

# POLITECNICO DI TORINO

Dipartimento di Architettura e Design



**Corso di Laurea magistrale in  
Architettura Costruzione e Città**

Tesi di Laurea Magistrale

**Modellazione BIM associata alla  
Realtà Virtuale VR e Realtà Mista MR.  
Caso studio: Torre Regione Piemonte**

**Relatore:**

Prof.ssa Anna Osello

**Correlatore:**

Ing. Matteo Del Giudice

**Candidati:**

Casalinuovo Enrico  
Davino Fabrizio



# ABSTRACT



In un mondo dove la tecnologia BIM sta prendendo sempre più piede, a pari passo, si stanno sviluppando nuove metodologie di visualizzazione della realtà, rappresentando un cambiamento radicale in cui il soggetto, da semplice attore, diventa protagonista. A tal proposito la tesi è stata sviluppata con l'obiettivo di sondare questo innovativo panorama che sta abbracciando il ramo della progettazione edilizia, al fine di coinvolgere le diverse figure attive nel progetto. Risulta ancora essere un percorso tortuoso e insidioso in quanto il pubblico appare tutt'ora restio e impaurito ad affidarsi totalmente nelle mani di queste nuove tecnologie: ma l'ottica futura ben presto muterà in quanto semplificherà e agevolerà la modellazione tramite appositi strumenti che concretizzeranno le idee del soggetto all'interno di un semplicissimo visore tridimensionale. Per poter discutere a pieno dell'argomento sono stati ricoperti diversi ruoli all'interno del processo progettuale interpretando le parti dell'architetto, dell'ingegnere, del BIM coordinator arrivando fino al cliente. Ognuna di queste interpretazioni ha richiesto visualizzazioni e interazioni specifiche, finalizzate al loro scopo ultimo.



*In a world where BIM technology is gaining more and more ground, at the same time, new methods of reality visualization are developing, representing a radical change in which the subject, from a simple actor, becomes the protagonist. In this regard, we have developed our thesis with the aim of exploring this innovative panorama that is embracing the building design branch, in order to involve the different figures active in the project. It still turns out to be a tortuous and insidious path because the public still seems reluctant and afraid to entrust themselves totally in the hands of these new technologies: but the future perspective will soon change when it will simplify and facilitate the modeling through special tools that will concretize the ideas of the subject within a simple three-dimensional viewer. In order to be able to fully discuss the subject, we have dressed different roles within the design process, playing the parts of the architect, the engineer, the BIM coordinator and reaching the client. Each of these interpretations required specific visualizations and interactions, finalized to their ultimate purpose*  
*Translated with [www.DeepL.com/Translator](http://www.DeepL.com/Translator) (free version)*





# INDICE

1. Introduzione.....	16
1.1. Cos'è il Bim.....	18
1.2. Vantaggi e Svantaggi.....	22
1.3. Interoperabilità disciplina- re.....	24
1.4. Modello federato.....	26
1.5. Il futuro del BIM,integrazione con la VR.....	28
2. Caso Studio.....	32
2.1.Torre della Regione Piemonte.....	32
2.2.Sopralluogo - Rilievo fotografico.....	33
2.3.Metodologia.....	43
2.4.Template.....	46
2.4.1.Creazione file padre e worksharig.....	46
2.5.1.Linkaggio file collegati.....	48
3. Modellazione architettonica.....	58
3.1.Pavimenti.....	58
3.2.Controsoffitti.....	63
3.3.Incongruenze dei livelli (altimetrici).....	65
3.4.Inserimento e codifica locali.....	67
3.4.1.Delimitazione.....	68
3.4.2.Codifica.....	72
3.4.3.Etichetatura.....	73
3.4.4.Analisi dati.....	75
3.4.5.Totali Dell'edificio.....	78
3.4.6.Piano terra.....	79
3.4.7.Piano secondo.....	82
3.4.8.Piano Tipo.....	85
3.4.9.Piano Tipo giardino d'Inverno.....	88
3.4.10.Piano Quarantaduesimo.....	90
3.5.Epilogo.....	92
4.Giardini D'Inverno.....	96
4.1.Finitura.....	98



4.2.Piantumazioni.....	100
4.3.Irrigazione.....	100
4.4.Illuminazione.....	101
5.Ausilio di Enscape.....	104
5.1.Interfaccia.....	105
5.2.Attribuzione materiali.....	107
5.3.Vantaggi nel MEP.....	110
5.4.Uffici piano 14.....	117
5.5.Enscape library.....	119
6.Workset arredo.....	128
6.1.Livello di dettaglio: LOD = LOG+LOI.....	128
6.1.1.LOG.....	129
6.1.2.LOI.....	130
6.1.3.LOD.....	130
6.2. Introduzione del LOIN.....	135
7.Virtual Reality.....	142
7.1.Cos'è La VR?.....	142
7.2.VR In Architettura.....	145
7.3.Differenza Tra AR, VR, MR.....	147
7.4.VR nella Torre Regione Piemonte.....	147
7.5.Pro e contro della VR.....	152
8.Mixed Reality.....	156
8.1.MR Nella Torre Regione Piemonte.....	159
8.2.Metodologia di lavoro.....	159
8.2.1.Fase 1.....	161
8.2.2.Fase 2.....	163
8.2.3.Fase 3.....	164
8.2.4.Fase 4.....	165
8.3.Epilogo.....	169
9.Risultati ottenuti.....	172



**10.Elaborati Tecnici.....176**

**11.Riferimenti.....190**



# INDICE DELLE FIGURE

<b>Figura 1:</b> rappresentazione grafica del ciclo di vita di un progetto con strumento BIM [Fonte: <a href="https://www.bimticino.ch/cosa-e-il-BIM">https://www.bimticino.ch/cosa-e-il-BIM</a> ]	19
<b>Figura 2:</b> Suddivisione campione [Fonte: <a href="https://www.assobim.it/e-online-il-bim-report-2019/">https://www.assobim.it/e-online-il-bim-report-2019/</a> ]	21
<b>Figura 3:</b> tabella riguardante parametri di una generica finestra BIM	22
<b>Figura 4:</b> differenza tra interoperabilità 2D e BIM	25
<b>Figura 5:</b> IFC [Fonte: <a href="https://www.01building.it/bim/collaborazione-multidisciplinare-piattaforma-aperta/">https://www.01building.it/bim/collaborazione-multidisciplinare-piattaforma-aperta/</a> ]	26
<b>Figura 6:</b> modello federato Torre Regione Piemonte	27
<b>Figura 7:</b> render esterno della Torre della Regione con Lumion 10	32
<b>Figura 8:</b> controsoffitto hall	33
<b>Figura 9:</b> grande vuoto satelliti	33
<b>Figura 10:</b> pavimento flottante	34
<b>Figura 11:</b> piano 45, area satelliti	34
<b>Figura 12:</b> impianti a pavimento	35
<b>Figura 13:</b> giardino d'inverno piano 42	35
<b>Figura 14:</b> vasca giardino d'inverno	36
<b>Figura 15:</b> pianerottolo giardino d'inverno piano 42	36
<b>Figura 16:</b> stratigrafia vasca giardino d'inverno	37
<b>Figura 17:</b> aereazione giardino d'inverno	37
<b>Figura 18:</b> satellite piano 34	38
<b>Figura 19:</b> impianti controsoffitto	38
<b>Figura 20:</b> planimetria cad piano tipo	40
<b>Figura 21:</b> Prospetto sezionato lato sud, focus sui satelliti [Fonte: Immagine scartata da Wikipedia]	41
<b>Figura 22:</b> schema metodologico	43
<b>Figura 23:</b> tabella riassuntiva dei programmi	45
<b>Figura 24:</b> acquisizione coordinate di progetto	47
<b>Figura 25:</b> schema linkaggio files collegati	48
<b>Figura 26:</b> importazione files collegati	49
<b>Figura 27:</b> schema worksharing	50
<b>Figura 28:</b> percorso d'installazione della cartella dropbox	51
<b>Figura 29:</b> salvataggio come modello centrale nella cartella Dropbox	52
<b>Figura 30:</b> collaborazione del modello in rete	52
<b>Figura 31:</b> creazione del modello locale su pc personale	53
<b>Figura 32:</b> elenco workset di modello	54
<b>Figura 33:</b> pianta piano 14_Elaborato PR_3_C_A_P_T0217_03	59
<b>Figura 34:</b> interferenza tra modello strutturale e architettonico	60
<b>Figura 35:</b> legenda codice abaco pavimenti	61
<b>Figura 36:</b> esempio stratigrafia pavimento	62
<b>Figura 37:</b> elenco finiture pavimenti	62
<b>Figura 38:</b> stralcio di pianta piano 4 - individuazione finiture	63
<b>Figura 39:</b> tipologie controsoffitti	64
<b>Figura 40:</b> stralcio di pianta tipo dei controsoffitti	65
<b>Figura 41:</b> sezione X-X livello rustico e finito	66
<b>Figura 42:</b> modifica dei livelli di finitura	67
<b>Figura 43:</b> delimitazione dei locali muro	68
<b>Figura 44:</b> delimitazione dei locali file strutturale linkato	69
<b>Figura 45:</b> comando delimitatore locale	70



<b>Figura 46:</b> definizione altimetrica dei locali [Fonte: [https://knowledge.autodesk.com/it/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ITA/Revit-Model/files/GUID-C3040C34-62FC4F31-9594-1082CFF86FFE-htm.html]....	<b>71</b>
<b>Figura 47:</b> definizione altimetrica dei locali.....	<b>71</b>
<b>Figura 48:</b> rappresentazione tridimensionale del locale.....	<b>72</b>
<b>Figura 49:</b> tabella riassuntiva.....	<b>73</b>
<b>Figura 50:</b> etichetta al posizionamento.....	<b>74</b>
<b>Figura 51:</b> descrizione etichetta.....	<b>74</b>
<b>Figura 52:</b> schema procedura definizione locali.....	<b>75</b>
<b>Figura 53:</b> abaco dei locali.....	<b>76</b>
<b>Figura 54:</b> ordinamento abaco.....	<b>77</b>
<b>Figura 55:</b> percentuale delle categorie dell'intero edificio.....	<b>78</b>
<b>Figura 56:</b> percentuale delle categorie dell'intero edificio.....	<b>78</b>
<b>Figura 57:</b> percentuale delle categorie del piano terra.....	<b>79</b>
<b>Figura 58:</b> pianta delle categorie piano terra.....	<b>80</b>
<b>Figura 59:</b> percentuale delle tipologie piano terra.....	<b>81</b>
<b>Figura 60:</b> percentuale delle categorie piano secondo.....	<b>82</b>
<b>Figura 61:</b> confronto percentuale piano secondo totale.....	<b>83</b>
<b>Figura 62:</b> pianta delle categorie piano secondo.....	<b>83</b>
<b>Figura 63:</b> percentuale delle tipologie piano secondo.....	<b>84</b>
<b>Figura 64:</b> percentuale delle categorie piano tipo.....	<b>85</b>
<b>Figura 65:</b> confronto percentuale piano tipo - totali dell'edificio.....	<b>86</b>
<b>Figura 66:</b> pianta delle categorie piano tipo.....	<b>86</b>
<b>Figura 67:</b> percentuale delle tipologie piano tipo.....	<b>87</b>
<b>Figura 68:</b> percentuale delle categorie piano tipo giardino d'inverno.....	<b>88</b>
<b>Figura 69:</b> confronto percentuale piano tipo - piano tipo giardino d'inverno.....	<b>88</b>
<b>Figura 70:</b> piano delle categorie piano tipo con giardino d'inverno.....	<b>89</b>
<b>Figura 71:</b> percentuale delle tipologie piano tipo con giardino d'inverno.....	<b>89</b>
<b>Figura 72:</b> percentuale delle categorie piano 42.....	<b>90</b>
<b>Figura 73:</b> Confronto percentuale piano 42 - totali dell'edificio.....	<b>91</b>
<b>Figura 74:</b> percentuale delle tipologie piano 42.....	<b>91</b>
<b>Figura 75:</b> render giardini d'inverno piano 39 con lumion 10.....	<b>96</b>
<b>Figura 76:</b> planimetria cad piano 24.....	<b>97</b>
<b>Figura 77:</b> sezione longitudinale facciata est.....	<b>98</b>
<b>Figura 78:</b> planimetria cad vasche piano 24.....	<b>99</b>
<b>Figura 79:</b> foto giardini d'inverno piano 39 da rilievo fotografico.....	<b>99</b>
<b>Figura 80:</b> focus allaccio impianto d'irrigazione giardini d'inverno da rilievo fotografico.....	<b>101</b>
<b>Figura 81:</b> schema interfaccia comandi Enscape su piattaforma revit 2018....	<b>105</b>
<b>Figura 82:</b> visualizzazione Enscape.....	<b>106</b>
<b>Figura 83:</b> finestra dei settaggi.....	<b>107</b>
<b>Figura 84:</b> asset materiali.....	<b>108</b>
<b>Figura 85:</b> esempio materiali Enscape.....	<b>109</b>
<b>Figura 86:</b> esempio materiali Enscape.....	<b>109</b>
<b>Figura 87:</b> visualizzazione MEP Revit.....	<b>111</b>
<b>Figura 88:</b> visualizzazione MEP Enscape.....	<b>111</b>
<b>Figura 89:</b> visualizzazione MEP Enscape.....	<b>112</b>
<b>Figura 90:</b> impianti piano 14 sala uffici.....	<b>112</b>
<b>Figura 91:</b> impianti piano 14 satellite.....	<b>113</b>
<b>Figura 92:</b> impianti piano 14 corridoio.....	<b>113</b>
<b>Figura 93:</b> impianti piano 14 giardini d'inverno.....	<b>114</b>
<b>Figura 94:</b> interferenza MEP - architettonico.....	<b>114</b>
<b>Figura 95:</b> interferenza MEP - strutturale.....	<b>115</b>
<b>Figura 96:</b> interferenza MEP- strutturale.....	<b>115</b>



