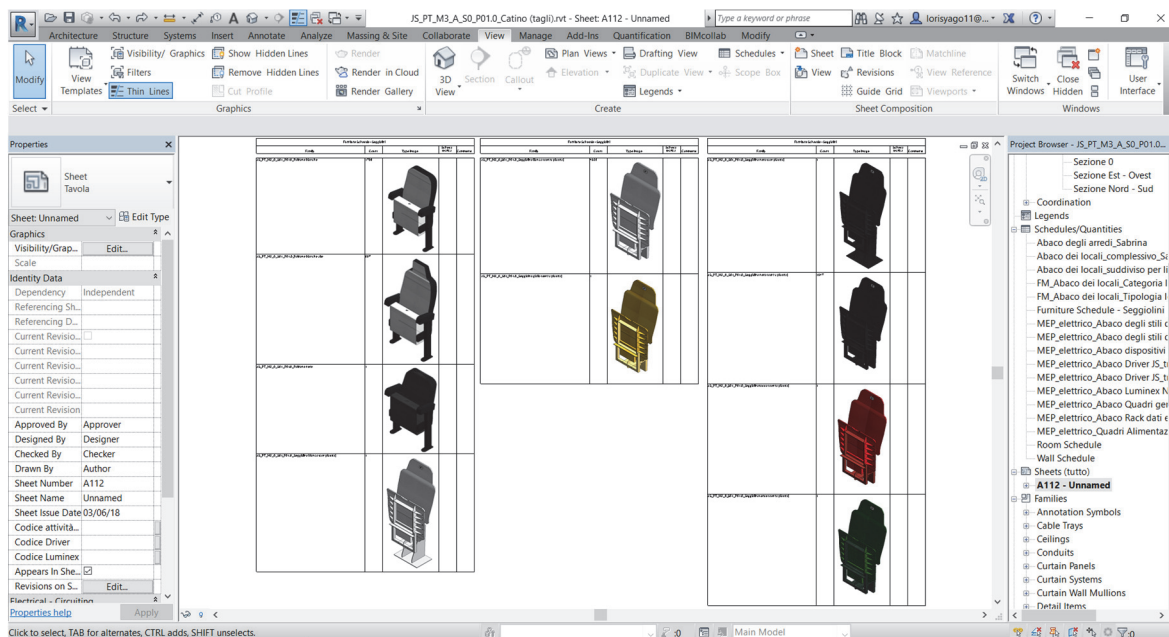


Figura 130 - Abaco per conteggio seggiolini con immagine di riferimento della tipologia di seggiolini di cui si effettua il conteggio.

Questo procedimento può essere ripetuto per qualsiasi tipologia di arredamento e non, ottenendo come risultato il conteggio diretto di tutti gli elementi e, come mostrato in tabella, si possono aggiungere informazioni utili come l'indicazione sulle schede tecniche di riferimento o i QR code che richiamano informazioni utili sull'oggetto.

Prendendo in considerazione il livello 3 modellato, si possono estrarre da esso diverse informazioni grazie all'utilizzo degli **abachi di Autodesk Revit**. Un esempio di abaco realizzato è quello che raccoglie le informazioni sui muri modellati. Per ottenere l'abaco completo delle pareti sono stati inseriti diversi parametri, che possono anche essere affiancati dall'aggiunta di nuovi a seconda delle esigenze, che sono:

- Family and Type: raccoglie il nome e il tipo di famiglia;
- Classe di unità tecnologica;
- Unità tecnologiche;
- Classi di elementi tecnici;
- Area e volume;
- Elemento strutturale: nel caso in cui si abbia riscontrato la presenza di una parete strutturale (setto);
- REI: se la parete ha caratteristiche di resistenza al fuoco.

Negli allegati è presente un esempio di abaco in cui si elencano le principali tipologie di muri utilizzati nella modellazione. Tale tabella però costituisce solo un esempio riassuntivo del risultato vero dell'abaco, in quanto sono presenti solamente le voci principali escludendo tutte le voci di pareti che si ripetono con la stessa codifica.

Successivamente è stato realizzato un altro abaco relativo alle informazioni sui locali modellati, prendendo in considerazione i seguenti parametri:

- Livello di riferimento;
- Codice locale esistente: riporta il codice assegnato sui CAD al locale;
- Codice FM: viene assegnato un nuovo codice per fini di gestione dei locali;
- Utilizzo;
- Categoria;
- Tipologia;
- Area;
- Volume.

Tra gli allegati è stato riportato un abaco relativo alle informazioni dei locali della torre ovest. Anche in questo caso è necessario sottolineare che possono essere aggiunte numerose informazioni all'abaco creato per i locali e può essere fatta una distinzione tra

abaco locale indicativo dello stato di fatto e abaco locale in fase di progetto (raggruppante informazioni ricavate da rilievo in sito). In fase di rilievo infatti possono essere raggruppate informazioni inseribili direttamente dal file Excel del rilievo:

- Data e team che svolge le attività di rilievo;
- Codici generici;
- Accessibilità del locale per i rilievi;
- Accessibilità del locale per il pubblico;
- Tipologie di finiture di pavimento e pareti;
- Presenza e finitura del controsoffitto;
- Dati di rilievo;
- Eventuale numero di occupanti del locale;
- Descrizioni;
- Dati sull'impianto elettrico;
- Dati sull'impianto meccanico;
- Dati sull'impianto antincendio.

Un altro set di informazioni estraibili dal modello riguarda le **schede di informazione degli elementi** modellati, che consentono una facile interpretazione del modello in fase gestionale e manutentiva. A tal proposito vengono riprese le definizioni di LOD precedentemente esposti, che seguendo la normativa italiana (UNI11337:2017) sono stati interpretati e distinti in LOG e LOI. I parametri inseriti sono stati definiti sulla base delle esigenze della committenza e schematizzati in specifiche schede riepilogative. Seguendo dunque le indicazioni derivanti dalle decisioni prese da Juventus secondo le proposte effettuate dal laboratorio Drawing TO the future, si è andati a realizzare una scheda relativa al trattamento delle informazioni dei seggiolini presenti all'interno del catino dello stadio.

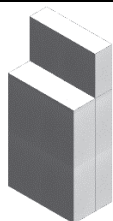
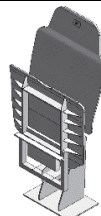
JS_PT_M3_A_S01_P01.0_Seggiolino bianco con piastra					Famiglia caricabile	
LOD C+						
			Geometria	Oggetto	Restituzione grafica	
LOG	LOG A	basso	Elemento rappresentato in 2D. Visibilità in pianta.	Simboli grafici 2D		
	LOG C	medio	Elemento rappresentato mediante solido di estrusione abbozzato.	Solido 3D		
	LOG F	alto	Elemento rappresentato mediante dati da scheda tecnica.	Solido 3D complesso		
			Parametro	Descrizione		
LOI	CREAZIONE	Classe di unità tecnologica	Parametri UNI 8290	Elementi funzionali omogenei, raggruppati per funzione prevalente, per continuità fisica e funzionale		
		Unità tecnologica		Insiemi di elementi tecnici che rappresentano funzioni finalizzate al soddisfacimento di esigenze dell’utenza.		
		Classi elementi tecnici		Classi di prodotti che assolvono a funzioni proprie di una o più classi tecnologiche.		
		Scheda tecnica	Contiene collegamento URL della scheda tecnica del seggiolino.			
		RGB	Contiene le informazioni relative alla tonalità di colore.			
		Codifica seggiolino	Codice relativo alla tipologia di seggiolino creato			
	GESTIONE	Asset Code	Codice manutentivo derivato da diversi codici; definito con la committenza.			
		Settore	Informazione relativa alla posizione del seggiolino in un determinato settore del catino			
		Fila	Informazione relativa alla posizione del seggiolino in una determinata fila di un settore del catino.			
		N°	Informazione relativa al n° assegnato al seggiolino			
		Ancoraggi	Definizione del tipo di ancoraggio, materiale ed eventualmente presenza di URL per la scheda tecnica			
		Telaio strutturale	Definizione del tipo di ancoraggio, materiale ed eventualmente presenza di URL per la scheda tecnica			
		Scocca	Definizione del tipo di ancoraggio, materiale ed eventualmente presenza di URL per la scheda tecnica			
		Dossier/Guida	URL per scheda installazione, manutenzione e dismissione			
Produttore	Informazioni identificative del produttore					
Manutentore	Informazioni identificative manutentore					

Tabella 12 - Scheda elemento - seggiolino.

6. Conclusioni e sviluppi futuri

Nel presente elaborato ci si è posti l'obiettivo di specificare e testare alcune delle potenzialità della metodologia BIM applicata ad un caso studio complesso come l'Allianz Stadium. Lo scopo principale perseguito è stato quello di andare a testare degli strumenti che di fatto semplificano ed automatizzano i processi di modellazione in modo tale da fornire delle solide basi su cui poi andare a testare strumentazioni tecnologiche per la gestione e la manutenzione. Il tutto infatti ruota attorno lo sviluppo della metodologia BIM per evolvere i processi di gestione dell'edificio e le attività di Facility Management.

Il primo passo è stato quello di affrontare la realizzazione di un modello federato a cui linkare diversi modelli distinti per categorie. In particolare, è stata realizzata la modellazione del terzo livello dello stadio in cui sono state risolte diverse problematiche legate alla loro realizzazione come la gestione delle vetrate degli skybox e le pendenze dei pavimenti nei cortili interni all'aperto. Ciò è stato fatto con l'obiettivo di collegare il terzo livello ad un modello di coordinamento finalizzato a ricreare l'intera struttura all'interno di un unico modello dalle dimensioni contenute, finalizzato alla gestione delle attività manutentive.

Terminate le attività di modellazione, sono state progettate e definite le attività di rilievo di una porzione dello stadio, finalizzate all'incremento del livello di affidabilità del modello creato. A seguire, è stata inoltre affrontata l'attività di modellazione delle famiglie dei seggiolini presenti nel catino dello stadio. Tali operazione sono state effettuate a partire da un livello di dettaglio di LOD200+ per la modellazione architettonica, mentre per la modellazione dei seggiolini sono stati considerati diversi LOD, sviluppati secondo la nuova classificazione italiana UNI11337:2017 in livelli di dettaglio grafico (LOG) e livelli di informazioni (LOI). Questa serie di attività ha consentito l'incremento delle informazioni all'interno del DB dell'edificio esistente, da cui possono poi essere estrapolate informazioni, gestiti i dati che lo compongono aggiornandoli di continuo.

Tenendo in considerazione lo schema di strutturazione del progetto, dovrà essere ulteriormente implementata la parte architettonica dello stadio, passando poi alla realizzazione dei modelli strutturali, meccanici ed elettrici, con l'obiettivo di creare un modello di coordinamento raggruppante tutte le informazioni, che risulta al tempo stesso interrogabile e soggetto ad upgrade costanti durante l'intero ciclo di vita dell'edificio.