<b>Figura 97:</b> interferenza MEP - strutturale.....	<b>116</b>
<b>Figura 98:</b> pianta piano tipo cad.....	<b>118</b>
<b>Figura 99:</b> elaborato piano 14.....	<b>119</b>
<b>Figura 100:</b> asset library.....	<b>120</b>
<b>Figura 101:</b> render vista 1.....	<b>121</b>
<b>Figura 102:</b> render vista 2.....	<b>121</b>
<b>Figura 103:</b> render vista 3.....	<b>122</b>
<b>Figura 104:</b> render vista 4.....	<b>122</b>
<b>Figura 105:</b> render vista 5.....	<b>123</b>
<b>Figura 106:</b> render vista 6.....	<b>123</b>
<b>Figura 107:</b> LOD [Fonte: google immagini].....	<b>128</b>
<b>Figura 108:</b> LOD kiwi [Fonte: : <a href="https://constructible.trimble.com/construction-industry/lo-d-simply-explained-the-lod-kiwi/">https://constructible.trimble.com/construction-industry/lo-d-simply-explained-the-lod-kiwi/</a> ].....	<b>128</b>
<b>Figura 109:</b> tabella LOG.....	<b>129</b>
<b>Figura 110:</b> tabella LOG e LOI.....	<b>132</b>
<b>Figura 111:</b> LOD US [Fonte: <a href="https://www.shelidon.it/?p=7828">https://www.shelidon.it/?p=7828</a> ].....	<b>136</b>
<b>Figura 112:</b> LOD UK [Fonte: <a href="https://www.shelidon.it/?p=7828">https://www.shelidon.it/?p=7828</a> ].....	<b>136</b>
<b>Figura 113:</b> LOD ITA [Fonte: <a href="https://www.shelidon.it/?p=7828">https://www.shelidon.it/?p=7828</a> ].....	<b>137</b>
<b>Figura 114:</b> granularità LOIN [Fonte: <a href="https://www.shelidon.it/?p=7828">https://www.shelidon.it/?p=7828</a> ].....	<b>138</b>
<b>Figura 115:</b> attrezzatura Oculus Rift [Fonte: google immagini].....	<b>144</b>
<b>Figura 116:</b> Oculus Rift [Fonte: google immagini].....	<b>145</b>
<b>Figura 117:</b> screen navigatore.....	<b>148</b>
<b>Figura 118:</b> screen zona uffici.....	<b>149</b>
<b>Figura 119:</b> screen giardini d'inverno.....	<b>149</b>
<b>Figura 120:</b> screen sala riunioni.....	<b>150</b>
<b>Figura 121:</b> screen sala relax.....	<b>150</b>
<b>Figura 122:</b> screen MEP zona uffici.....	<b>151</b>
<b>Figura 123:</b> screen MEP sala relax.....	<b>151</b>
<b>Figura 124:</b> spettro Mixed Reality [Fonte: Wikipedia].....	<b>156</b>
<b>Figura 125:</b> google immagini.....	<b>157</b>
<b>Figura 126:</b> HoloLens [Fonte: google immagini].....	<b>158</b>
<b>Figura 127:</b> immagine [Fonte: fonte: <a href="https://www.neowin.net/news/microsoft-explores-new-uses-for-hololens-and-mixed-reality-in-the-construction-industry/">https://www.neowin.net/news/microsoft-explores-new-uses-for-hololens-and-mixed-reality-in-the-construction-industry/</a> ].....	<b>160</b>
<b>Figura 128:</b> schema della metodologia applicata.....	<b>161</b>
<b>Figura 129:</b> screen esportazione in file FBX.....	<b>162</b>
<b>Figura 130:</b> creazione dell'applicativo tramite Unity.....	<b>164</b>
<b>Figura 131:</b> screen impostazioni Visual Studio.....	<b>164</b>
<b>Figura 132:</b> schermata di avvio applicazione sugli HoloLens.....	<b>165</b>
<b>Figura 133:</b> visualizzazione HoloLens.....	<b>166</b>
<b>Figura 134:</b> visualizzazione HoloLens .....	<b>166</b>
<b>Figura 135:</b> visualizzazione HoloLens .....	<b>167</b>
<b>Figura 136:</b> visualizzazione HoloLens .....	<b>167</b>
<b>Figura 137:</b> visualizzazione HoloLens .....	<b>168</b>





# QR CODE YOUTUBE

---



*...Less is more...*

*Mies van der Rhoë*



# 1. INTRODUZIONE



**1.1.** Cos'è il Bim

**1.2.** Vantaggi e Svantaggi

**1.3.** Interoperabilità disciplinare

**1.4.** Modello federato

**1.5.** Il futuro del BIM,integrazione  
con la VR

**1.5.1.** Cos'è la VR??



## 1. INTRODUZIONE

Progettisti e architetti conoscono molto bene la sensazione che si prova entrando per la prima volta in un spazio creato da loro e, il vederlo realizzato, anche solo virtualmente, ha una resa sicuramente diversa da tutti gli altri metodi di visualizzazione. Ecco perché, in questi ultimi anni, precisamente dal 2016, sono venute in soccorso molte software house che hanno sviluppato e affinato programmi per la creazione di **ambienti virtuali immersivi**. Tutto questo in unione alla creazione di particolari strumenti chiamati visori grafici che, grazie a sviluppi operativi affinati durante gli anni, sono diventati sempre più affidabili ed accessibili al pubblico.

Nell'ultimo decennio ci si è abituati sempre di più a guardare render foto-realistici, più o meno dettagliati, con il fine di creare nella mente una sorta di modello tridimensionale surreale. A tal proposito giunge in aiuto la **Realtà virtuale (VR)**: strumento utile sia per chi progetta sia per chi, come il committente, deve avere una sensazione molto più vicina alla realtà, al fine di acquisire maggiore familiarità con il progetto.

Sempre più aziende, dalle più importanti a quelle emergenti, stanno sviluppando applicativi che consentono di supportare questa tecnologia "smart". La maggior parte di esse sono partite dal panorama del gaming, ma il discorso non è assolutamente differente, anzi, il fine è il medesimo: innestare nel soggetto l'idea che quello che sta vedendo attraverso il visore è reale.

Per creare un ambiente che sia il più veritiero possibile è inevitabile passare attraverso la modellazione bi e tridimensionale; più è accurata, maggiore sarà la resa finale.



L'obbiettivo della tesi è, appunto, avvicinare colui che la sta leggendo, a questo mondo che sembra ancora lontano dal suo quotidiano, dimostrando che oltre ad essere un oggetto usato, inizialmente, per scopi ricreativi, è anche in grado di migliorare e ridurre non di poco i tempi delle fasi progettuali del progetto.

Oltre a far vedere la metodologia con cui viene usata questa tecnologia ci si è concentrati nel far scaturire due output fondamentali, rivolti a figure totalmente differenti nel panorama architettonico ma che, nel complesso processo progettuale, dialogano tra di loro: il committente e il BIM coordinator.

Per quanto riguarda il **cliente** il fine ultimo della sperimentazione è stato quello di mostrare, attraverso la navigazione immersiva del modello, il progetto vedendo, in maniera più vicina alla realtà, come si presentano gli spazi, gli arredi, i materiali e, a seguito della volontà di una modifica, come questa vada immediatamente (real-time) a modificare l'oggetto riducendo i tempi e le scelte del cliente rispetto alla lunga produzione di un render.

Per quanto riguarda la visione del **BIM coordinator**, invece, la Realtà Virtuale è risultata utile per andare ad ispezionare, ad esempio, i percorsi degli impianti con l'interazione delle altre discipline. Molto utile questo passaggio, in quanto la figura in questione, è in grado di vedere in real-time i percorsi degli impianti modellati in Revit e, tramite il comando foto presente nel proprio navigatore di bordo, evidenziare le possibili interferenze che possono presentarsi nell'utilizzo di un modello federato diventando, di fatto, una figura ancora più interattiva e decisiva del processo progettuale.

Nei capitoli successivi verranno spiegati e analizzati i diversi passaggi e metodi atti a raggiungere l'obiettivo prefissato.



### 1.1. COS'È IL BIM

Con l'acronimo **BIM, Building Information Modeling**, non si intende uno strumento, ma una **metodologia** di lavoro che racchiude nel suo grande insieme, numerosi software ideati per essere utilizzati in campo architettonico. Esso può custodire informazioni riguardanti l'intero ciclo di vita del progetto, dalla fase preliminare, a quella progettuale, per arrivare alla costruzione, alla demolizione e dismissione.

Questa tecnologia innovativa è, sì complessa, ma necessaria per il settore delle costruzioni, in quanto permette di creare non solo una rappresentazione bi-tridimensionale, ma anche un modello che contenga tutte quelle informazioni riguardanti geometria, stratigrafia, efficienza energetica, struttura, parametri di progetto, restituendo così un modello informativo, interdisciplinare e condiviso:

- Informativo, in quanto, come detto in precedenza, il modello permette di recuperare quasi la completa totalità delle informazioni inerenti al progetto, riguardanti tutto il suo ciclo di vita.
- Interdisciplinare perché possono interagire-collaborare tutte le diverse figure attive nel progetto, anche con una certa facilità e agevolezza.
- Condiviso, perché i formati aperti openBIM permettono un'efficiente interoperabilità tra i diversi software.