Nella parte centrale del documento ci si è concentrati sull'automazione per lo sviluppo di elementi complessi quali il catino, ottenendo in pochi passi e in breve tempo un elemento strutturale che riproduce fedelmente l'esistente. Da qui si è passati all'automazione per il

posizionamento degli scalini e infine delle diverse tipologie di seggiolini, riuscendo in breve tempo a posizionare 41507 sedili. Un primo passo possibile sviluppo futuro è rappresentato dal perfezionamento dello script di posizionamento dei seggiolini, provando a cercare un modo per posizionare le famiglie diverse che compongono le varie coreografie del catino tramite uno script in grado di leggere il CAD a disposizione e quindi andare a posizionare la famiglia corretta secondo le indicazioni dei colori oppure considerando i settori delle tribune. È stato inoltre sviluppato uno script che consente di estrapolare le coordinate dei seggiolini con lo scopo di fornire una base per dei futuri test inerenti l'installazione di dispositivi di trasmissione dati quali i Beacon e per fornire delle informazioni utili alla compilazione dei report richiesti da UEFA e Serie A. Per i primi sarebbe interessante testare le loro potenzialità di interazione con i dispositivi mobili, provando a sviluppare le applicazioni mobile sia per i tifosi che per gli addetti ai lavori. Inoltre, sarebbe necessario andare a studiare le potenze e i raggi d'azione dei singoli Beacon per l'installazione nei seggiolini e la copertura di ognuno nei settori del catino. Per i report invece si potrebbe affrontare la gestione dei dati e delle informazioni, legate alla compilazione di tali schede per le manifestazioni sportive, direttamente da modello. Per esempio, si possono estrarre dati su:

- Informazioni di carattere generale;
- Disponibilità e agibilità dello stadio;
- Requisiti infrastrutturali;
- Misure di Safety&Security;
- Informazioni su aspetti ambientali.



Figura 131 - Mappa settori stadio. (fonte: <https://www.sesei.it/juventus/mappa-stadio/>).

Altro obiettivo lasciato agli sviluppi futuri è la manutenzione dei pannelli di facciata, in quanto grazie a Dynamo può essere affrontato un discorso di automazione per la

modellazione della struttura portante in acciaio e dei pannelli compositi in alluminio di varie sfumature di grigio e bianco ideati dal designer Fabrizio Giugiaro, puntando ad avere un piano di manutenzione ciclico a campionamento dei pannelli.

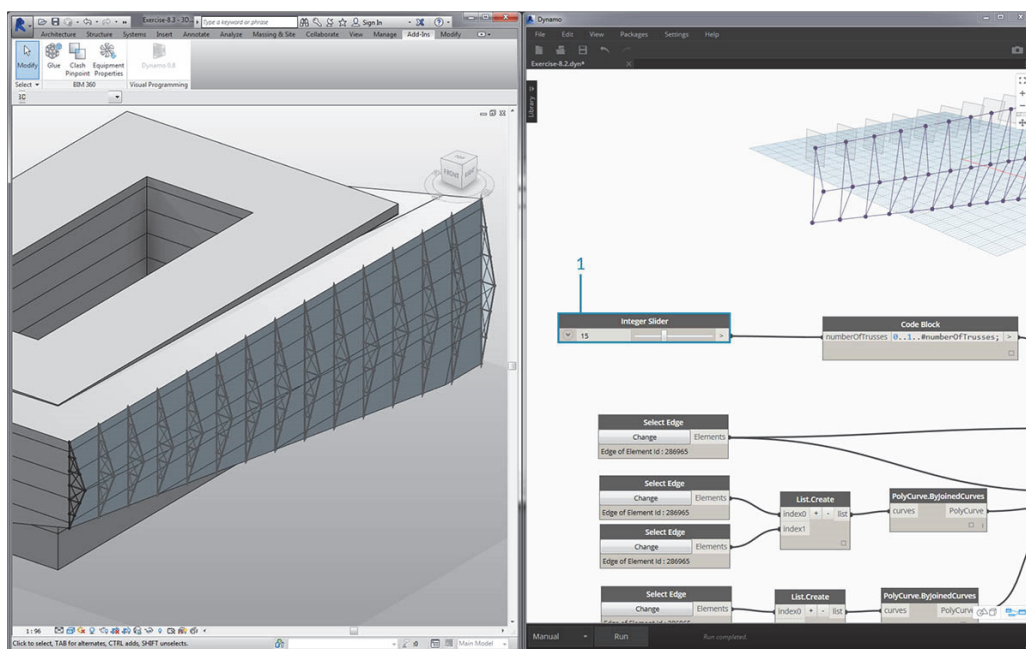


Figura 132 - Esempio di realizzazione di facciate a struttura metallica. (fonte: http://DYNAMOprimer.com/en/08_DYNAMO-for-AUTODESK-REVIT/8-4_Creating.html)

Come già introdotto nel capitolo primo del testo, le attività svolte riguardano una piccola porzione dello sviluppo della tematica del Facility Management con metodologia BIM per l'Allianz Stadium. Si potrebbe inoltre pensare di simulare configurazioni differenti riguardanti gli impianti, la sicurezza antincendio e la disposizione degli arredi, magari introducendo strumenti di Virtual Reality o di Augmented Reality.

L'introduzione della Realtà Aumentata e della Realtà Virtuale da testare sul modello BIM descritto potrà consentire inoltre una serie di studi sulla configurazione degli ambienti interni ed esterni.

L'obiettivo finale dunque sarà quello di passare dallo Juventus Stadium ad un Allianz Stadium 2.0, al passo con la tecnologia e sempre più user-friendly, con obiettivi finali quelli mostrati nella seguente immagine. (15)

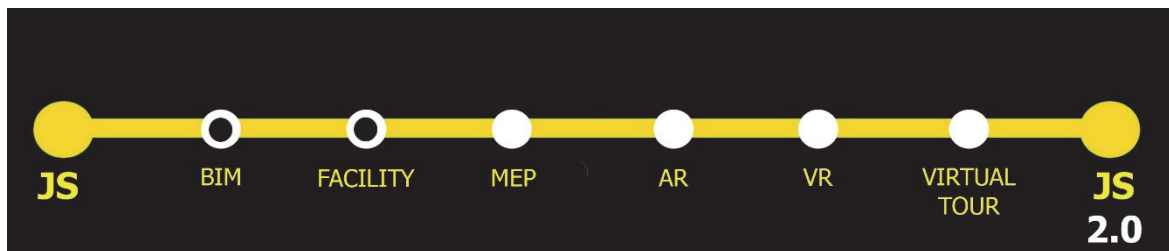


Figura 133 - Immagine schematizzante gli obiettivi da sviluppare per ottenere l'Allianz Stadium 2.0.

7. Bibliografia e Sitografia

Bibliografia

1. **Osello, Anna, et al.** *"Building Information Modelling, geographic information system, augmented reality per il Facility Management"*. Palermo : Dario Flaccovio Editore, 2015.
2. **Osello, Anna e Ugliotti, Francesca Maria.** *"BIM verso il catasto del futuro - Conoscere, digitalizzare, condividere"*. Roma : Gangemi Editore, 2017.
3. **BS1192:2007+A2:2016.** *"Collaborative production of architectural, engineering and construction information - Code of practice"*.
4. **PAS1192-2:2013.** *"Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling"*.
5. **PAS1192-3:2014.** *"Specification for information management for the operational phase of assets using building information modelling"*.
6. **PAS1192-5:2015.** *Specification for security-minded building information modelling, digital built environments and smart asset management"*.
7. **UNI8290:1981.** *"Edilizia residenziale - sistema tecnologico - classificazione e terminologia"*.
8. **UNI11337:2017.** *"Edilizia e opere di ingegneria civile - Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni"*.
9. **Bertona, Sabrina Antonella.** *"Utilizzo della Realtà Virtuale ed Aumentata dello Juventus Stadium"*. Torino : Tesi di Laurea Magistrale, 2016.
10. **Barbero, Andrea.** *"BIM4D - Pianificazione e gestione della manutenzione: il caso studio dello Juventus Stadium"*. Torino : Tesi di Laurea Magistrale, 2016.
11. **Serra, Massimiliano.** *"Metodologia BIM: pianificazione, gestione e linee guida per il Facility Management dell'Allianz Stadium"*. Torino : Tesi di Laurea Magistrale, 2017.

Sitografia

12. **JUVENTUS.** *JUVENTUS Sito Ufficiale*. [Online] [Riportato: 22 02 2018.] <http://www.juventus.com/it/news/news/2017/chiamatelo-allianz-stadium.php>.
13. **WIKIPEDIA.** ALLIANZ STADIUM (TORINO). [Online] [Riportato: 22 02 2018.] [https://it.wikipedia.org/wiki/Allianz_Stadium_\(Torino\)](https://it.wikipedia.org/wiki/Allianz_Stadium_(Torino)).
14. **Majowiecki** – “*Structural Architecture*”. [Online] [Riportato: 22 02 2018.] <http://www.majowiecki.com/studio/wp-content/uploads/2011/10/2011-La-copertura-sospesa-del-nuovo-stadio-della-Juventus-a-Torino1.pdf>.
15. **DrawingTOtheFuture.** “Brochure Juventus. *BIM 4 JUVENTUS STADIUM*”. Torino, 2015.
16. **AUTODESK A360.** [Online] [Riportato: 03 03 2018.] <http://help.autodesk.com/view/ADSK360/ITA/?guid=GUID-20B332B9-B8B7-4C22-81C0-C90FB8F781E9>.
17. **the m. point of view.** [Online] [Riportato: 02 03 2018.] <http://www.thempoint.com/bim-software-dynamo>.
18. **DYNAMO.** “*The Dynamo Primer*”. [Online] [Riportato: 12 12 2017.] <http://dynamoprimer.com/en/>.
19. **SINTESI FORMA.** [Online] [Riportato: 02 03 2018.] <https://sintesiforma.it/dynamo-il-plug/>.
20. **Medium.** [Online] [Riportato: 02 03 2018.] <https://medium.com/autodesk-university/improve-your-team-efficiency-20-practical-uses-of-dynamo-for-revit-f5f4a6313ab8>.
21. **Parametric Monkey.** [Online] [Riportato: 01 12 2017.] <https://parametricmonkey.com/2017/10/23/seating-bowl/#comments>.
22. **NEARIT.** [Online] [Riportato: 05 03 2018.] <https://www.nearit.com/it/cosa-sono-i-beacon/>.
23. **BUSINESS INSIDER.** [Online] [Riportato: 05 03 2018.] <http://www.businessinsider.com/beacons-are-thriving-in-sports-arenas-2016-8?IR=T>.
24. **openpl@n.**
[Online],[Riportato: 06 05 2018.]
http://www.openplan.it/index.php?option=com_content&view=article&id=17&Itemid=119
25. **INGENIO.** “*ingenio - informazione tecnica e progettuale*”. [Online] [Riportato: 24 02 2018.] <https://www.ingenio-web.it/5692-il-bim-e-il-concetto-di-dettaglio-e-lod>.

- 26. *BibLus-net*.** [Online] [Riportato: 24 02 2018.] <http://biblus.acca.it/i-processi-bim-secondo-le-pas-1192-2-e-bs-1192/>.
- 27. *BibLus-net*.** [Online] [Riportato: 24 02 2018.] <http://biblus.acca.it/focus/ifc-cose-e-quali-sono-i-vantaggi/>.
- 28. *iBimi*.** [Online] [Riportato: 24 02 2018.] <http://www.ibimi.it/lezione-5-metodologie-di-scambio-dati/>.
- 29. *BibLus-net*.** [Online] [Riportato: 24 02 2018.] <http://biblus.acca.it/bim-modello-virtuale-bs-1192-e-pas-1192-2/>.
- 30. *Autodesk Knowledge Network*.** [Online] [Riportato: 25 02 2018.] <https://knowledge.autodesk.com/it/support/revit-products?sort=score>.