Quindi possiamo affermare che il BIM può essere inteso come un processo di :



- Programmazione
- Progettazione
- Realizzazione
- Manutenzione



Figura 1: rappresentazione grafica del ciclo di vita di un progetto con strumento BIM  
 [Fonte: <https://www.bimticino.ch/cosa-e-il-BIM>]

Prima di addentrarci nel dettaglio su tutto ciò che concerne il BIM, è utile dire quanto esso stia prendendo sempre più piede nel panorama italiano, dove l'afflusso di studi e persone che lo utilizzano sta aumentando esponenzialmente di anno in anno. Secondo un'indagine di mercato pubblicata nel luglio 2019, svolta da AssoBim, associazione nata con lo scopo di promuovere la diffusione del BIM nel nostro territorio, emerge che:

*<<...La risposta dei partecipanti all'indagine, costituiti in larga parte da studi di progettazione (oltre il 62% del campione), una consistenza media di collaboratori al di sotto delle dieci unità nel 76% dei casi e un fatturato al di sotto del*



*milione di euro nel 75% dei casi (numeri che rispecchiano fedelmente la scala delle realtà professionali italiane), è stata incoraggiante: oltre la metà del campione conosce e utilizza la metodologia BIM, mentre un ulteriore 40% circa la conosce ma non la utilizza o ne fa un uso parziale, e solo un numero marginale di operatori (al di sotto del 10%) non ne è a conoscenza. Altrettanto significativa la risposta alla domanda circa l'anno di introduzione del BIM in azienda: dal 2012 è possibile rilevare una costante crescita che ha avuto il suo picco nel 2018, in cui quasi il 17% del campione ha introdotto in azienda il Building Information Modeling...>><sup>1</sup>*

Risultati incoraggianti che fanno ben sperare riguardo un'adozione sempre maggiore di questa metodologia.

E' risaputo che, con il Decreto BIM (DM 560 del 1 dicembre 2017), entro il 2025 tutte le nuove opere, indipendentemente dal loro costo, dovranno adottare questa metodologia e, quindi, sorge spontanea la domanda se questa crescita di interesse sia dovuta dall'imminente obbligo di adozione o dal reale vantaggio che può scaturire dal suo utilizzo. La risposta è confortante, in quanto, sempre la medesima indagine afferma che:

*<< ...Oltre il 70% del campione è infatti molto o abbastanza convinto che l'adozione del BIM sia in grado di contribuire fortemente (fino a un terzo in meno) alla riduzione del costo iniziale di costruzione e dei costi relativi all'intero ciclo di vita dell'edificio, nonché alla riduzione (fino al 50% in meno) del tempo complessivo di realizzazione dell'opera, dall'avvio al completamento dei lavori...>><sup>2</sup>*

In un panorama complessivamente positivo, emergono comunque criticità riguardanti l'adozione di questa metodologia "giovane":

*<<...Circa due terzi del campione si dichiara molto o abbastanza convinto del fatto che i clienti non siano ancora in grado di comprendere i vantaggi offerti*



dal Building Information Modeling, cosa che di conseguenza richiede l'adozione di azioni mirate a diffondere tale consapevolezza anche fra i destinatari/utilizzatori finali dell'opera...>><sup>3</sup>

E non finisce qua:

<<...La larghissima maggioranza del campione intervistato ha dichiarato che l'adozione del Building Information Modeling comporterà forti cambiamenti nelle procedure, pratiche e flussi di lavoro utilizzati all'interno delle loro strutture. Fra le criticità e gli ostacoli maggiormente percepiti dagli operatori nell'implementazione del BIM, ad oggi, spiccano in tutta evidenza la mancanza di competenze interne (evidenziata da oltre il 60% del campione) e, di conseguenza, la mancanza di un'adeguata formazione (sottolineata da circa il 65% degli intervistati...>><sup>4</sup>

Il team di AssoBim pubblica inoltre un diagramma dove si evince la questione che tutt'ora ad utilizzare maggiormente questa procedura siano gli studi di architettura, in minor misura le imprese di costruzione, ancor meno committenze private, imprese di manutenzione, pubblica amministrazione ecc...

**1 – Suddivisione del campione per tipologia di azienda**

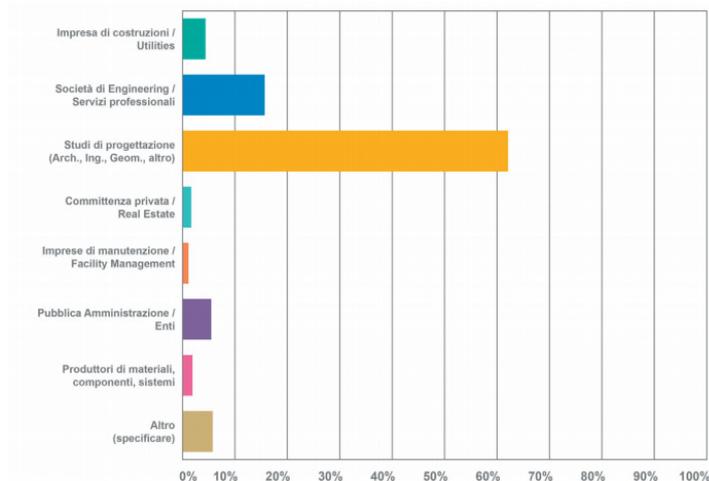


Figura 2: Suddivisione campione

[Fonte: <https://www.assobim.it/e-online-il-bim-report-2019/>]

<sup>3,4</sup> <https://www.assobim.it/e-online-il-bim-report-2019/>



## 1.2. VANTAGGI E SVANTAGGI

Il BIM consente di ricostituire il modello di un manufatto che non si basa solamente sulla semplice rappresentazione bi-tridimensionale, ma assume caratteristiche di modello dinamico in quanto contiene informazioni sulla geometria, materiali, costi, impianti, sicurezza, ecc.. Tutto questo grazie a passaggi preliminari attraverso i quali si vanno a inserire all'interno del modello dati qualitativi, quantitativi e dimensionali. E' da qui che emerge il concetto di **oggetto parametrico**. Ogni oggetto detto "intelligente", possiede al suo interno una serie di dati, comportamenti, regole, informazioni, parametri che lo definiscono in quanto tale, rappresentati in 3D e 2D, in cui la loro modifica è riscontrabile automaticamente nell'abaco, nelle viste e anche nel computo.

Proprietà del tipo

Famiglia: Fisso Carica...

Tipo: 0406 x 0610mm Duplica...

Rinomina...

Parametri tipo

Parametro	Valore
Materiale esterno telaio	Battente
Materiale interno telaio	Battente
Materiale pannello di vetro	Vetro
Battente	Battente
<b>Dimensioni</b>	
Altezza	610,0
Altezza di default del davanzale	915,0
Larghezza	406,0
Rientro finestra	19,0
Larghezza approssimativa	
Altezza approssimativa	
<b>Proprietà analitiche</b>	
Trasmittanza luminosa	0,900000
Indice di riscaldamento alla radiazione solare	0,780000
Coefficiente di scambio termico (U)	3,6886 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Costruzione analitica	Vetrata singola Pilkington 1/8 in
Resistenza termica (R)	0,2711 (m <sup>2</sup> ·K)/W
<b>Dati identità</b>	
Nota chiave	

<< Anteprima OK Annulla Applica

Figura 3: tabella riguardante i parametri di una generica finestra BIM

Dalla tabella precedente si può notare come un generico oggetto BIM, in questo caso rappresentato da una comune finestra, possieda determinate **caratteristiche parametriche** che non si ripetono in nessun altro oggetto. Oltre alle caratteristiche dimensionali, troviamo anche quelle riguardanti proprietà intrinseche dei materiali che costituiscono l'oggetto, come la trasmittanza termica, il coefficiente di scambio termico oppure la resistenza termica.

Colui che usa questa metodologia è in grado di creare un modello geometrico dove si possono estrapolare piante, sezioni, e prospetti automaticamente, ma anche caratteristiche tecniche dell'oggetto in questione e di conseguenza aumentare la produttività e diminuire l'errore; esse infatti si auto-aggiornano ogni qualvolta l'utente modifica un parametro.

Anche in ambito strutturale il progettista trae vantaggi; infatti è procedura facile e veloce prelevare il modello virtuale, magari linkarlo, e così aggiungere le informazioni di carattere strutturale. Esistono diversi plug-in per creare simulazioni direttamente nel modello per evitare che lo strutturista si affidi ad altro software e quindi ridurre l'errore. Stesso discorso vale per il progettista termo-tecnico, energetico, impiantistico e così via.

In conclusione, si può affermare che il processo tradizionale non semplifica la coesistenza di tutte queste figure, e che solamente questa metodologia "smart" consente di ottenere una più efficiente gestione e pianificazione, andando a ridurre le tempistiche, i costi, gli errori e quindi sarà possibile generare progetti complessi con maggiore semplicità.



Ovviamente il passaggio di generazione dal CAD al BIM crea anche alcuni **svantaggi**.

Il primo punto da superare è l'investimento iniziale, in cui sono necessari alcuni mesi da parte dello studio per acquisire la nuova metodologia, cercando di abbandonare sempre più la vecchia mentalità CAD. In seguito, per poter usufruire di tutte le potenzialità del software, è necessario creare una libreria personalizzata, che conterrà tutti gli elementi che porteranno alla riduzione dei tempi. Esistono online librerie scaricabili gratuitamente, ma il problema sorge quando una determinata azienda utilizza, per esempio, una particolare finestra con particolari caratteristiche; a quel punto sarà inutile creare una famiglia parametrica propria, ma l'ideale è contattare l'azienda in questione per richiedere il modello ad hoc. Ultimamente le imprese si stanno mettendo al pari con questa nuova metodologia, ma siamo ancora ad una fase preliminare.

Si arriva poi al discorso dell'interoperabilità; essa ha sicuramente molti più vantaggi, ma purtroppo quei pochi svantaggi non sono per niente trascurabili. Rimane sempre una piccola percentuale di informazioni che inevitabilmente viene persa, che però può creare numerosi inconvenienti quando si trasferisce il modello da una piattaforma all'altra; il futuro è incoraggiante in quanto si stanno creando sempre più plug-in che si integrano perfettamente con il software con l'obiettivo di evitare la nascita di questi "buchi".

### 1.3. INTEROPERABILITÀ DISCIPLINARE

Il punto di forza nell'utilizzo di software BIM è proprio il fatto che i diversi attori attivi nel progetto possono **collaborare** tra loro con il fine



di rendere il ciclo di vita del progetto il più "smart" possibile e quindi di creare, modificare, aggiornare, estrapolare dati o oggetti, consentendo la visione grafica degli aggiornamenti in tempi reali con le altre figure attive.

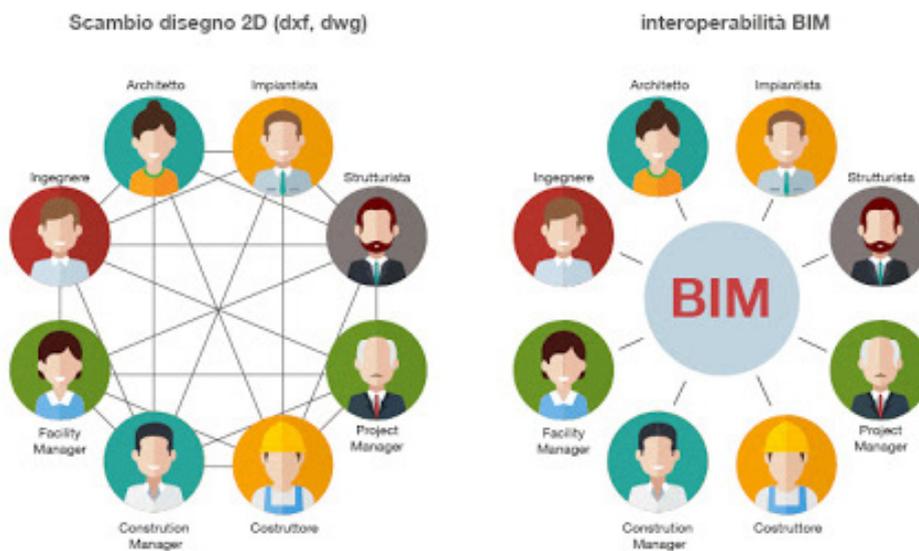


Figura 4: differenza tra interoperabilità 2D e BIM  
[Fonte: <http://biblus.acca.it/focus/ifc-cose-e-quali-sono-i-vantaggi/>]

L'associazione BIM ha così creato un nuovo formato di condivisione chiamato IFC, Industry Foundation Classes. È un formato aperto e neutrale, con il quale gli attori possono esportare i propri modelli per poi essere aperti su altri software evitando la perdita di dati.