8. Allegati

Codifica muri		
ABACO AS-BUILT	MODELLO BIM	DESCRIZIONE AS-BUILT
CA	M02	STRUTTURA IN CLS armato - sp. variabile
-	M04	STRUTTURA IN ACCIAIO - sp. variabile
-	M05	PARETE VETRATA (FACCIATA CONTINUA) - sp.variabile
-	M07	MURI CONTROTERRA
M00	M08	MURATURA ESISTENTE - sp. Variabile
-	M09	MURI ESTERNI - adiacenti a Museo Livello 3 - no informazioni
M01	M06	MURATURA ESISTENTE IN BLOCCHI FORATI DI CALCESTRUZZO EGGERO DI ARGILLA ESPANSA - CERTIFICATI REI 120 - dim. 20 x 20 x 50 cm
M02	M01	TRAMEZZO IN LATERIZI FORATI ALLETTATI CON MALTA BASTARDA E CON INTONACO IN MALTA CEMENTIZIA A RUSTICO - sp. 8 cm
M03	M01	TRAMEZZI IN LATERIZI FORATI ALLETTATI CON MALTA BASTARDA E CON INTONACO IN MALTA CEMENTIZIA A RUSTICO - sp. 12 cm
M04	M06	MURATURA IN BLOCCHI FORATI DI CALCESTRUZZO LEGGERO DI ARGILLA ESPANSA - dim. 20 x 20 x 50 cm
M05	M06	MURATURA IN BLOCCHI FORATI DI CALCESTRUZZO LEGGERO DI ARGILLA ESPANSA - CERTIFICATI REI 120 - dim. 20 x 20 x 50 cm
M06	M06	MURATURA IN BLOCCHI FORATI DI CLS LEGGERO DI ARGILLA ESPANSA - CERTIFICATI REI 120 - dim. 12 x 20 x 50 cm
M07	M06	MURATURA IN BLOCCHI FORATI DI CLS LEGGERO DI ARGILLA ESPANSA - dim. 12 x 20 x 50 cm
M08	M06	MURATURA IN BLOCCHI FORATI DI CALCESTRUZZO LEGGERO DI ARGILLA ESPANSA - dim. 25x 25 x 50 cm
M09	M06	MURATURA IN BLOCCHI FORATI DI CALCESTRUZZO LEGGERO DI ARGILLA ESPANSA - CERTIFICATI REI 120 - dim. 25x 25 x 50 cm
Mxx*	-	FINITURA FACCIA A VISTA
C01	M03	LASTRA IN GESSO GYPROC WALLBOARD 13 - sp. 12,5 mm STRUTTURA + ISOLANTE IN LANA DI VETRO URSA TWP 1 - sp. 5,00 cm LASTRA IN GESSO GYPROC WALLBOARD 13 - sp. 12,5 mm
C02	M03	LASTRA IN GESSO GYPROC WALLBOARD 13 - sp. 12,5 mm STRUTTURA MURATURA DI ALTRA NATURA (setti in c.a./blocchi in Cls/laterizi...)
C03	M03	DOPPIA LASTRA IN GESSO GYPROC WALLBOARD 13 - sp. 12,5 +12,5 mm STRUTTURA ISOLANTE IN LANA DI VETRO URSA TWP 1 - sp. 5,00 cm STRUTTURA DOPPIA LASTRA IN GESSO GYPROC WALLBOARD 13 - sp. 12,5 +12,5 mm
C04	M03	DOPPIA LASTRA IN GESSO GYPROC WALLBOARD 13 - sp. 12,5 +12,5 mm STRUTTURA + ISOLANTE IN LANA DI VETRO URSA TWP 1 - sp. 5,00 cm MURATURA DI ALTRA NATURA (setti in c.a./blocchi in cls/laterizi...)
C05	M03	LASTRA IN GESSO GYPROC WALLBOARD 13 - sp. 12,5 mm STRUTTURA (con o senza) PILASTRO IN C.A.
C06	M03	LASTRA IN GESSO GYPROC WALLBOARD 13 - sp. 12,5 mm MURATURA DI ALTRA NATURA (setti in c.a./blocchi in cls/laterizi...)
C07	M03	LASTRA IN GESSO GYPROC WALLBOARD 13 - sp. 12,5 mm STRUTTURA + ISOLANTE IN LANA DI VETRO URSA TWP 1 - sp. 50 mm MURATURA DI ALTRA NATURA (setti in c.a./blocchi in cls/laterizi...)

Codifica muri		
ABACO AS-BUILT	MODELLO BIM	DESCRIZIONE AS-BUILT
C08	M03	LASTRA IN GESSO GYPROC WALLBOARD 13 - sp. 12,5 mm STRUTTURA
C09	M03	LASTRA IN GESSO GYPROC WALLBOARD 13 - sp. 12,5 mm STRUTTURA LASTRA IN GESSO GYPROC WALLBOARD 13 - sp. 12,5 mm
C10	M03	LASTRA IN GESSO GYPROC WALLBOARD 13 - sp. 12,5 mm STRUTTURA + ISOLANTE IN LANA DI VETRO URSA TWP 1 - sp. 8,00 cm MURATURA DI ALTRA NATURA (setti in c.a./blocchi in cls/laterizi...)
C11	M03	DOPPIA LASTRA IN GESSO GYPROC WALLBOARD 13 CON INTERPOSTO INSERTO METALLICO A "C" - sp. 12,5+12,5 mm MURATURA DI ALTRA NATURA (setti in c.a./blocchi in cls/laterizi...)
C12	M03	LASTRA IN GESSO GYPROC WALLBOARD 13 - sp. 12,5 mm STRUTTURA + ISOLANTE IN LANA DI VETRO URSA TWP 1 - sp. 80 mm MURATURA DI ALTRA NATURA (setti in c.a./blocchi in cls/laterizi...)
C13	M03	LASTRA IN GESSO GYPROC WALLBOARD 13 (interno palco) - sp. 12,5 mm STRUTTURA + ISOLANTE IN LANA DI VETRO URSA TWP 1 - sp. 50 mm LASTRA IN GESSO GYPROC WALLBOARD 13 (interno palco) - sp. 12,5 mm LASTRA IN GESSO GYPROC HYDRO13 (interno palco) - sp. 12,5 mm
C14	M03	DOPPIA LASTRA IN GESSO GYPROC WALLBOARD 13 CON INTERPOSTO INSERTO METALLICO A "C" - sp. 12,5 +12,5 mm STRUTTURA + ISOLANTE IN LANA DI VETRO URSA TWP 1 - sp. 80 mm MURATURA DI ALTRA NATURA (setti in c.a./blocchi in cls/laterizi...)
C15	M03	LASTRA IN GESSO GYPROC WALLBOARD 13 (interno palco) - sp. 12,5 mm STRUTTURA + ISOLANTE IN LANA DI VETRO URSA TWP 1 - sp. 50 mm MURATURA DI ALTRA NATURA (setti in c.a./blocchi in cls/laterizi...)
C16	M03	DOPPIA LASTRA IN GESSO GYPROC WALLBOARD 13 CON INTERPOSTO INSERTO METALLICO A "C" (interno palco) - sp. 12,5 +12,5 mm STRUTTURA + ISOLANTE IN LANA DI VETRO URSA TWP 1 - sp. 50 mm DOPPIA LASTRA IN GESSO GYPROC WALLBOARD 13 CON INTERPOSTO INSERTO METALLICO A "C" (interno palco) - sp. 12,5 +12,5 mm
C17	M03	DOPPIA LASTRA IN GESSO GYPROC WALLBOARD 13 CON INTERPOSTO INSERTO METALLICO A "C" (interno palco) - sp. 12,5+12,5 mm STRUTTURA + ISOLANTE IN LANA DI VETRO URSA TWP 1 - sp. 50 mm MURATURA DI ALTRA NATURA (setti in c.a./blocchi in cls/laterizi...)
C18	M03	DOPPIA LASTRA IN GESSO GYPROC FIRELINE 15 - sp. 12,5+12,5 mm MURATURA DI ALTRA NATURA (setti in c.a./blocchi in cls/laterizi/carpenteria metallica...)

NOTE

A livello di spessore della finitura manteniamo l'assunzione che sia sempre 2 cm, anche se la pittura (R13 per esempio) non è su uno strato di intonaco ma su una faccia a vista.

Codifica rivestimenti muri			
ABACO AS-BUILT	MODELLO BIM	SPESSORI [cm]	DESCRIZIONE AS-BUILT
R01	R01	2	INTONACO CEMENTIZIO SAINT-GOBAIN PRONTOCEM TOP, sp. 2 cm CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO: A1
R03	R03	2	CERAMICA MONOCOTTURA DI IMOLA - mod. AQUA - colori: 30DW+30DG - dim. 30x30 cm - sp. 7,3 mm CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO: -
R07	R07	2	TAPPEZZERIA AGENA - mod. JUVENTUS CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO: -
R08 ** ***	R08	2	RIVESTIMENTO IN DOGHE DI LEGNO SU PANNELLO IN MDF IGNIFUGATI CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO: B-s2,d0
R11	R11	2	TINTEGGIATURA PER ESTERNI
R12	R12	2	PITTURA LAVABILE PER INTERNI
R13	R13	2	SMALTO ACRILICO ALL'ACQUA CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO: -
R18	R18	2	CONTROPARETI IN VETRO TEMPERATO E VERNICIATO CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO: -
R1* **	R19	2	RIVESTIMENTO MURALE SOIE VP 620 40
R2* **	R20	2	RIVESTIMENTO MURALE SOIE VP 620 61
R3* **	R21	2	TINTEGGIATURA ACRILICA PER INTERNI
R4* **	R22	2	TINTEGGIATURA ACRILICA PER ESTERNI (RAL 7035)
R5* **	R23	2	TINTEGGIATURA ACRILICA PER ESTERNI (RAL 7037)
R6* **	R24	2	TINTEGGIATURA ACRILICA PER ESTERNI (nero)
R7* **	R25	2	RIVESTIMENTO IN CERAMICA SMALTATA MODELLO IMOLA CERAMICA dim. 30x30 - sp. 7 mm - colore DG/W
R8* **	R26	2	RIVESTIMENTO IN PVC ONYX FR ref. 23539
R9* **	R27	2	RIVESTIMENTO IN PIASTRELLE BISELLATE VOGUE 20X100 BIANCHE CON SGUSCIO A 5 cm

NOTE

* Codice ricavato da Livello 5 - successive modifiche - Legends - As Built Edile

** Spessore non rilevabile da As Built

*** Spessore da rivedere

Dove non indicato con ** lo spessore è variabile, per TUTTI i rivestimenti si è attribuito un valore di 2 cm.

Codifica pavimenti			
ABACO AS-BUILT	MODELLO BIM	SPESSORI [cm]	DESCRIZIONE AS-BUILT
P01	P01	2	BATTUTO DI CEMENTO CON SPOLVERO AL QUARZO ED ANTIPOLVERE CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO: 0
P03	P03	2	PAVIMENTO IN TELI DI GOMMA di MONDO - mod. IDEA DECORS/ONE - sp. 3 mm - colore: vedi tavola rivestimenti CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO: BFL-s1
P04	P04	2	PAVIMENTO GALLEGGIANTE IN QUADROTTE CON RIV. IN GOMMA di MONDO - mod. IDEA ONE - dim. 60x60 cm - colore: vedi tavola rivestimenti - CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO: BFL-s1
P05	P05	2	BATTUTO CEMENTIZIO CON RESINA EPOSSIDICA - sp. < 0,6 mm CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO: 0
P06	P06	2	PAVIMENTAZIONE IN LAMINATO di VIRAG - mod. QUICK STEP Largo - colore: 1282 CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO: CFL-s1
P10	P10	2	GRES FINE PORCELLANATO DI IMOLA CERAMICA - mod. INDUSTRIA (R9) - dim. 30x30 cm - colore: TOP 35 CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO: -
P12	P12	2	ASFALTO CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO: -
P14 **	P14	2	MANTO ERBOSO CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO: -
P18	P18	2	GRES PORCELLANATO DI IMOLA CERAMICA - mod. MICRON R NATURALE (R9) - dim. 30x30 cm - colore: 30DG CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO: -
P19	P19	2	GRES PORCELLANATO DI IMOLA CERAMICA - mod. MICRON R RUSTICO (R10) - dim. 30x60 cm - colore: R36DG CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO: -
P20	P20	2	MANTO DI ERBA SINTETICA CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO: -
P22	P22	2	MOQUETTE IN POLIAMMIDE di EGE - mod. EPOCA TITANIUM - colore: verde CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO: CFL-s1
P23	P23	2	GRES FINE PORCELLANATO DI IMOLA CERAMICA - mod. ALTAIR - dim. 60x60 cm - colore: W Finitura naturale CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO: -
P24	P24	2	PAVIMENTO IN GOMMA A BOLLI di MONDO - mod. EXTRA CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO: BFL-s1
P1*	P01	2	PAVIMENTO IN BATTUTO DI CEMENTO CON SPOLVERO AL QUARZO ED ANTIPOLVERE
P2*	P25	2	PAVIMENTAZIONE IN ROVERE ASPEN 4V
P3*	P26	2	PAVIMENTAZIONE IN ROVERE SAN DIEGO 4V
P4*	P18	2	GRES PORCELLANATO DI IMOLA CERAMICA - mod. MICRON - colore: 30DG - dim. 30x30 cm - sp. 8 mm - scivolosità: R9
P5*	P05	2	BATTUTO CEMENTIZIO CON FINITURA IN RESINA EPOSSIDICA
P6*	P27	2	PVC FORBO 8202

NOTE

* Codice ricavato da Livello 5 - successive modifiche - Legends - As Built Edile

** Spessore da rivedere

Spessore attribuito pari a 2 cm

Codifica controsoffitti			
ABACO AS-BUILT	MODELLO BIM	SPESSORI [cm]	DESCRIZIONE AS-BUILT
S01	S01	6.5	CONTROSOFFITTO IN LASTRE DI GESSO di GYPROC - mod. WALLBOARD 13 - sp. 13 mm CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO: A2-s1, d0
S02	S02	6.5	CONTROSOFFITTO IN FIBRA (STRUTTURA A VISTA) di KNAUF AMF THERMATEX - mod. Schlicht - dim. 60x60 cm CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO: A2-s1, d0
S03	S03	6.5	CONTROSOFFITTO IN FIBRA (STRUTTURA NASCOSTA) di KNAUF AMF THERMATEX - mod. Schlicht - dim. 60x60 cm CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO: A2-s1, d0
S04	S04	6.5	CONTROSOFFITTO IN PANNELLI IN MDF di STARK DESIGN - mod. MEDILAND M1 - dim. 60x60 cm CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO: B-s2, d0
S05	S05	6.5	CONTROSOFFITTO IN PANNELLI IN LAMIERA STIRATA di PROMETAL - mod. PSV/APP - dim. 60x60cm CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO: A1
S06	S06	6.5	CONTROSOFFITTO IN PANNELLI DI ACCIAIO ZINCATO di PROMETAL - mod. PSV/158 - dim. 60x60 cm CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO: A1
S11	S11	6.5	CONTROSOFFITTO ANTUMIDO IN LASTRE DI CARTONGESSO di GYPROC HYDRO13 CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO: A2-s1, d0
S12	S12	6.5	COPERTURA IN LAMIERA GRECATA A VISTA ISOLPACK DELTA 5A - sp.5 cm CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO: non richiesta
S13	S13	6.5	RIVESTIMENTO IN DOGHE DI LEGNO SU PANNELLO IN MDF IGNIFUGATI CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO: B-s2,d0
S14	S14	6.5	CONTROSOFFITTO IN LASTRE DI DI GESSO di GYPROC LISAPLAC M0 BA13 CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO: A1
S15	S15	6.5	CONTROSOFFITTO IN LASTRE DI GESSO di GYPROC FIRELINE 15 CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO: A2-s1, d0
S16	S16	6.5	CONTROSOFFITTO IN LASTRE DI GESSO ALLEGGERITO di KNAUF SOFIPAN, MOD. MICHELANGELO CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO: A1
S17	S17	6.5	CONTROSOFFITTO IN LASTRE DI GESSO di KNAUF FIREBOARD 20 CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO: A1
S1*	S18	6.5	CONTROSOFFITTO IN LASTRE DI CARTONGESSO RASATO E TINTEGGIATO
S2*	S19	6.5	CONTROSOFFITTO IN LASTRE DI CARTONGESSO RASATO, posato H 2,13 m, FINITO CON RIVESTIMENTO MURALE (vedi TAVOLA rivestimenti murali)
S3*	S20	6.5	CONTROSOFFITTO FONOASSORBENTE TIPO GIPROC AIR 8 /18 IN LASTRE DI CARTONGESSO CON PANNELLO IN LANA MINERALE 50 mm posato a H 2,70 m
S4*	S21	6.5	CONTROSOFFITTO ANTUMIDO IN LASTRE DI CARTONGESSO RASATO E TINTEGGIATO posato a H 2,40 m

NOTE

* Codice ricavato da Livello 5 - successive modifiche - Legends - As Built Edile

Spessore attribuito pari a 6,5 cm per tutti i controsoffitti

Abaco muri livello 3_ esempi stratigrafie presenti							
Family and Type	Classi di unità tecnologiche	Unità tecnologiche	Classi di elementi tecnici	Area	Volume	Elemento strutturale	REI
Basic Wall: M01+M02_41cm_R03+R12	3	3.1	3.1.1	9.66 m ²	3.96 m ³		
Basic Wall: M01+M02_45cm	3	3.1	3.1.1	13.85 m ²	6.23 m ³		
Basic Wall: M01+M02_80cm	3	3.1	3.1.1	13.61 m ²	10.82 m ³	Yes	
Basic Wall: M01+M02_85cm	3	3.1	3.1.1	20.79 m ²	17.67 m ³	Yes	
Basic Wall: M01+M03_21cm_R11+R12	3	3.1	3.1.1	15.8 m ²	3.32 m ³		
Basic Wall: M01+M06_91cm_R03	3	3.1	3.1.1	9.85 m ²	8.95 m ³		
Basic Wall: M01_8cm	3	3.1	3.1.1	12.4 m ²	0.99 m ³		
Basic Wall: M01_8cm_R11	3	3.1	3.1.1	12.4 m ²	0.99 m ³		
Basic Wall: M01_9,5cm_R11	3	3.1	3.1.1	1.8 m ²	0.17 m ³		
Basic Wall: M01_10cm_R03	3	3.1	3.1.1	20.85 m ²	2.08 m ³		
Basic Wall: M01_10cm_R07	3	3.1	3.1.1	2.19 m ²	0.22 m ³		
Basic Wall: M01_10cm_R11	3	3.1	3.1.1	2.42 m ²	0.24 m ³		
Basic Wall: M01_10cm_R12	3	3.1	3.1.1	12.4 m ²	1.24 m ³		
Basic Wall: M01_10cm_R12+R12	3	3.1	3.1.1	10.49 m ²	1.05 m ³		
Basic Wall: M01_11,5cm_R11+R11	3	3.1	3.1.1	1.93 m ²	0.22 m ³		
Basic Wall: M01_11cm_R03	3	3.1	3.1.1	3.64 m ²	0.4 m ³		
Basic Wall: M01_11cm_R11	3	3.1	3.1.1	8.77 m ²	0.96 m ³		
Basic Wall: M01_11cm_R11+R11	3	3.1	3.1.1	1.96 m ²	0.22 m ³		
Basic Wall: M01_11cm_R12	3	3.1	3.1.1	3.92 m ²	0.43 m ³		
Basic Wall: M01_12,5cm_R03+R11	3	3.1	3.1.1	2.43 m ²	0.3 m ³		
Basic Wall: M01_12cm	3	3.1	3.1.1	0.05 m ²	0.01 m ³		
Basic Wall: M01_12cm_R03+R12	3	3.1	3.1.1	5.53 m ²	0.66 m ³		
Basic Wall: M01_12cm_R11	3	3.1	3.1.1	0.85 m ²	0.1 m ³		
Basic Wall: M01_12cm_R12	3	3.1	3.1.1	33.91 m ²	4.07 m ³		
Basic Wall: M01_12cm_R12+R12	3	3.1	3.1.1	4.15 m ²	0.5 m ³		
Basic Wall: M01_13,5cm_R07	3	3.1	3.1.1	2.66 m ²	0.36 m ³		
Basic Wall: M01_13,5cm_R11	3	3.1	3.1.1	1.07 m ²	0.14 m ³		
Basic Wall: M01_13,5cm_R12	3	3.1	3.1.1	12.4 m ²	1.67 m ³		
Basic Wall: M01_13cm_R03+R11	3	3.1	3.1.1	3.96 m ²	0.51 m ³		
Basic Wall: M01_13cm_R03+R12	3	3.1	3.1.1	15.94 m ²	2.07 m ³		
Basic Wall: M01_14,5cm_R11	3	3.1	3.1.1	1.22 m ²	0.18 m ³		
Basic Wall: M01_14,5cm_R11+R11	3	3.1	3.1.1	3.64 m ²	0.53 m ³		
Basic Wall: M01_14cm_R03+R03	3	3.1	3.1.1	1.88 m ²	0.26 m ³		
Basic Wall: M01_14cm_R03+R12	3	3.1	3.1.1	10.56 m ²	1.48 m ³		
Basic Wall: M01_14cm_R11	3	3.1	3.1.1	5.99 m ²	0.82 m ³		
Basic Wall: M01_14cm_R11+R11	3	3.1	3.1.1	27.01 m ²	3.78 m ³		
Basic Wall: M01_14cm_R11+R12	3	3.1	3.1.1	21.19 m ²	2.96 m ³		
Basic Wall: M01_14cm_R12	3	3.1	3.1.1	18.5 m ²	2.59 m ³		
Basic Wall: M01_14cm_R12+R12	3	3.1	3.1.1	4.94 m ²	0.69 m ³		
Basic Wall: M01_15,5cm_R11+R12	3	3.1	3.1.1	3.34 m ²	0.52 m ³		