*<<...Utilizzato come formato di scambio dati preferenziale per tutto il mondo della progettazione BIM oriented e per lo scambio di dati nell'industria delle costruzioni, IFC è supportato dalla maggior parte dei software di modellazione tridi-*



mentale afferenti alle tre discipline cardine del progetto – architettura, strutture e impianti – e da altre applicazioni software che condividono l'approccio BIM alla realizzazione dell'opera...>><sup>5</sup>

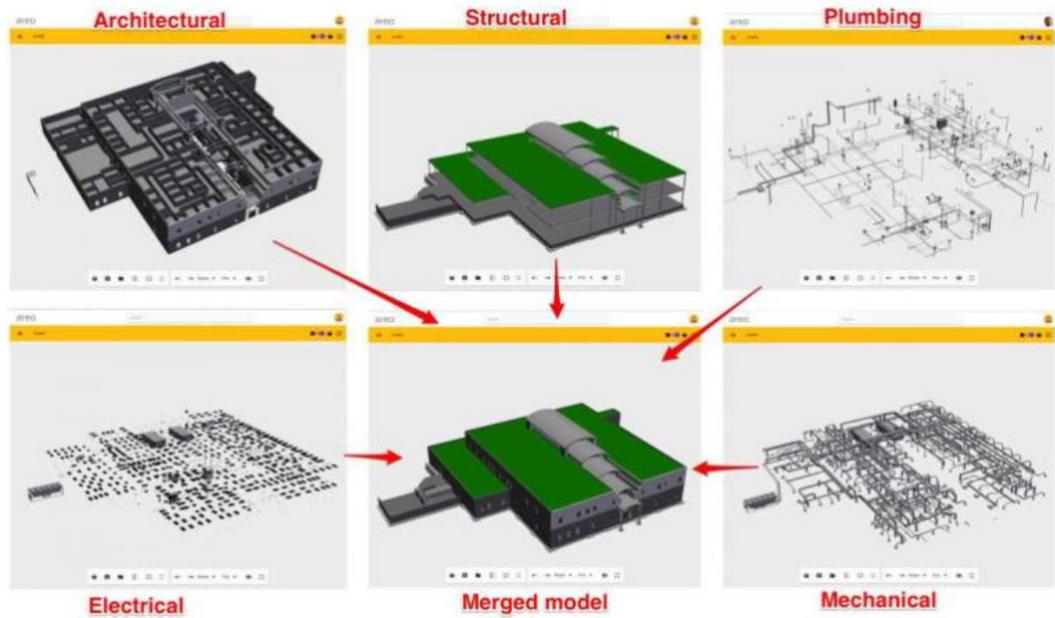


Figura 5: IFC

[Fonte: <https://www.01building.it/bim/collaborazione-multidisciplinare-piattaforma-aperta/>]

E' ovvio che questo formato non permette la possibilità di evitare al 100% la perdita di dati; infatti, in problema maggiore è la esigua, ma seppur importante perdita di alcuni dati che possono compromettere lo sviluppo del modello finale.

### 1.4. MODELLO FEDERATO

La condivisione, la collaborazione tra i diversi attori e lo scambio dei dati sono i baluardi della tecnologia BIM che determinano la creazione di uno dei documenti fra i più importanti; esso viene chiama-



to **modello federato**. Si tratta di un modello digitale, che scaturisce dall'unione e dall'integrazione del modello architettonico, impiantistico e strutturale.

Di solito si parte con la creazione del modello architettonico, su cui poi i diversi specialisti, tramite l'importazione in formato IFC, potranno sviluppare il modello in base alla propria disciplina, con l'obiettivo ultimo di generare il modello federato, il quale rappresenterà la restituzione digitale del progetto nel suo intero.

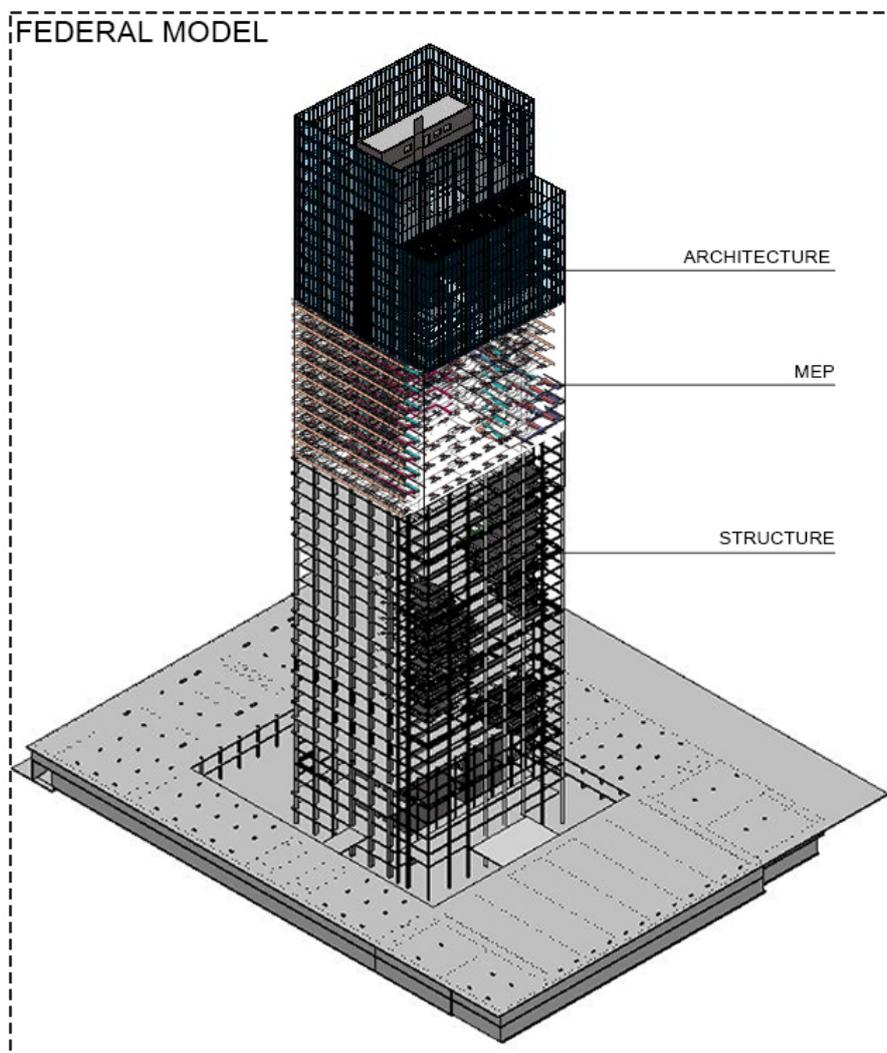


Figura 6: modello federato Torre Regione Piemonte



## 1.5. FUTURO DEL BIM, INTEGRAZIONE CON LA VR

La sempre maggior diffusione della realtà **virtuale** nel mondo gaming ha fatto sì che essa si facesse spazio anche nel panorama delle costruzioni, in stretto legame con il Building Information Modelling. “Camminare” all'interno del progetto, “toccare” i muri, vedere gli ambienti come se fossero reali, sono solo alcune delle possibilità della realtà virtuale.

I vantaggi sono innumerevoli, uno tra questi è verificare la **fruibilità dei locali**, facendo controlli per evitare al massimo gli errori di progettazione; inoltre questa procedura permette di far percepire al cliente nella fase di progettazione come apparirà il progetto finito, evitando problemi che possono essere risolti più velocemente e quindi rendere la fase di progetto più rapida.

Le persone che hanno già potuto usufruire di questa nuova tecnologia, hanno evidenziato molti più vantaggi che svantaggi:

- Maggior rapidità nell'approvazione del progetto
- Relazioni migliorate con i clienti
- Committenza più soddisfatta

Oltre ad aver l'opportunità di poter utilizzare la VR in qualsiasi momento, il progettista è in grado di poter decidere **la qualità di dettaglio (LODs)** che si vuole mostrare al cliente, e così decidere di avere solo una relazione degli spazi e delle masse nella fase preliminare, e poi in futuro creare delle visioni iper-realistiche di come il progetto sarà costruito. Sempre più progettisti stanno integrando il BIM con la realtà virtuale creando un nuovo legame tra cliente e progetto, au-



mentando la fiducia dei committenti ed evitando riunioni e revisioni inutili.