Basic Wall: M01_15cm_R03	3	3.1	3.1.1	18.57 m ²	2.78 m ³		
Basic Wall: M01_15cm_R03+R12	3	3.1	3.1.1	5.06 m ²	0.76 m ³		90
Basic Wall: M01_15cm_R11	3	3.1	3.1.1	1.04 m ²	0.16 m ³		
Basic Wall: M01_15cm_R11	3	3.1	3.1.1	1.06 m ²	0.16 m ³		
Basic Wall: M01_15cm_R12	3	3.1	3.1.1	14.23 m ²	2.13 m ³		
Basic Wall: M01_16,5cm_R03+R11	3	3.1	3.1.1	10 m ²	1.65 m ³		
Basic Wall: M01_16,5cm_R11+R12	3	3.1	3.1.1	26.95 m ²	4.44 m ³		
Basic Wall: M01_16cm_R03	3	3.1	3.1.1	5.92 m ²	0.94 m ³		
Basic Wall: M01_16cm_R03+R12	3	3.1	3.1.1	7.85 m ²	1.25 m ³		
Basic Wall: M01_16cm_R11+R12	3	3.1	3.1.1	25.05 m ²	4.01 m ³		
Basic Wall: M01_17,5cm_R11	3	3.1	3.1.1	7.58 m ²	1.32 m ³		
Basic Wall: M01_17cm_R03+R11	3	3.1	3.1.1	6.45 m ²	1.1 m ³		
Basic Wall: M01_17cm_R11+R12	3	3.1	3.1.1	26.96 m ²	4.58 m ³		
Basic Wall: M01_18cm_R03+R03	3	3.1	3.1.1	23.01 m ²	4.14 m ³		
Basic Wall: M01_18cm_R03+R12	3	3.1	3.1.1	11.67 m ²	2.1 m ³		
Basic Wall: M01_18cm_R12+R12	3	3.1	3.1.1	23.05 m ²	4.15 m ³		
Basic Wall: M01_19cm_R03	3	3.1	3.1.1	3.1 m ²	0.59 m ³		
Basic Wall: M01_24cm_R07+R11	3	3.1	3.1.1	1.61 m ²	0.38 m ³		
Basic Wall: M01_25cm	3	3.1	3.1.1	8.69 m ²	2.17 m ³		
Basic Wall: M01_26,5cm_R08	3	3.1	3.1.1	23.83 m ²	6.31 m ³		
Basic Wall: M01_28cm_R03+R03	3	3.1	3.1.1	5.31 m ²	1.49 m ³		
Basic Wall: M01_28cm_R11	3	3.1	3.1.1	9.39 m ²	2.63 m ³		
Basic Wall: M01_29,5cm_R12	3	3.1	3.1.1	19.8 m ²	5.84 m ³		90
Basic Wall: M01_30cm_R03+R03	3	3.1	3.1.1	11.05 m ²	3.31 m ³		
Basic Wall: M01_31,5cm_R07+R11	3	3.1	3.1.1	0.77 m ²	0.24 m ³		
Basic Wall: M01_31,5cm_R11+R12	3	3.1	3.1.1	9.83 m ²	3.1 m ³		
Basic Wall: M01_31cm_R03	3	3.1	3.1.1	85.72 m ²	26.57 m ³		
Basic Wall: M01_31cm_R03+R11	3	3.1	3.1.1	10.31 m ²	3.2 m ³		
Basic Wall: M01_32,5cm_R03+R11	3	3.1	3.1.1	2.17 m ²	0.7 m ³		
Basic Wall: M01_33cm_R11+R12	3	3.1	3.1.1	10.23 m ²	3.36 m ³		
Basic Wall: M01_35cm_R03+R11	3	3.1	3.1.1	19.28 m ²	6.74 m ³		
Basic Wall: M01_44,5cm_R08+R11	3	3.1	3.1.1	8.65 m ²	3.85 m ³		
Basic Wall: M02+M03_27cm_R12+R12	3	3.1	3.1.1	7.3 m ²	1.96 m ³		
Basic Wall: M02_6cm_R12	3	3.1	3.1.1	1.02 m ²	0.06 m ³		
Basic Wall: M02_12cm	3	3.1	3.1.1	4.06 m ²	0.49 m ³		
Basic Wall: M02_15cm	3	3.1	3.1.1	22.86 m ²	3.37 m ³		
Basic Wall: M02_20cm	3	3.1	3.1.1	1.26 m ²	0.25 m ³		
Basic Wall: M02_20cm_R12	3	3.1	3.1.1	7.17 m ²	1.43 m ³		90
Basic Wall: M02_22cm_R11	3	3.1	3.1.1	5.31 m ²	1.2 m ³		90
Basic Wall: M02_22cm_R11+R12	3	3.1	3.1.1	9.26 m ²	2.03 m ³		90
Basic Wall: M02_23cm_R03	3	3.1	3.1.1	6.94 m ²	1.59 m ³		90
Basic Wall: M02_25,5cm_R03	3	3.1	3.1.1	37.66 m ²	9.6 m ³		

Basic Wall: M02_25cm	3	3.1	3.1.1	19.05 m ²	4.76 m ³		
Basic Wall: M02_27cm_R07	3	3.1	3.1.1	12.68 m ²	3.42 m ³		120
Basic Wall: M02_27cm_R11	3	3.1	3.1.1	5.8 m ²	1.56 m ³	Yes	
Basic Wall: M02_27cm_R12	3	3.1	3.1.1	8.48 m ²	2.29 m ³		
Basic Wall: M02_27cm_R12+R12	3	3.1	3.1.1	9.6 m ²	2.59 m ³		90
Basic Wall: M02_30cm	3	3.1	3.1.1	2.9 m ²	0.87 m ³		
Basic Wall: M02_30cm_R12	3	3.1	3.1.1	19.66 m ²	5.9 m ³		120
Basic Wall: M02_31cm_R12	3	3.1	3.1.1	15.02 m ²	4.65 m ³		
Basic Wall: M02_35cm	3	3.1	3.1.1	12.39 m ²	4.34 m ³		
Basic Wall: M02_40cm	3	3.1	3.1.1	9.44 m ²	3.77 m ³	Yes	
Basic Wall: M02_43,5cm_R08	3	3.1	3.1.1	11.52 m ²	5.01 m ³		120
Basic Wall: M02_44cm_R11+R11	3	3.1	3.1.1	13.36 m ²	5.88 m ³	Yes	
Basic Wall: M02_50cm	3	3.1	3.1.1	19.85 m ²	9.9 m ³		
Basic Wall: M02_55cm	3	3.1	3.1.1	0.29 m ²	0.16 m ³		
Basic Wall: M02_60cm	3	3.1	3.1.1	19.39 m ²	11.06 m ³	Yes	
Basic Wall: M02_65cm	3	3.1	3.1.1	8.34 m ²	5.4 m ³	Yes	
Basic Wall: M02_70cm	3	3.1	3.1.1	6.96 m ²	4.87 m ³	Yes	
Basic Wall: M02_75cm	3	3.1	3.1.1	6.26 m ²	4.7 m ³	Yes	
Basic Wall: M02_80cm	3	3.1	3.1.1	59.8 m ²	47.77 m ³	Yes	
Basic Wall: M02_90cm	3	3.1	3.1.1	5.8 m ²	5.22 m ³	Yes	
Basic Wall: M02_100cm	3	3.1	3.1.1	12.71 m ²	12.71 m ³	Yes	
Basic Wall: M02_120cm	3	3.1	3.1.1	53.9 m ²	64.68 m ³	Yes	
Basic Wall: M02_130cm	3	3.1	3.1.1	51.41 m ²	66.83 m ³	Yes	
Basic Wall: M03+M06_14,5cm	3	3.1	3.1.1	12.63 m ²	1.83 m ³		120
Basic Wall: M03+M06_16,5cm_R12	3	3.1	3.1.1	12.48 m ²	2.05 m ³		120
Basic Wall: M03+M06_17,5cm_R03	3	3.1	3.1.1	17.99 m ²	3.15 m ³		120
Basic Wall: M03+M06_26,5cm_R11+R11	3	3.1	3.1.1	3.53 m ²	0.94 m ³		
Basic Wall: M03+M06_27,5cm_R11+R11	3	3.1	3.1.1	3.82 m ²	1.05 m ³		
Basic Wall: M03+M06_27,5cm_R11+R12	3	3.1	3.1.1	15.55 m ²	4.28 m ³		
Basic Wall: M03+M06_27cm_R11+R11	3	3.1	3.1.1	3.53 m ²	0.95 m ³		
Basic Wall: M03_5cm_R12+R12	3	3.1	3.1.1	4.77 m ²	0.24 m ³		
Basic Wall: M03_6,5cm_R07	3	3.1	3.1.1	3.58 m ²	0.23 m ³		
Basic Wall: M03_6,5cm_R07	3	3.1	3.1.1	5.1 m ²	0.33 m ³		
Basic Wall: M03_6cm	3	3.1	3.1.1	5.4 m ²	0.32 m ³		
Basic Wall: M03_6cm_R12	3	3.1	3.1.1	1.71 m ²	0.1 m ³		
Basic Wall: M03_7,5cm_R12+R12	3	3.1	3.1.1	3.2 m ²	0.24 m ³		
Basic Wall: M03_7cm	3	3.1	3.1.1	9.93 m ²	0.69 m ³		
Basic Wall: M03_8,5cm_R03	3	3.1	3.1.1	7.6 m ²	0.65 m ³		
Basic Wall: M03_8,5cm_R12	3	3.1	3.1.1	1.24 m ²	0.11 m ³		
Basic Wall: M03_9cm_R11+R12	3	3.1	3.1.1	3.13 m ²	0.28 m ³		
Basic Wall: M03_10cm_R12+R12	3	3.1	3.1.1	16.02 m ²	1.6 m ³		
Basic Wall: M03_22,5cm_R11+R11	3	3.1	3.1.1	3.68 m ²	0.83 m ³		