## 2. CASO STUDIO

---



**2.1.**Torre della Regione, Torino

**2.2.**Sopralluogo - Rilievo fotografico

**2.3.**Metodologia

**2.4.**Template

**2.4.1.**Creazione file padre e  
worksharig

**2.5.1.**Linkaggio file collegati



## 2. CASO STUDIO

### 2.1. TORRE DELLA REGIONE PIEMONTE



*Figura 7: render esterno della Torre della Regione con Lumion 10*



## 2.2. SOPRALLUOGO - RILIEVO FOTOGRAFICO



Figura 8: Foto controsoffitto hall

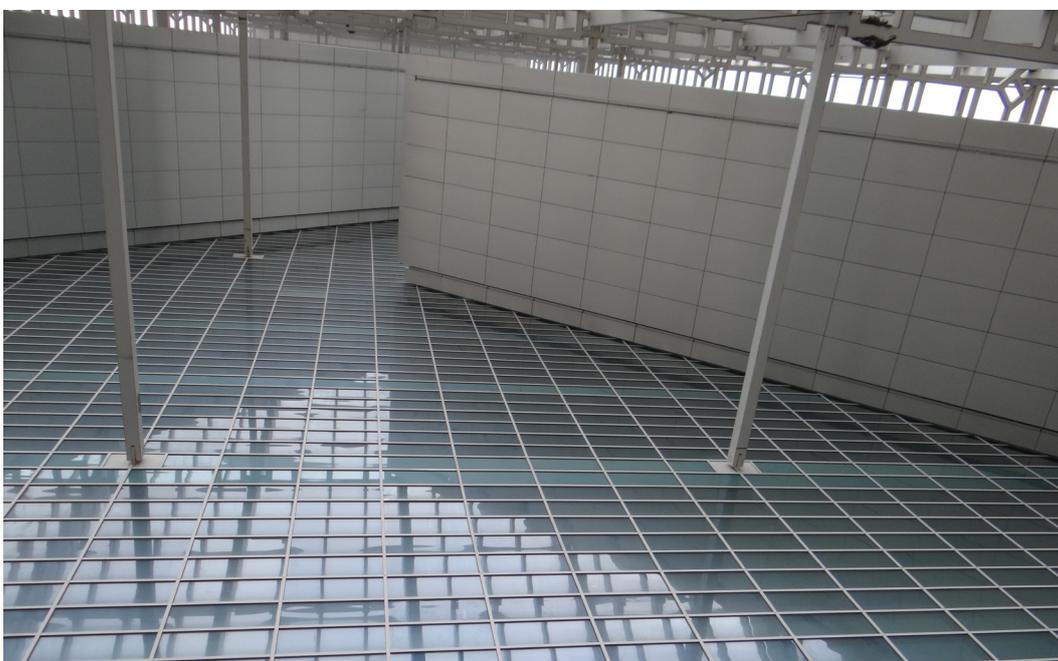


Figura 9: Foto grande vuoto / Satelliti





Figura 10: Foto pavimento flottante



Figura 11: Foto piano 45, area satelliti





Figura 12: Foto impianti a pavimento



Figura 13: Foto giardino d'inverno piano 42





Figura 14: Foto vasca giardino d'inverno

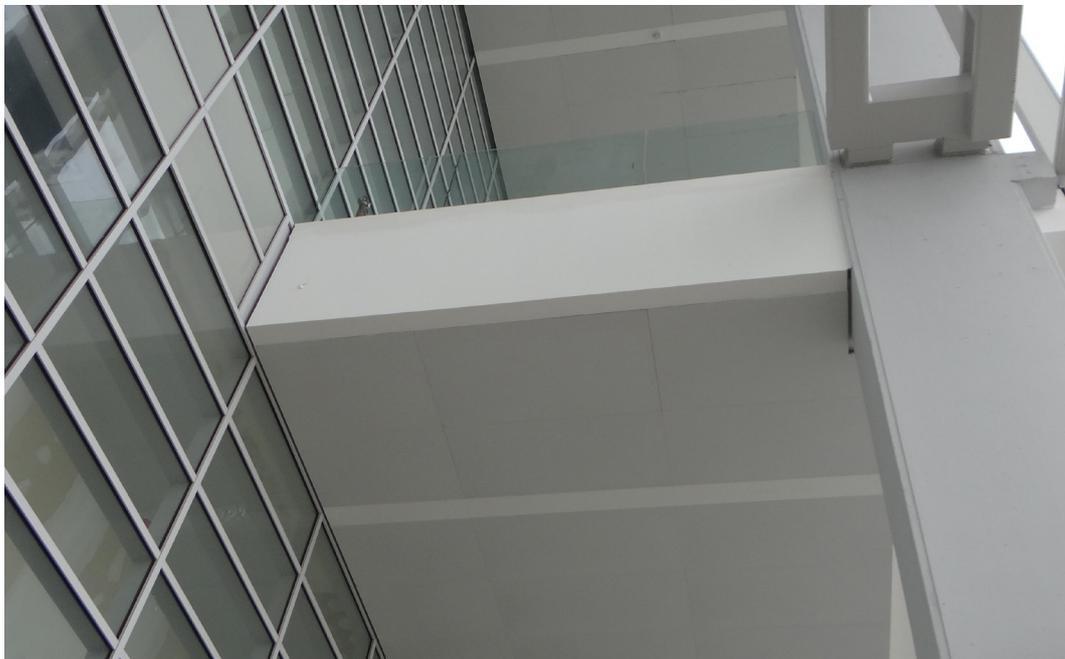


Figura 15: Foto pianerottolo giardino d'inverno piano 42





Figura 16: Foto stratigrafia vasca giardino d'inverno



Figura 17: Foto aerazione giardino d'inverno





Figura 18: Foto satellite piano 34



Figura 19: Foto impianti controsoffitto



Il grattacielo della Regione Piemonte è il secondo edificio per uffici, dopo la torre San Paolo di Torino, che supera più di 100 metri di altezza sul suolo piemontese. Progettato dall'architetto Massimiliano Fuksas, venne presentato nel 2007 subito dopo le Olimpiadi invernali. Dopo innumerevoli varianti da parte della giunta, nel 2011 iniziarono i lavori, con una scadenza massima di 35 mesi. Purtroppo anche per il cantiere le sorti non furono diverse; anche in questo caso furono attuate varianti in corso d'opera. A distanza di 9 anni dalla costruzione della prima fondazione, ancora oggi non si ha una data precisa riguardo la conclusione dei lavori.

L'opera prevede la realizzazione di **43 piani** fuori terra adibiti ad uffici, tra cui il piano zero che ospiterà la reception/hall e l'ultimo piano, posto ad un'altezza di **200 metri** che ospiterà un **bosco panoramico** all'aperto, accessibile dal pubblico, dove si potrà scorgere il panorama torinese in tutta la sua bellezza. La terrazza nel rooftop del grattacielo è unica nel suo genere, in quanto è una soluzione mai adottata sul suolo italiano, nemmeno nella torre Isozaki a Milano.

Il progetto prevede l'installazione sulle facciate a sud di 1000 mq di **pannelli fotovoltaici**, oltre a quelli installati sulla tettoia al piano terra che ricopre il percorso pedonale dai parcheggi all'ingresso della metropolitana; questo fa sì che la Torre sia praticamente autosufficiente dal punto di vista energetico, grazie anche alla presenza di un involucro completamente vetrato, creato per ridurre al minimo l'utilizzo della luce artificiale.

La torre della regione, progettata in vetro, acciaio e calcestruzzo armato, sorge su un'area di circa 70 000 mq con l'aggiunta di altri 60 000 mq di spazi accessori e opere esterne con annessi servizi com-



merciali allo scopo di rilanciare il quartiere. Lateralmente al sito è presente l'area che ospita l'ex Fiat Avio, il polo Fieristico Lingotto, e il quartiere nato durante il boom economico Nizza Millefonti.

Intorno si districano numerosi percorsi carrabili e pedonali, rendendo il polo in questione, raggiungibile da ogni parte del tessuto cittadino.

Il progetto in se, ideato dall'architetto Fuksas, è assai particolare, come lo sono d'altronde tutte le sue opere.

Il **corpo centrale**, che funge da scheletro, ospita 12 ascensori che potranno essere utilizzati sia dal pubblico per raggiungere il rooftop, sia dagli impiegati degli uffici. Quest'ultimi sono stati pensati per occupare solo la parte a ovest e un esigua parte est.

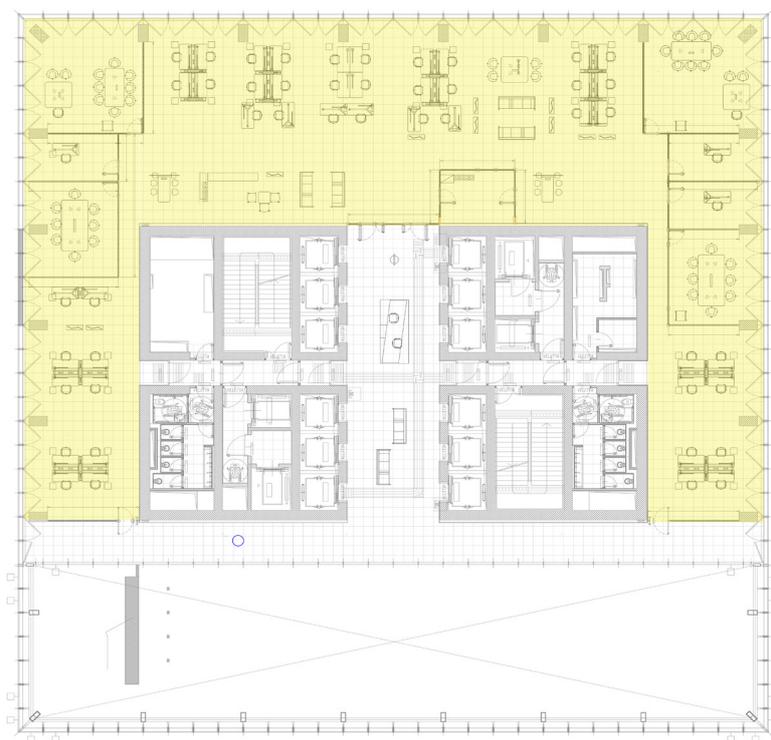


Figura 20: planimetria cad piano tipo



Inoltre in quest'ultima parte sono ubicati una serie di giardini d'inverno ad altezza variabile (tra i 2 e 4 piani) che ospiteranno grandi vasche contenenti piante di bamboo. Se ne parlerà più nello specifico nel capitolo successivo.

Bizzarra è la facciata sud, dove sono stati pensati degli **enormi setti obliqui** che tagliano come lame la facciata intera dell'edificio; essi, chiamati "**satelliti**", si pensa siano stati progettati per creare giochi di luci ed emozionare coloro che scrutano la torre dall'esterno. Internamente invece, sono adibiti sia per accogliere sale conferenze, che per zone relax o sale pausa per gli impiegati.



Figura 21: prospetto sezionato lato sud, focus sui satelliti  
Immagine scaricata da wikipedia



Per quanto riguarda l'area esterna, troviamo il centro servizi collegato direttamente alla torre, di 5 piani fuori terra, con dimensioni 45x45 metri che ospiterà un asilo nido per gli impiegati che lavorano nell'alto edificio. L'asilo nido occuperà solo un piano mentre gli altri due saranno occupati dalla hall.

Al secondo piano, inoltre sono presenti due sale conferenze e un auditorium che si collega con il terzo piano. In quest'ultimo sono presenti altre due sale conferenze.

Particolare soluzione è stata adottata per la facciata, in cui vengono anteposte lamiera modulari in alluminio per schermare la luce solare.



## 2.3. METODOLOGIA

In questo capitolo si andrà a discutere riguardo la **metodologia** adottata, sviscerando ogni sua parte, in modo da far comprendere meglio il raggiungimento dell'obiettivo finale prefissato.

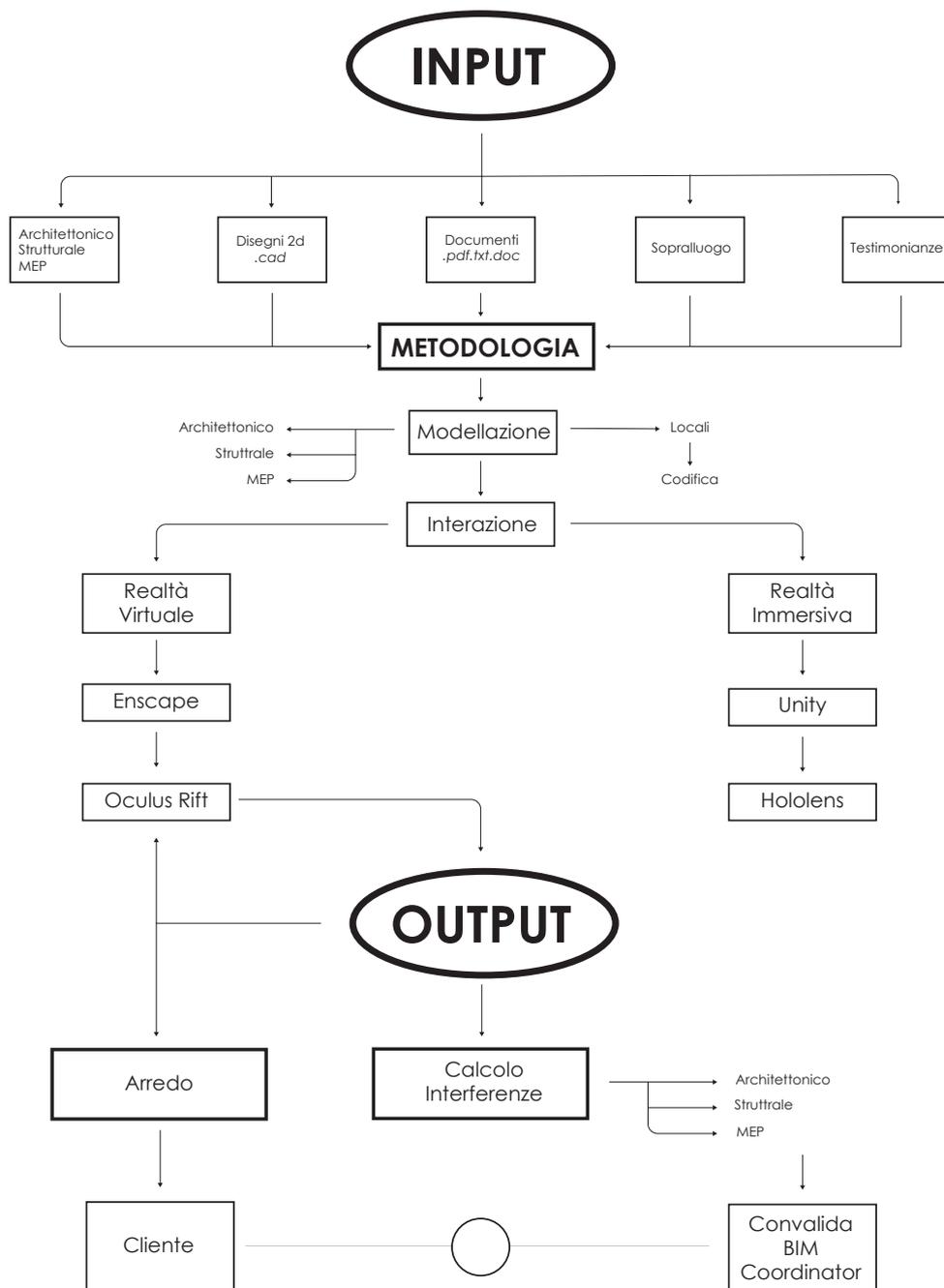


Figura 22: schema metodologico

Come **input** di partenza si è partiti da tutto ciò che ha permesso al team di comprendere al meglio il progetto, dalla costruzione vera e propria, quindi tramite il sopralluogo, alle testimonianze, alle foto e a tutti gli elaborati (.cad, .pdf, .doc) redatti dalla regione e dal team di laurea antecedente.

Di seguito si è passati alla modellazione, andando a modificare quello che riguarda la disciplina strutturale e impiantistica, in quanto vi erano interferenze con il modello architettonico, andando ad incrementare quest'ultimo già modellato da altri studenti in precedenza, con l'obiettivo di consegnare un modello, prima di tutto corretto, ma anche maggiormente dettagliato.

Oltre alla modellazione mera e propria si è anche andati a creare/completare tutto ciò che concerne i locali in termini di individuazione, quantificazione e parametrizzazione.

Dopodiché è subentrata la fase interattiva con il modello. Il team di laurea, essendo composto da due studenti, Enrico e Fabrizio, ha deciso di dedicarsi per una parte alla Realtà Virtuale e per l'altra alla Realtà Mista, utilizzando due diversi apparecchi che consegnano all'utente output differenti; uno rivolto alla semplicità, velocità di produzione e resa grafica, e l'altro con un occhio rivolto verso il futuro, ma con livelli maggiori di effort.

In conclusione, vengono proposti differenti output, in base all'obiettivo finale, il tutto grazie all'ausilio degli **Oculus rift**. Quindi si ha la possibilità di rivolgersi sia verso il cliente/committenza e quindi affrontare tutto quel discorso inerente alla modellazione e al posizionamento dell'arredo e sia verso quella figura che prende il nome di BIM coordinator, affrontando la questione delle interferenze tra le diverse discipline (architettoneca, strutturale, MEP).



Per poter adempiere all'obiettivo finale si è andati a selezionare una serie di programmi che avrebbero permesso di utilizzare da una parte gli Oculus Rift e, dall'altra, gli HoloLens.

	MODELLAZIONE 2D	MODELLAZIONE 3D	MODIFICA VR REAL-TIME	VR	AR
 <b>AUTOCAD</b>	✓	✓	✗	✗	✗
 <b>REVIT</b>	✓	✓	✗	✓	✗
 <b>ENSCAPE™</b>	✗	✗	✓	✓	✗
 <b>Twinmotion™</b>	✗	✗	✗	✓	✗
 <b>unity</b>	✗	✓	✓	✓	✓
 <b>AMBIENSVR</b>	✗	✗	✗	✓	✗
 <b>eyecad VR</b> <small>ready is not enough</small>	✗	✗	✗	✓	✗

Figura 23: Tabella riassuntiva dei programmi

I vari passaggi metodologici vengono spiegati minuziosamente nei capitoli successivi della tesi...



## 2. 4. T E M P L A T E

Prima di passare alla modellazione vera e propria è di fondamentale importanza creare un **template** che consenta di creare modelli omogenei e uniformi in base alle diverse discipline; questo servirà ai diversi team per avere un'organizzazione univoca e la medesima impostazione. Il template di partenza era già stato creato dal team di laurea che vi aveva lavorato precedentemente e quindi non è stato fatto altro che aprire il file interessato con le relative impostazioni parametrizzate a seconda della disciplina. A tal proposito, è stato aperto il file architettonico come centrale, procedura che verrà spiegata nei successivi capitoli, in quanto il principale obiettivo era migliorare e incrementare il lavoro svolto dalle precedenti figure del progetto.

A questo punto, dal momento che il team è composto da due figure (Enrico e Fabrizio), è stato necessario utilizzare la metodologia work-sharing con la conseguente creazione dei realtivi file locali.

### 2. 4. 1. C R E A Z I O N E F I L E P A D R E E W O R K S H A R I N G

Per prima cosa è stato necessario attuare una serie di passaggi chiave senza la quale, il modello, sarebbe risultato slegato dall'ottica di lavoro condiviso sia in termini di parametri che di informazioni. Tutto questo, naturalmente, seguendo uno standard uniforme per tutte le discipline progettuali, siano esse quella architettonica, quella strutturale, quella MEP o quella di coordinamento.

La **condivisione** del lavoro consente alle diverse figure attive all'inter-



no del team di lavorare allo stesso progetto contemporaneamente. Diviene così necessario creare un **modello centrale**, chiamato anche file padre, nel quale vengono memorizzate tutte le informazioni relative al progetto; esso funge anche da distributore di tutte le modifiche pubblicate nel file. Ovviamente ciascun utente deve salvare il proprio file locale in una posizione predefinita e quindi eseguire la sincronizzazione.

A tal proposito, la prima fase è stata quella di creare un “file padre” della disciplina architettonica e, essendo già presente un file architettonico di riferimento, è stato utilizzato quest'ultimo come file di partenza.

A questo punto, una volta aperto il file architettonico (TRP\_TO\_ARC\_CEN\_L-03\_L47), per poter inserire all'interno, tramite **linkaggio** di file (trattato di seguito), i modelli delle altre discipline, si son dovute acquisire le coordinate del progetto (stabilite in precedenza e presenti nel file), garantendo, così, una perfetta congruenza delle posizioni spaziali dei vari files. Per fare ciò, una volta aperto il file, è stato sufficiente selezionare, dal gruppo “gestisci” il menù a tendina delle coordinate andando a cliccare il comando “acquisisci coordinate”.

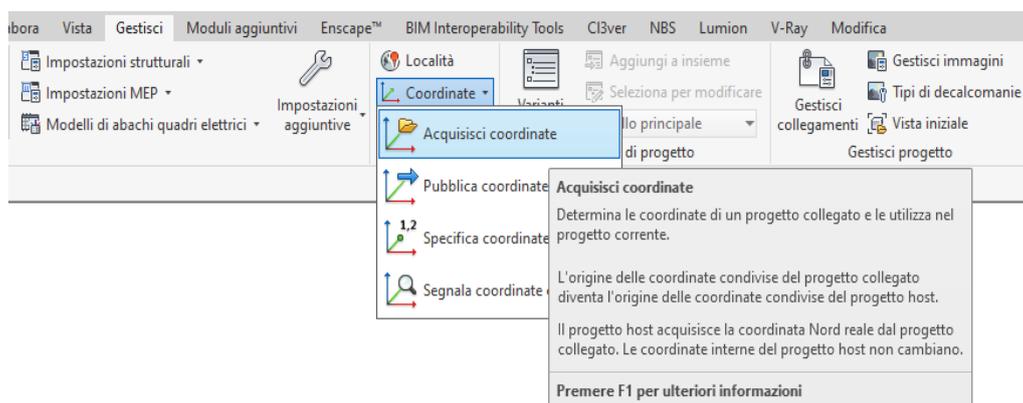


Figura 24: acquisizione coordinate di progetto

## 2.4.2. LINKAGGIO FILE COLLEGATI

Una volta attuato questo passaggio, la fase successiva è stata il **linkaggio** vero e proprio dei file all'interno del modello. L'azione di linkaggio di un file all'interno di un modello risulta utile per un duplice aspetto: in primo luogo consente di non appesantire troppo il file padre grazie al non trasferimento diretto dei dati e parametri del file linkato al modello e, in secondo luogo, permette di avere una visione di insieme dell'intero modello mantenendo i files separati e distinti tra loro. Questa associazione di files consente di lavorare parallelamente su due o più modelli distinti consentendo così un'agile riscontro delle interferenze e, di conseguenza, la loro risoluzione.

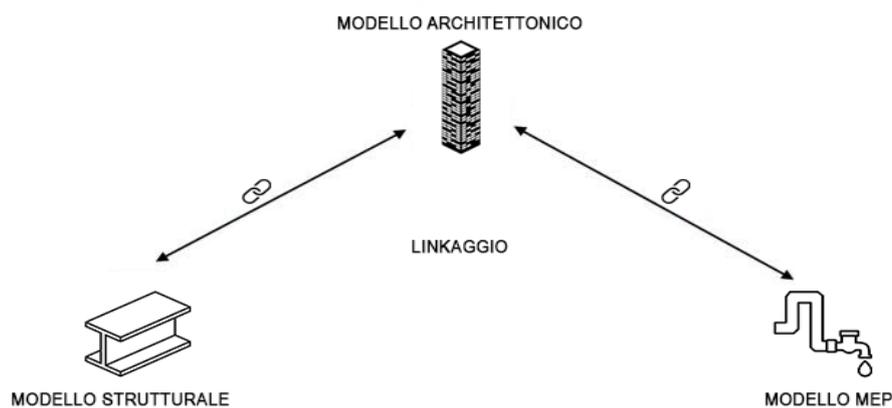


Figura 25: schema linkaggio files collegati

Per procedere con il linkaggio di un file, una volta acquisite le coordinate di progetto, bisogna aprire il gruppo "gestisci" e cliccare sul comando "gestisci collegamenti", andare sulla voce "aggiungi", selezionare il file RVT che si vuole linkare prestando attenzione in merito alla scelta di posizionamento selezionando "Automatico: da origine a origine".



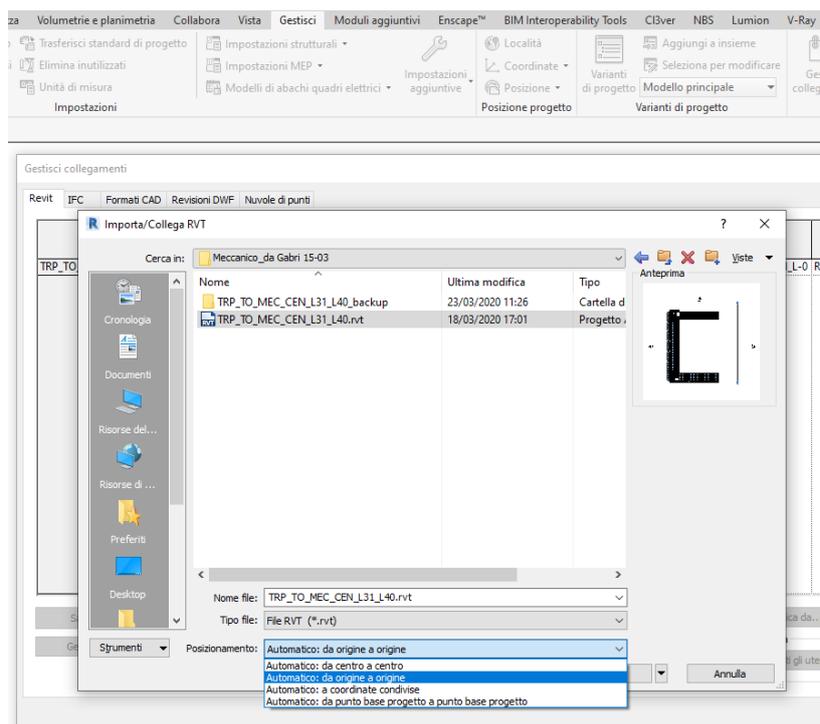


Figura 26: importazione files collegati

Arrivati a questo punto si può attuare la fase di worksharing.

Sempre più spesso oggi si sente parlare di **worksharing** e ambiente di lavoro condiviso così come sempre più spesso si sente parlare di tecnologie BIM per la condivisione di informazioni del progetto. Quando si parla di queste innovative metodologie, concetti di condivisione del lavoro e delle informazioni rivestono un ruolo importantissimo in quanto i diversi membri attivi possono gestire contemporaneamente e direttamente informazioni di diverse aree del progetto.

Questo metodo di organizzazione si può attuare tramite la creazione di un file padre chiamato "centrale" e file copie chiamati "locali", con lo scopo di gestire e ottimizzare il workflow, mediante condivisione in rete locale o in cloud. Essendo solamente due membri attivi e non disponendo di un cloud personalizzato si è scelta, per la collaborazione del progetto, la condivisione del modello in rete su una piattaforma di file hosting denominata Dropbox. Tramite la piattaforma è

possibile caricare il “*modello centrale*” da cui ne segue la creazione, da parte dei partecipanti al progetto, di una serie di copie locali personali.