Basic Wall: M03_22cm_R11+R11	3	3.1	3.1.1	3.53 m ²	0.78 m ³		
Basic Wall: M03_22cm_R11+R12	3	3.1	3.1.1	3.69 m ²	0.81 m ³		
Basic Wall: M03_22cm_R12+R12	3	3.1	3.1.1	15.99 m ²	3.52 m ³		
Basic Wall: M06_14cm_R11	3	3.1	3.1.1	7.68 m ²	1.08 m ³		
Basic Wall: M06_15cm_R03	3	3.1	3.1.1	33.89 m ²	5.08 m ³		
Basic Wall: M06_18cm_R03	3	3.1	3.1.1	34.25 m ²	6.16 m ³		
Basic Wall: M06_20cm	3	3.1	3.1.1	19.82 m ²	3.96 m ³		
Basic Wall: M06_20cm_R11	3	3.1	3.1.1	27.65 m ²	5.53 m ³		
Basic Wall: M06_20cm_R11+R12	3	3.1	3.1.1	24.21 m ²	4.83 m ³		
Basic Wall: M06_20cm_R12	3	3.1	3.1.1	5.33 m ²	1.07 m ³		120
Basic Wall: M06_20cm_R12+R12	3	3.1	3.1.1	9.82 m ²	1.96 m ³		
Basic Wall: M06_21,5 cm_R12	3	3.1	3.1.1	34 m ²	7.31 m ³		
Basic Wall: M06_22cm_R11	3	3.1	3.1.1	18.62 m ²	4.1 m ³		
Basic Wall: M06_22cm_R11+R12	3	3.1	3.1.1	19.25 m ²	4.23 m ³		
Basic Wall: M06_22cm_R12	3	3.1	3.1.1	1.92 m ²	0.42 m ³		90
Basic Wall: M06_22cm_R12+R12	3	3.1	3.1.1	2.32 m ²	0.51 m ³		120
Basic Wall: M06_23,5cm_R07+R12	3	3.1	3.1.1	37.04 m ²	8.71 m ³		
Basic Wall: M06_23,5cm_R12	3	3.1	3.1.1	9.8 m ²	2.3 m ³		
Basic Wall: M06_23cm_R03	3	3.1	3.1.1	3.63 m ²	0.83 m ³		
Basic Wall: M06_23cm_R11	3	3.1	3.1.1	8.77 m ²	2.02 m ³		
Basic Wall: M06_23cm_R11+R12	3	3.1	3.1.1	2 m ²	0.46 m ³		90
Basic Wall: M06_24cm_R12+R12	3	3.1	3.1.1	7.73 m ²	1.85 m ³		
Basic Wall: M06_25cm_R03	3	3.1	3.1.1	7.01 m ²	1.75 m ³		
Basic Wall: M06_25cm_R07+R12	3	3.1	3.1.1	5.58 m ²	1.4 m ³		
Basic Wall: M06_25cm_R11	3	3.1	3.1.1	11.59 m ²	2.9 m ³		120
Basic Wall: M06_25cm_R11+R12	3	3.1	3.1.1	12.31 m ²	3.08 m ³		120
Basic Wall: M06_25cm_R12	3	3.1	3.1.1	5.38 m ²	1.35 m ³		
Basic Wall: M06_25cm_R12+R12	3	3.1	3.1.1	13.73 m ²	3.42 m ³		120
Basic Wall: M06_27cm_R11	3	3.1	3.1.1	9.18 m ²	2.45 m ³		120
Basic Wall: M06_27cm_R11+R12	3	3.1	3.1.1	16.28 m ²	4.4 m ³		120
Basic Wall: M06_27cm_R12	3	3.1	3.1.1	2.54 m ²	0.68 m ³		
Basic Wall: M06_28cm_R03+R12	3	3.1	3.1.1	5.91 m ²	1.64 m ³		120
Basic Wall: M06_28cm_R12+R12	3	3.1	3.1.1	2.24 m ²	0.63 m ³		120
Basic Wall: M06_30cm_R11+R12	3	3.1	3.1.1	27.05 m ²	8.11 m ³		120
Basic Wall: M06_32,5cm_R12	3	3.1	3.1.1	69.59 m ²	22.62 m ³		120
Basic Wall: M06_32cm_R11	3	3.1	3.1.1	5.6 m ²	1.78 m ³		120
Basic Wall: M06_32cm_R11+R12	3	3.1	3.1.1	14.2 m ²	4.51 m ³		120
Basic Wall: M06_32cm_R12	3	3.1	3.1.1	40.28 m ²	12.87 m ³		120
Basic Wall: M06_34,5cm_R08	3	3.1	3.1.1	11.89 m ²	4.1 m ³		
Basic Wall: M06_37,5cm_R03+R08	3	3.1	3.1.1	10.05 m ²	3.77 m ³		
Basic Wall: M06_40,5cm_R08+R12	3	3.1	3.1.1	3.55 m ²	1.44 m ³		
Basic Wall: M06_45,5cm_R12	3	3.1	3.1.1	86.53 m ²	39.37 m ³		120
Basic Wall: M06_62cm_R12	3	3.1	3.1.1	18.68 m ²	11.57 m ³		
Basic Wall: M09_8cm	3	3.1	3.1.1	40.39 m ²	3.23 m ³		

Basic Wall: M09_20cm	3	3.1	3.1.1	2.58 m ²	0.52 m ³		
Basic Wall: R03_0,1cm	3	3.1	3.1.1	1.61 m ²	0 m ³		
Basic Wall: R03_2cm	3	3.1	3.1.1	1.61 m ²	0.03 m ³		
Basic Wall: R03_3,5cm	3	3.1	3.1.1	1.61 m ²	0.06 m ³		
Basic Wall: R03_3cm	3	3.1	3.1.1	1.49 m ²	0.04 m ³		
Basic Wall: R07_1,5cm	3	3.1	3.1.1	23.64 m ²	0.35 m ³		
Basic Wall: R07_2cm	3	3.1	3.1.1	2.16 m ²	0.04 m ³		
Basic Wall: R11_0,1cm	3	3.1	3.1.1	5.78 m ²	0.01 m ³		
Basic Wall: R11_1,5cm	3	3.1	3.1.1	1.37 m ²	0.02 m ³		
Basic Wall: R11_2cm	3	3.1	3.1.1	1.27 m ²	0.03 m ³		
Basic Wall: R11_3cm	3	3.1	3.1.1	3.61 m ²	0.11 m ³		
Basic Wall: R12_0,1cm	3	3.1	3.1.1	22.96 m ²	0.02 m ³		
Basic Wall: R12_1,5cm	3	3.1	3.1.1	2.09 m ²	0.03 m ³		
Basic Wall: R12_2cm	3	3.1	3.1.1	3.64 m ²	0.07 m ³		
Basic Wall: R12_3,5cm	3	3.1	3.1.1	1.26 m ²	0.04 m ³		
Basic Wall: R12_3cm	3	3.1	3.1.1	3.61 m ²	0.11 m ³		
Basic Wall: S03	3	3.1	3.1.1	0.51 m ²	0.03 m ³		
Curtain Wall: M05_facciata ristorante	3	3.1	3.1.1	64.56 m ²			
Curtain Wall: M05_Vetrata skybox	3	3.1	3.1.1	24.64 m ²			
Curtain Wall: Vetrata esterna sala Agnelli 2	3	3.1	3.1.1	8.05 m ²			

Abaco locali livello 3 - torre ovest							
Level	Codice locale esistente	Codice FM	Utilizzo	Categoria	Tipologia	Area	Volume
+7.25_Livello 3	3001	L3 S002	SERVIZI EDIFICIO	SERVIZI	LOCALE RISTORO	843.39 m ²	2111.37 m ³
+7.25_Livello 3	3004	L3 S007	SERVIZI EDIFICIO	SERVIZI	DISIMPEGNO	40.33 m ²	120.98 m ³
+7.25_Livello 3	3139	L3 S001	SERVIZI EDIFICIO	SERVIZI	CUCINA	157.63 m ²	425.59 m ³
+7.25_Livello 3	3002	L3 S005	SERVIZI EDIFICIO	SERVIZI	DISIMPEGNO	156.38 m ²	375.33 m ³
+7.25_Livello 3	3007	L3 S014	SERVIZI EDIFICIO	SERVIZI	DISIMPEGNO	39.89 m ²	119.67 m ³
+7.25_Livello 3	3006	L3 S013	SERVIZI EDIFICIO	SERVIZI	KINDERGARTEN	45.12 m ²	135.35 m ³
+7.25_Livello 3	3008	L3 S015	SERVIZI ALL'EDIFICIO	SUPPORTO	LOCALE TECNICO	12.92 m ²	38.76 m ³
+7.25_Livello 3	3152A	L3 S016	SERVIZI ALL'EDIFICIO	SUPPORTO	LOCALE TECNICO	1.8 m ²	5.39 m ³
+7.25_Livello 3	3152B	L3 S017	SERVIZI ALL'EDIFICIO	SUPPORTO	LOCALE TECNICO	1.8 m ²	5.4 m ³
+7.25_Livello 3	3133	L3 S008	SERVIZI EDIFICIO	SERVIZI	KINDERGARTEN	30.22 m ²	90.66 m ³
+7.25_Livello 3	3133A	L3 S009	SERVIZI EDIFICIO	SERVIZI	ANTIBAGNO	5.53 m ²	13.26 m ³
+7.25_Livello 3	3133C	L3 S011	SERVIZI EDIFICIO	SERVIZI	RIPOSTIGLIO	3.58 m ²	8.59 m ³
+7.25_Livello 3	3133B	L3 S010	SERVIZI EDIFICIO	SERVIZI	WC	1.33 m ²	3.2 m ³
+7.25_Livello 3	3133B	L3 S012	SERVIZI EDIFICIO	SERVIZI	WC	1.28 m ²	3.08 m ³
+7.25_Livello 3	3003	L3 S006	SERVIZI EDIFICIO	SERVIZI	LOCALE DI SERVIZIO	18.17 m ²	54.51 m ³
+7.25_Livello 3	/	L3 S003	SERVIZI ALL'EDIFICIO	SUPPORTO	LOCALE TECNICO	9.85 m ²	26.59 m ³
+7.25_Livello 3	/	L3 S004	SERVIZI ALL'EDIFICIO	SUPPORTO	LOCALE TECNICO	9.91 m ²	26.75 m ³
+7.25_Livello 3	/	L3 S018	SERVIZI ALL'EDIFICIO	SUPPORTO	LOCALE TECNICO	3.72 m ²	11.16 m ³

Coordinate e codice identificativo delle poltrone del primo anello			
ID	X	Y	Z
1776779	-10,7209	11,93639	-10,3389
1776780	-9,98766	11,93639	-10,3389
1776781	-9,25444	11,93639	-10,3389
1776782	-8,52123	11,93639	-10,3389
1776783	-2,29123	11,93639	-10,3389
1776784	-1,74112	11,93639	-10,3389
1776785	-1,19101	11,93639	-10,3389
1776786	-0,6409	11,93639	-10,3389
1776787	-0,09079	11,93639	-10,3389
1776808	-10,7209	11,12135	-9,95891
1776809	-9,98766	11,12135	-9,95891
1776810	-9,25444	11,12135	-9,95891
1776811	-8,52123	11,12135	-9,95891
1776812	-2,29123	11,12135	-9,95891
1776813	-1,74112	11,12135	-9,95891
1776814	-1,19101	11,12135	-9,95891
1776815	-0,6409	11,12135	-9,95891
1776816	-0,09079	11,12135	-9,95891
1776837	-10,7209	7,92135	-8,41891
1776838	-10,1614	7,92135	-8,41891
1776839	-9,60192	7,92135	-8,41891
1776840	-9,04244	7,92135	-8,41891
1776841	-8,48296	7,92135	-8,41891
1776842	-7,92348	7,92135	-8,41891
1776843	-7,36401	7,92135	-8,41891
1776844	-6,80453	7,92135	-8,41891
1776845	-6,24505	7,92135	-8,41891
1776846	-5,68557	7,92135	-8,41891
1776847	-5,12609	7,92135	-8,41891
1776848	-4,56662	7,92135	-8,41891
1776849	-4,00714	7,92135	-8,41891
1776850	-3,44766	7,92135	-8,41891
1776851	-2,88818	7,92135	-8,41891
1776852	-2,3287	7,92135	-8,41891
1776853	-1,76923	7,92135	-8,41891
1776854	-1,20975	7,92135	-8,41891
1776855	-0,65027	7,92135	-8,41891
1776856	-0,09079	7,92135	-8,41891
1776877	-10,7209	7,12135	-8,01891
1776878	-10,1614	7,12135	-8,01891
1776879	-9,60192	7,12135	-8,01891
1776880	-9,04244	7,12135	-8,01891