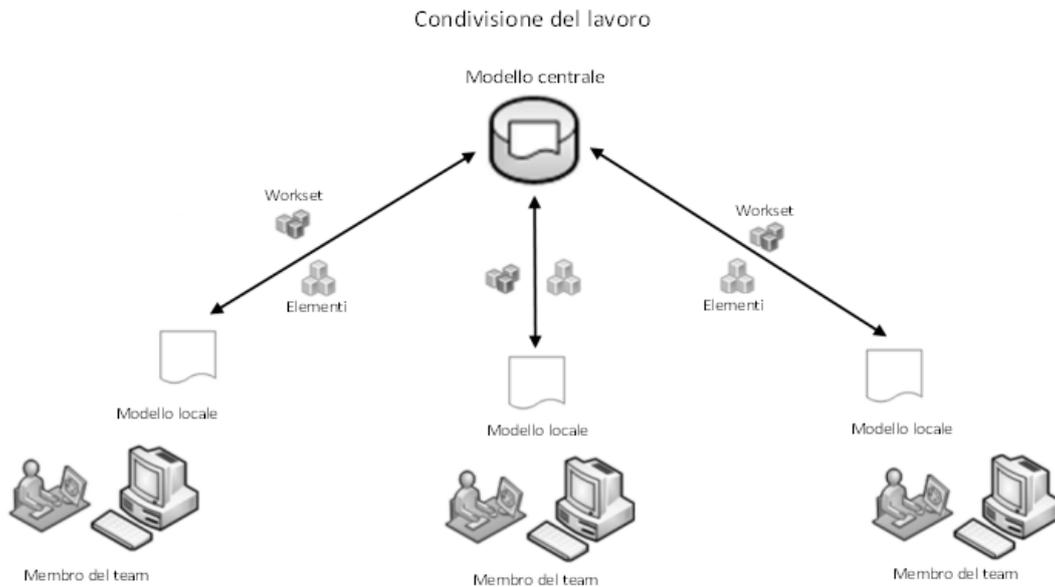


Figura 27: schema worksgaring [Fonte: google immagini]

La piattaforma funziona come una sorta di **hard disk condiviso** in rete nella quale, per ridurre al minimo la dispersione dei dati, sono stati caricati i file dei modelli linkati creando, così, nel software di modellazione un unico percorso di destinazione dei files comuni ad entrambi i membri attivi, evitando uno scollegamento degli stessi dal modello. Essendo dunque uno strumento di condivisione dei file, ed essendo il modello, per l'appunto, condiviso, tutto ciò che necessita di un collegamento diretto al modello (file .rvt, .dwg, .pdf, ecc), dovrà essere caricato sulla piattaforma, in modo da creare dei percorsi di destinazione dei files comuni a tutti i partecipanti alla modellazione.

Operativamente parlando, per mettere in pratica ciò che è stato descritto, per prima cosa, si è dovuto scaricare sui vari pc il software della piattaforma Dropbox. Di fondamentale importanza per la



condivisione e sincronizzazione del file, una volta installata la piattaforma, si è dovuto impostare, per entrambi i membri, lo stesso percorso di salvataggio della cartella **Dropbox** sul computer attraverso la funzionalità “preferenze” dell'applicazione, andando sul gruppo “sincronizzazione” e selezionando lo stesso percorso per tutti i partecipanti al progetto condiviso.

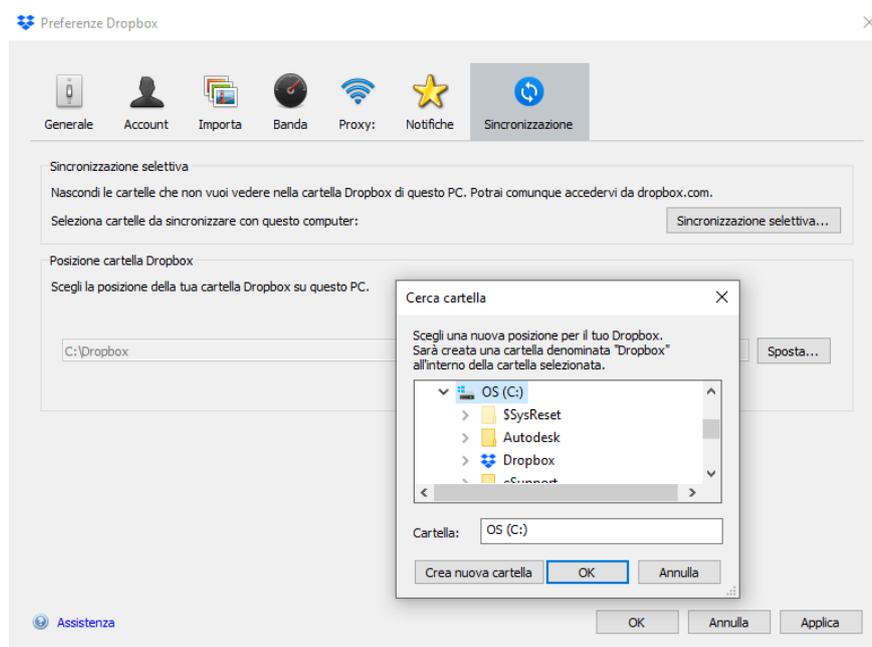


Figura 28: percorso d'installazione della cartella Dropbox

Una volta allineata la piattaforma è stato possibile salvare al suo interno il file centrale tramite l'apertura del file architettonico (TRP\_TO\_ARC\_CEN\_L-03\_L47) su Revit e, essendo già un file di collaborazione, è bastato andare su “file”, “salva con nome” e selezionare la cartella di destinazione “Dropbox”, controllando tramite il comando “opzioni” che la casella “assegna come modello centrale dopo il salvataggio” sia spuntata (condizione che si verifica in automatico per i file di collaborazione).

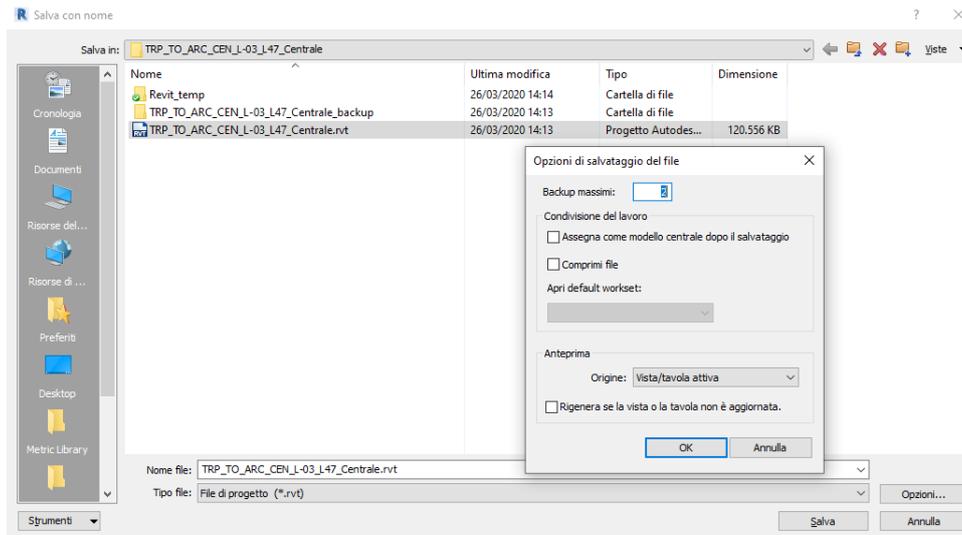


Figura 29: salvataggio come modello centrale nella cartella Dropbox

Si tiene a precisare che, qualora si crei un nuovo modello, per renderlo centrale, è necessario creare un modello collaborativo andando nella sezione “collabora” del software, cliccare sul comando “collabora”, scegliendo infine se collaborare in rete o in cloud. Fatto questo il modello potrà essere assegnato come modello centrale.

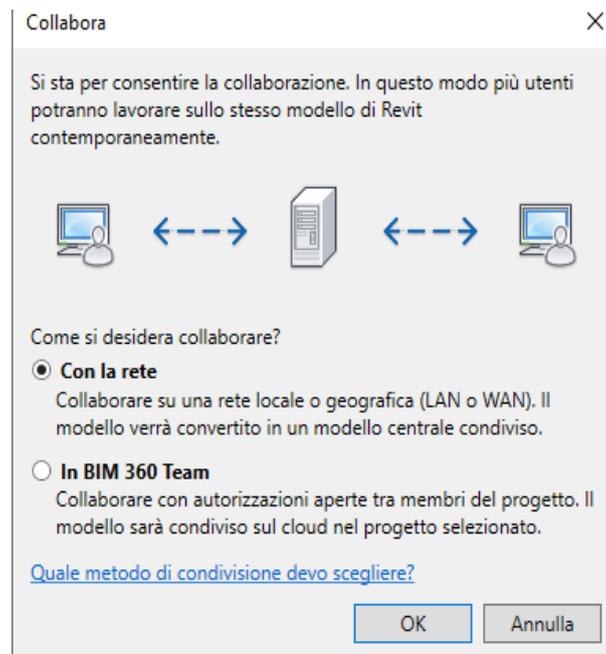


Figura 30: collaborazione del modello in rete



Fatto questo, dunque, si sono potuti creare i file locali personali aprendo il Software Revit, cliccando il comando “apri”, selezionando il file centrale salvato sulla piattaforma, spuntando la casella “crea nuovo locale” e andandolo a salvare, una volta aperto, in una qualsiasi cartella di destinazione del pc nominandolo secondo i criteri scelti dal Team. D’ora in avanti per salvare e sincronizzare il file locale con quello centrale sarà necessario cliccare sul comando “sincronizza con centrale” dalla sezione “collabora”.

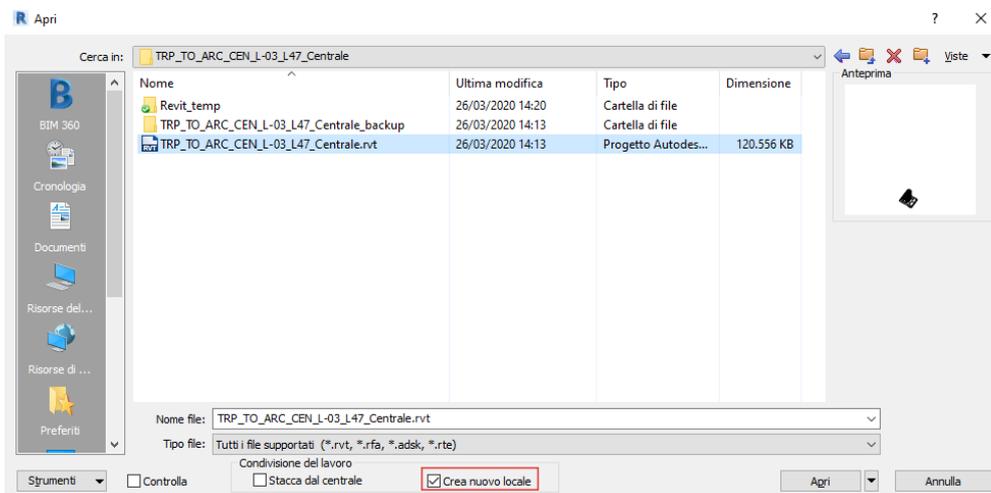


Figura 31: creazione del modello locale su pc personale

In seguito, essendo uno strumento necessario e utile per un lavoro in condivisione, ci siamo concentrati a revisionare i **workset** impostati in origine dal creatore del modello. Essi fungono come dei revisori di proprietà degli elementi, vale a dire che il creatore del workset può decidere che gli elementi e le famiglie da lui creati ed etichettati sotto un determinato workset possano essere modificabili o non modificabili da parte degli altri partecipanti al progetto. Questo, ovviamente, dipende dal tipo di progetto e dalla sua finalità: trattandosi di un lavoro finalizzato alla ricerca, non è necessario avere oggetti bloccati e non modificabili tra i membri di progetto in quanto non è

prevista alcuna responsabilità oggettiva sulle modifiche o sugli elementi, per cui questi, ad ogni sincronizzazione, vengono rilasciati; nel caso in cui si tratti di un progetto "reale", in cui entrano in gioco sia questioni legate alla responsabilità progettuale, sia la proprietà del lavoro per i compensi economici, allora la questione risulterebbe sicuramente diversa e il lavoro andrebbe impostato diversamente. Grazie ad essi, con l'apertura, chiusura, bloccaggio degli elementi è possibile ottimizzare il lavoro sul software al fine di evitare sovrapposizioni, per rendere più agile il lavoro o per impostare determinati elementi come cardini non modificabili.