Coordinate e codice identificativo delle poltrone del primo anello			
ID	X	Y	Z
1776881	-8,48296	7,12135	-8,01891
1776882	-7,92348	7,12135	-8,01891
1776883	-7,36401	7,12135	-8,01891
1776884	-6,80453	7,12135	-8,01891
1776885	-6,24505	7,12135	-8,01891
1776886	-5,68557	7,12135	-8,01891
1776887	-5,12609	7,12135	-8,01891
1776888	-4,56662	7,12135	-8,01891
1776889	-4,00714	7,12135	-8,01891
1776890	-3,44766	7,12135	-8,01891
1776891	-2,88818	7,12135	-8,01891
1776892	-2,3287	7,12135	-8,01891
1776893	-1,76923	7,12135	-8,01891
1776894	-1,20975	7,12135	-8,01891
1776895	-0,65027	7,12135	-8,01891
1776896	-0,09079	7,12135	-8,01891
1776917	-10,7209	6,32135	-7,59891
1776918	-10,1614	6,32135	-7,59891
1776919	-9,60192	6,32135	-7,59891
1776920	-9,04244	6,32135	-7,59891
1776921	-8,48296	6,32135	-7,59891
1776922	-7,92348	6,32135	-7,59891
1776923	-7,36401	6,32135	-7,59891
1776924	-6,80453	6,32135	-7,59891
1776925	-6,24505	6,32135	-7,59891
1776926	-5,68557	6,32135	-7,59891
1776927	-5,12609	6,32135	-7,59891
1776928	-4,56662	6,32135	-7,59891
1776929	-4,00714	6,32135	-7,59891
1776930	-3,44766	6,32135	-7,59891
1776931	-2,88818	6,32135	-7,59891
1776932	-2,3287	6,32135	-7,59891
1776933	-1,76923	6,32135	-7,59891
1776934	-1,20975	6,32135	-7,59891
1776935	-0,65027	6,32135	-7,59891
1776936	-0,09079	6,32135	-7,59891
1776957	-10,7209	5,52135	-7,17891
1776958	-10,1614	5,52135	-7,17891
1776959	-9,60192	5,52135	-7,17891
1776960	-9,04244	5,52135	-7,17891
1776961	-8,48296	5,52135	-7,17891
1776962	-7,92348	5,52135	-7,17891

Coordinate e codice identificativo delle poltrone del primo anello			
ID	X	Y	Z
1776963	-7,36401	5,52135	-7,17891
1776964	-6,80453	5,52135	-7,17891
1776965	-6,24505	5,52135	-7,17891
1776966	-5,68557	5,52135	-7,17891
1776967	-5,12609	5,52135	-7,17891
1776968	-4,56662	5,52135	-7,17891
1776969	-4,00714	5,52135	-7,17891
1776970	-3,44766	5,52135	-7,17891
1776971	-2,88818	5,52135	-7,17891
1776972	-2,3287	5,52135	-7,17891
1776973	-1,76923	5,52135	-7,17891
1776974	-1,20975	5,52135	-7,17891
1776975	-0,65027	5,52135	-7,17891
1776976	-0,09079	5,52135	-7,17891
1776997	-10,7209	4,72135	-6,75891
1776998	-10,1614	4,72135	-6,75891
1776999	-9,60192	4,72135	-6,75891
1777000	-9,04244	4,72135	-6,75891
1777001	-8,48296	4,72135	-6,75891
1777002	-7,92348	4,72135	-6,75891
1777003	-7,36401	4,72135	-6,75891
1777004	-6,80453	4,72135	-6,75891
1777005	-6,24505	4,72135	-6,75891
1777006	-5,68557	4,72135	-6,75891
1777007	-5,12609	4,72135	-6,75891
1777008	-4,56662	4,72135	-6,75891
1777009	-4,00714	4,72135	-6,75891
1777010	-3,44766	4,72135	-6,75891
1777011	-2,88818	4,72135	-6,75891
1777012	-2,3287	4,72135	-6,75891
1777013	-1,76923	4,72135	-6,75891
1777014	-1,20975	4,72135	-6,75891
1777015	-0,65027	4,72135	-6,75891
1777016	-0,09079	4,72135	-6,75891
1777037	-10,7209	3,92135	-6,31891
1777038	-10,1614	3,92135	-6,31891
1777039	-9,60192	3,92135	-6,31891
1777040	-9,04244	3,92135	-6,31891
1777041	-8,48296	3,92135	-6,31891
1777042	-7,92348	3,92135	-6,31891
1777043	-7,36401	3,92135	-6,31891
1777044	-6,80453	3,92135	-6,31891

Coordinate e codice identificativo delle poltrone del primo anello			
ID	X	Y	Z
1777045	-6,24505	3,92135	-6,31891
1777046	-5,68557	3,92135	-6,31891
1777047	-5,12609	3,92135	-6,31891
1777048	-4,56662	3,92135	-6,31891
1777049	-4,00714	3,92135	-6,31891
1777050	-3,44766	3,92135	-6,31891
1777051	-2,88818	3,92135	-6,31891
1777052	-2,3287	3,92135	-6,31891
1777053	-1,76923	3,92135	-6,31891
1777054	-1,20975	3,92135	-6,31891
1777055	-0,65027	3,92135	-6,31891
1777056	-0,09079	3,92135	-6,31891
1777077	-10,7209	3,12135	-5,87891
1777078	-10,1614	3,12135	-5,87891
1777079	-9,60192	3,12135	-5,87891
1777080	-9,04244	3,12135	-5,87891
1777081	-8,48296	3,12135	-5,87891
1777082	-7,92348	3,12135	-5,87891
1777083	-7,36401	3,12135	-5,87891
1777084	-6,80453	3,12135	-5,87891
1777085	-6,24505	3,12135	-5,87891
1777086	-5,68557	3,12135	-5,87891
1777087	-5,12609	3,12135	-5,87891
1777088	-4,56662	3,12135	-5,87891
1777089	-4,00714	3,12135	-5,87891
1777090	-3,44766	3,12135	-5,87891
1777091	-2,88818	3,12135	-5,87891
1777092	-2,3287	3,12135	-5,87891
1777093	-1,76923	3,12135	-5,87891
1777094	-1,20975	3,12135	-5,87891
1777095	-0,65027	3,12135	-5,87891
1777096	-0,09079	3,12135	-5,87891
1777117	-10,7209	2,32135	-5,43891
1777118	-10,1614	2,32135	-5,43891
1777119	-9,60192	2,32135	-5,43891
1777120	-9,04244	2,32135	-5,43891
1777121	-8,48296	2,32135	-5,43891
1777122	-7,92348	2,32135	-5,43891
1777123	-7,36401	2,32135	-5,43891
1777124	-6,80453	2,32135	-5,43891
1777125	-6,24505	2,32135	-5,43891
1777126	-5,68557	2,32135	-5,43891

Coordinate e codice identificativo delle poltrone del primo anello			
ID	X	Y	Z
1777127	-5,12609	2,32135	-5,43891
1777128	-4,56662	2,32135	-5,43891
1777129	-4,00714	2,32135	-5,43891
1777130	-3,44766	2,32135	-5,43891
1777131	-2,88818	2,32135	-5,43891
1777132	-2,3287	2,32135	-5,43891
1777133	-1,76923	2,32135	-5,43891
1777134	-1,20975	2,32135	-5,43891
1777135	-0,65027	2,32135	-5,43891
1777136	-0,09079	2,32135	-5,43891
1777157	-10,7209	1,52135	-4,99891
1777158	-10,1614	1,52135	-4,99891
1777159	-9,60192	1,52135	-4,99891
1777160	-9,04244	1,52135	-4,99891
1777161	-8,48296	1,52135	-4,99891
1777162	-7,92348	1,52135	-4,99891
1777163	-7,36401	1,52135	-4,99891
1777164	-6,80453	1,52135	-4,99891
1777165	-6,24505	1,52135	-4,99891
1777166	-5,68557	1,52135	-4,99891
1777167	-5,12609	1,52135	-4,99891
1777168	-4,56662	1,52135	-4,99891
1777169	-4,00714	1,52135	-4,99891
1777170	-3,44766	1,52135	-4,99891
1777171	-2,88818	1,52135	-4,99891
1777172	-2,3287	1,52135	-4,99891
1777173	-1,76923	1,52135	-4,99891
1777174	-1,20975	1,52135	-4,99891
1777175	-0,65027	1,52135	-4,99891
1777176	-0,09079	1,52135	-4,99891
1777197	-10,7209	0,72135	-4,55891
1777198	-10,1614	0,72135	-4,55891
1777199	-9,60192	0,72135	-4,55891
1777200	-9,04244	0,72135	-4,55891
1777201	-8,48296	0,72135	-4,55891
1777202	-7,92348	0,72135	-4,55891
1777203	-7,36401	0,72135	-4,55891
1777204	-6,80453	0,72135	-4,55891
1777205	-6,24505	0,72135	-4,55891
1777206	-5,68557	0,72135	-4,55891
1777207	-5,12609	0,72135	-4,55891
1777208	-4,56662	0,72135	-4,55891

Coordinate e codice identificativo delle poltrone del primo anello			
ID	X	Y	Z
1777209	-4,00714	0,72135	-4,55891
1777210	-3,44766	0,72135	-4,55891
1777211	-2,88818	0,72135	-4,55891
1777212	-2,3287	0,72135	-4,55891
1777213	-1,76923	0,72135	-4,55891
1777214	-1,20975	0,72135	-4,55891
1777215	-0,65027	0,72135	-4,55891
1777216	-0,09079	0,72135	-4,55891
1777237	-10,7209	-0,07865	-4,11891
1777238	-10,1614	-0,07865	-4,11891
1777239	-9,60192	-0,07865	-4,11891
1777240	-9,04244	-0,07865	-4,11891
1777241	-8,48296	-0,07865	-4,11891
1777242	-7,92348	-0,07865	-4,11891
1777243	-7,36401	-0,07865	-4,11891
1777244	-6,80453	-0,07865	-4,11891
1777245	-6,24505	-0,07865	-4,11891
1777246	-5,68557	-0,07865	-4,11891
1777247	-5,12609	-0,07865	-4,11891
1777248	-4,56662	-0,07865	-4,11891
1777249	-4,00714	-0,07865	-4,11891
1777250	-3,44766	-0,07865	-4,11891
1777251	-2,88818	-0,07865	-4,11891
1777252	-2,3287	-0,07865	-4,11891
1777253	-1,76923	-0,07865	-4,11891
1777254	-1,20975	-0,07865	-4,11891
1777255	-0,65027	-0,07865	-4,11891
1777256	-0,09079	-0,07865	-4,11891
1777277	-10,7209	-0,87865	-3,67891
1777278	-10,1614	-0,87865	-3,67891
1777279	-9,60192	-0,87865	-3,67891
1777280	-9,04244	-0,87865	-3,67891
1777281	-8,48296	-0,87865	-3,67891
1777282	-7,92348	-0,87865	-3,67891
1777283	-7,36401	-0,87865	-3,67891
1777284	-6,80453	-0,87865	-3,67891
1777285	-6,24505	-0,87865	-3,67891
1777286	-5,68557	-0,87865	-3,67891
1777287	-5,12609	-0,87865	-3,67891
1777288	-4,56662	-0,87865	-3,67891
1777289	-4,00714	-0,87865	-3,67891
1777290	-3,44766	-0,87865	-3,67891

Coordinate e codice identificativo delle poltrone del primo anello			
ID	X	Y	Z
1777291	-2,88818	-0,87865	-3,67891
1777292	-2,3287	-0,87865	-3,67891
1777293	-1,76923	-0,87865	-3,67891
1777294	-1,20975	-0,87865	-3,67891
1777295	-0,65027	-0,87865	-3,67891
1777296	-0,09079	-0,87865	-3,67891
1777315	-10,7209	-1,67865	-3,23891
1777316	-10,1614	-1,67865	-3,23891
1777317	-9,60192	-1,67865	-3,23891
1777318	-9,04244	-1,67865	-3,23891
1777319	-8,48296	-1,67865	-3,23891
1777320	-7,92348	-1,67865	-3,23891
1777321	-7,36401	-1,67865	-3,23891
1777322	-6,80453	-1,67865	-3,23891
1777323	-6,24505	-1,67865	-3,23891
1777324	-5,68557	-1,67865	-3,23891
1777325	-5,12609	-1,67865	-3,23891
1777326	-4,56662	-1,67865	-3,23891
1777327	-4,00714	-1,67865	-3,23891
1777328	-3,44766	-1,67865	-3,23891
1777329	-2,88818	-1,67865	-3,23891
1777330	-2,3287	-1,67865	-3,23891
1777331	-1,76923	-1,67865	-3,23891
1777332	-1,20975	-1,67865	-3,23891
1777333	-0,65027	-1,67865	-3,23891
1777334	-0,09079	-1,67865	-3,23891
1777345	-10,7209	-5,66457	-0,85917
1777346	-10,1614	-5,66457	-0,85917
1777347	-9,60192	-5,66457	-0,85917
1777348	-9,04244	-5,66457	-0,85917
1777349	-8,48296	-5,66457	-0,85917
1777350	-7,92348	-5,66457	-0,85917
1777351	-7,36401	-5,66457	-0,85917
1777352	-6,80453	-5,66457	-0,85917
1777353	-6,24505	-5,66457	-0,85917
1777354	-5,68557	-5,66457	-0,85917
1777355	-5,12609	-5,66457	-0,85917
1777356	-4,56662	-5,66457	-0,85917
1777357	-4,00714	-5,66457	-0,85917
1777358	-3,44766	-5,66457	-0,85917
1777359	-2,88818	-5,66457	-0,85917
1777360	-2,3287	-5,66457	-0,85917

Coordinate e codice identificativo delle poltrone del primo anello			
ID	X	Y	Z
1777361	-1,76923	-5,66457	-0,85917
1777362	-1,20975	-5,66457	-0,85917
1777363	-0,65027	-5,66457	-0,85917
1777364	-0,09079	-5,66457	-0,85917
1777375	-10,7209	-2,47865	-2,77891
1777376	-10,1614	-2,47865	-2,77891
1777377	-9,60192	-2,47865	-2,77891
1777378	-9,04244	-2,47865	-2,77891
1777379	-8,48296	-2,47865	-2,77891
1777380	-7,92348	-2,47865	-2,77891
1777381	-7,36401	-2,47865	-2,77891
1777382	-6,80453	-2,47865	-2,77891
1777383	-6,24505	-2,47865	-2,77891
1777384	-5,68557	-2,47865	-2,77891
1777385	-5,12609	-2,47865	-2,77891
1777386	-4,56662	-2,47865	-2,77891
1777387	-4,00714	-2,47865	-2,77891
1777388	-3,44766	-2,47865	-2,77891
1777389	-2,88818	-2,47865	-2,77891
1777390	-2,3287	-2,47865	-2,77891
1777391	-1,76923	-2,47865	-2,77891
1777392	-1,20975	-2,47865	-2,77891
1777393	-0,65027	-2,47865	-2,77891
1777394	-0,09079	-2,47865	-2,77891
1777411	-10,7209	-3,27865	-2,29891
1777412	-10,1614	-3,27865	-2,29891
1777413	-9,60192	-3,27865	-2,29891
1777414	-9,04244	-3,27865	-2,29891
1777415	-8,48296	-3,27865	-2,29891
1777416	-7,92348	-3,27865	-2,29891
1777417	-7,36401	-3,27865	-2,29891
1777418	-6,80453	-3,27865	-2,29891
1777419	-6,24505	-3,27865	-2,29891
1777420	-5,68557	-3,27865	-2,29891
1777421	-5,12609	-3,27865	-2,29891
1777422	-4,56662	-3,27865	-2,29891
1777423	-4,00714	-3,27865	-2,29891
1777424	-3,44766	-3,27865	-2,29891
1777425	-2,88818	-3,27865	-2,29891
1777426	-2,3287	-3,27865	-2,29891
1777427	-1,76923	-3,27865	-2,29891
1777428	-1,20975	-3,27865	-2,29891

Coordinate e codice identificativo delle poltrone del primo anello			
ID	X	Y	Z
1777429	-0,65027	-3,27865	-2,29891
1777430	-0,09079	-3,27865	-2,29891
1777447	-10,7209	-4,07865	-1,81891
1777448	-10,1614	-4,07865	-1,81891
1777449	-9,60192	-4,07865	-1,81891
1777450	-9,04244	-4,07865	-1,81891
1777451	-8,48296	-4,07865	-1,81891
1777452	-7,92348	-4,07865	-1,81891
1777453	-7,36401	-4,07865	-1,81891
1777454	-6,80453	-4,07865	-1,81891
1777455	-6,24505	-4,07865	-1,81891
1777456	-5,68557	-4,07865	-1,81891
1777457	-5,12609	-4,07865	-1,81891
1777458	-4,56662	-4,07865	-1,81891
1777459	-4,00714	-4,07865	-1,81891
1777460	-3,44766	-4,07865	-1,81891
1777461	-2,88818	-4,07865	-1,81891
1777462	-2,3287	-4,07865	-1,81891
1777463	-1,76923	-4,07865	-1,81891
1777464	-1,20975	-4,07865	-1,81891
1777465	-0,65027	-4,07865	-1,81891
1777466	-0,09079	-4,07865	-1,81891
1777475	-10,7209	-4,87865	-1,33891
1777476	-10,1614	-4,87865	-1,33891
1777477	-9,60192	-4,87865	-1,33891
1777478	-9,04244	-4,87865	-1,33891
1777479	-8,48296	-4,87865	-1,33891
1777480	-7,92348	-4,87865	-1,33891
1777481	-7,36401	-4,87865	-1,33891
1777482	-6,80453	-4,87865	-1,33891
1777483	-6,24505	-4,87865	-1,33891
1777484	-5,68557	-4,87865	-1,33891
1777485	-5,12609	-4,87865	-1,33891
1777486	-4,56662	-4,87865	-1,33891
1777487	-4,00714	-4,87865	-1,33891
1777488	-3,44766	-4,87865	-1,33891
1777489	-2,88818	-4,87865	-1,33891
1777490	-2,3287	-4,87865	-1,33891
1777491	-1,76923	-4,87865	-1,33891
1777492	-1,20975	-4,87865	-1,33891
1777493	-0,65027	-4,87865	-1,33891
1777494	-0,09079	-4,87865	-1,33891

Coordinate e codice identificativo delle poltrone del primo anello			
ID	X	Y	Z
1777505	-10,7209	10,32135	-9,57891
1777506	-9,98766	10,32135	-9,57891
1777507	-9,25444	10,32135	-9,57891
1777508	-8,52123	10,32135	-9,57891
1777509	-2,29123	10,32135	-9,57891
1777510	-1,74112	10,32135	-9,57891
1777511	-1,19101	10,32135	-9,57891
1777512	-0,6409	10,32135	-9,57891
1777513	-0,09079	10,32135	-9,57891
1777534	-10,7209	9,52135	-9,19891
1777535	-10,1614	9,52135	-9,19891
1777536	-9,60192	9,52135	-9,19891
1777537	-9,04244	9,52135	-9,19891
1777538	-8,48296	9,52135	-9,19891
1777539	-7,92348	9,52135	-9,19891
1777540	-7,36401	9,52135	-9,19891
1777541	-6,80453	9,52135	-9,19891
1777542	-6,24505	9,52135	-9,19891
1777543	-5,68557	9,52135	-9,19891
1777544	-5,12609	9,52135	-9,19891
1777545	-4,56662	9,52135	-9,19891
1777546	-4,00714	9,52135	-9,19891
1777547	-3,44766	9,52135	-9,19891
1777548	-2,88818	9,52135	-9,19891
1777549	-2,3287	9,52135	-9,19891
1777550	-1,76923	9,52135	-9,19891
1777551	-1,20975	9,52135	-9,19891
1777552	-0,65027	9,52135	-9,19891
1777553	-0,09079	9,52135	-9,19891
1778694	-0,09079	8,72135	-8,81891
1778695	-0,65027	8,72135	-8,81891
1778696	-1,20975	8,72135	-8,81891
1778697	-1,76923	8,72135	-8,81891
1778698	-2,3287	8,72135	-8,81891
1778699	-2,88818	8,72135	-8,81891
1778700	-3,44766	8,72135	-8,81891
1778701	-4,00714	8,72135	-8,81891
1778702	-4,56662	8,72135	-8,81891
1778703	-5,12609	8,72135	-8,81891
1778704	-5,68557	8,72135	-8,81891
1778705	-6,24505	8,72135	-8,81891
1778706	-6,80453	8,72135	-8,81891

Coordinate e codice identificativo delle poltrone del primo anello			
ID	X	Y	Z
1778707	-7,36401	8,72135	-8,81891
1778708	-7,92348	8,72135	-8,81891
1778709	-8,48296	8,72135	-8,81891
1778710	-9,04244	8,72135	-8,81891

Coordinate e codice identificativo delle poltrone del primo anello			
ID	X	Y	Z
1778711	-9,60192	8,72135	-8,81891
1778712	-10,1614	8,72135	-8,81891
1778713	-10,7209	8,72135	-8,81891

Ringraziamenti

A Juventus F.C. vanno i ringraziamenti per il supporto e la disponibilità durante lo sviluppo del lavoro e per la fornitura dei dati necessari al raggiungimento dei risultati esposti.

Ringrazio il prof. Fabio Manzone e la prof.ssa Anna Osello per la possibilità di trattare un argomento innovativo e stimolante. Grazie ad Andrea e Matteo per avermi aiutato ed incentivato a raggiungere gli obbiettivi e a tutti i ragazzi che in questi mesi mi hanno affiancato nel laboratorio Drawing TO the Future.

Un sentito ringraziamento va a papà Giuseppe e mamma Giovanna, che mi hanno trasmesso la cultura del lavoro, insegnandomi a non arrendermi, a credere in me stesso e ad affrontare qualsiasi ostacolo con amorevole e instancabile sostegno.

Grazie a mio fratello Francesco, sempre presente anche a chilometri di distanza, con cui condivido tutte le mie passioni, le gioie e i dolori. Grazie a Greta per le risate e i momenti felici condivisi.

Grazie ai miei nonni, per tutto l'affetto e il bene che mi hanno donato ogni singolo giorno e a tutti i parenti.

Ringrazio il mio amico Franz e tutti i colleghi con cui ho affrontato giornate e notti lavorative, gioie e grattacapi: vi auguro il meglio!

Grazie a tutti i miei amici passati e presenti, ad Andrea e tutti i ragazzi del campus, perché siete diventati una famiglia in più, nonno Lollo vi vuole bene!

"Scappando non troverai mai la felicità che cerchi. Ovunque si vada, quello che ci attende è sempre un campo di battaglia." (Gatsu – Berserk)