Il criterio di raccolta degli elementi nei diversi workset è inerente alle caratteristiche di impostazione del lavoro e quindi si potranno avere workset riferiti al proprietario, alla disciplina, alla famiglia, alla tipologia, alla funzione, ecc., sulla base dell'impostazione originaria di progetto. Nel modello architettonico del caso studio, la gestione e divisione dei workset fa riferimento alla tipologia degli elementi quali gli arredi, i controsoffitti, l'involucro vetrato, le masse, le partizioni e i pavimenti..

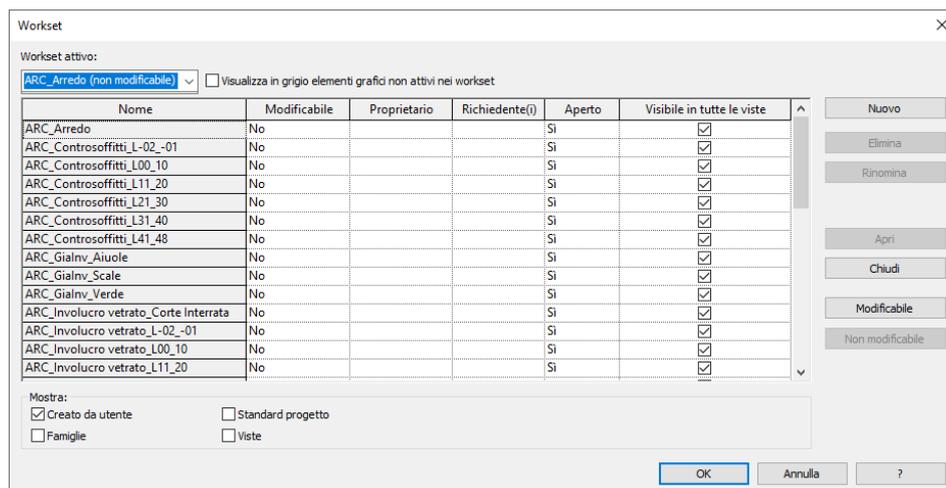


Figura 32: elenco workset di modello

La sincronizzazione e la condivisione del file, tuttavia, presentano al-

cune criticità che generano scollegamenti tra file centrale e locali, o creazione di copie in conflitto non sovrapponibili e non ricaricabili. Questo sembrerebbe generato da molteplici fattori: in primo luogo l'instabilità della piattaforma e delle connessioni internet che rendono la sincronizzazione delle modifiche vulnerabili a perdite di dati e determinano uno scollegamento tra file locali e file centrale. Stessa questione accade quando si modificano elementi uguali in file locali diversi contemporaneamente o modificando elementi anche diversi tra loro ma sotto lo stesso workset, come ad esempio, nel nostro caso, modificando due pavimenti di livelli differenti come il piano tredicesimo e quattordicesimo che, però sono raggruppati all'interno dello stesso workset "ARC\_Pavimenti\_L\_20".

In tal caso vengono generati dal software degli avvisi di errore di impossibilità di aggiornamento del file centrale o la creazione di file di conflitto sulla piattaforma.



# 3. MODELLAZIONE ARCHITETTONICA

---



### **3.1.Pavimenti**

### **3.2.Controsoffitti**

### **3.3.Incongruenze dei livelli (altimetrici)**

### **3.4.Inserimento e codifica locali**

#### **3.4.1.Delimitazione**

#### **3.4.2.Codifica**

#### **3.4.3.Etichetatura**

#### **3.4.4.Analisi dati**

#### **3.4.5.Totali Dell'edificio**

#### **3.4.6.Piano terra**

#### **3.4.7.Piano secondo**

#### **3.4.8.Piano Tipo**

#### **3.4.9.Piano Tipo giardino d'Inverno**

#### **3.4.10.Piano Quarantaduesimo**

### **3.5. Epilogo**



## 3. MODELLAZIONE ARCHITETTONICA

### 3.1. PAVIMENTI

Una volta impostata la condivisione del lavoro si è passati alla modellazione del progetto prendendo come base di partenza il modello architettonico fino ad ora elaborato. Come documentazione di progetto si è fatto riferimento ai files più aggiornati in possesso dalla squadra di progettisti della Regione Piemonte, in riferimento ad una nuova variante progettuale nominata "N°7", di cui la sovrintendenza ha fornito parte della documentazione.

A seguito di queste innumerevoli varianti di progetto il modello architettonico fino ad ora elaborato presentava alcune differenze dalla situazione aggiornata, è stato necessario, dunque, applicare modifiche anche sostanziali al modello. La prima di queste incongruenze, tra modello e documenti, è stata rilevata nella pavimentazione dei piani per ciò che riguarda il perimetro degli stessi, soprattutto, nei piani in cui risiedono i giardini d'inverno (piani 14-16, 24-26, 31-34, 39-42).



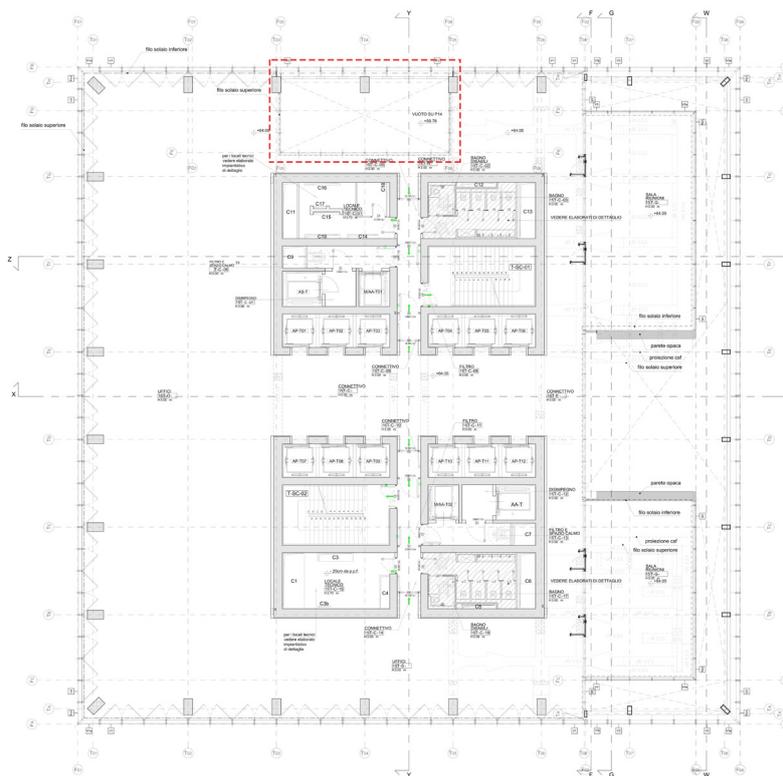


Figura 33: pianta piano 14 - Elaborato tecnico PR\_3\_C\_A\_P\_T0217\_03

Avendo linkato all'interno del modello architettonico il modello strutturale, una volta modificati i **perimetri dei pavimenti** secondo la documentazione di progetto e secondo ciò che è stato valutato durante il sopralluogo, si sono potuto facilmente evincere le discordanze tra i modelli: ad esempio quando, modificando il perimetro del pavimento, il solaio strutturale risultava non seguire tale sagoma. Dunque, una volta consultati i documenti strutturali, la modifica è stata applicata anche al modello strutturale, non attraverso la modifica sul file linkato aperto nell'architettonico ma direttamente aprendo il modello strutturale e apportando la modifica. Una volta fatto ciò, quest'ultima sarà visibile all'interno del modello architettonico.

La visualizzazione migliore per notare queste **interferenze**, durante la fase di modellazione, è risultato essere la visualizzazione **3D** in quanto



fornisce una visione d'insieme riuscendo a racchiudere al suo interno la totalità degli elementi, siano essi relativi alla disciplina architettonica, a quella strutturale o quella MEP. Di seguito, a tal proposito, vengono riportate due immagini riguardanti le modifiche di cui parlato in precedenza e, nel caso in esame, viene evidenziato come l'interferenza del pavimento architettonico con il solaio strutturale è stata superata grazie alla modifica del perimetro del pavimento creando così il "vuoto" a tre piani del giardino d'inverno.

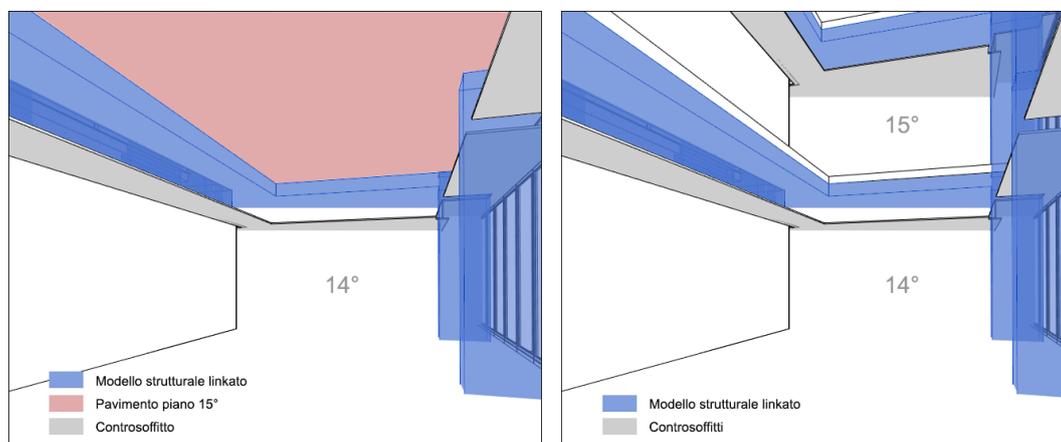


Figura 34: interferenza tra modello strutturale e architettonico

Contemporaneamente alla modifica dei perimetri è stato necessario modificare anche la **tipologia di pavimento** in relazione alla destinazione d'uso del locale. La modellazione originale dei pavimenti del modello architettonico, infatti, non rispettava tale divisione tipologica per cui ogni piano presentava la stessa tipologia di pavimento su tutta la superficie calpestabile quando in realtà ne esistono di diverse. Per l'individuazione dei pavimenti nei piani si è fatto riferimento al file denominato "PR\_3\_C\_A\_P\_T561\_00\_BOOK PAVIMENTI" mentre, per la stratigrafia degli stessi si è fatto riferimento al file "PR\_3\_C\_A\_A\_



T702\_02\_Abaco massetti e pavimentazioni". La classificazione e nomenclatura dei pavimenti fa riferimento al seguente schema:

### LEGENDA CODICE ABACO PAVIMENTO

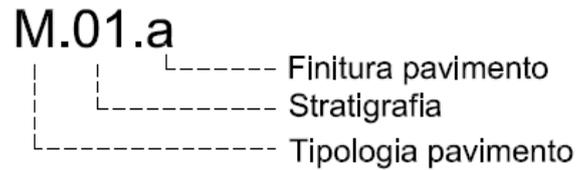


Figura 35: legenda codice abaco pavimenti

Sono state riscontrate **14 gamme** di pavimentazioni (in riferimento ai piani da 0 a 42) suddivise secondo la macro-categoria tipologica per cui:

<u>G</u>	<u>M</u>	<u>S</u>
Pavimento galleggiante in quadrotti	Pavimento su massetto	Finitura su soletta in C.A.

A seguire, la nomenclatura, fa riferimento alla stratigrafia: gli spessori degli strati sono variabili ma, cosa fondamentale è l'invariabilità della stratigrafia, la quale, deve seguire sempre lo stesso ordine per ogni classificazione. Ad esempio, il pavimento M.02.cls1, presenta diversi spessori ma stessa stratigrafia:

**M.02.cls1**

**PASSERELLE NORD E SUD**

**TUNNEL EST**

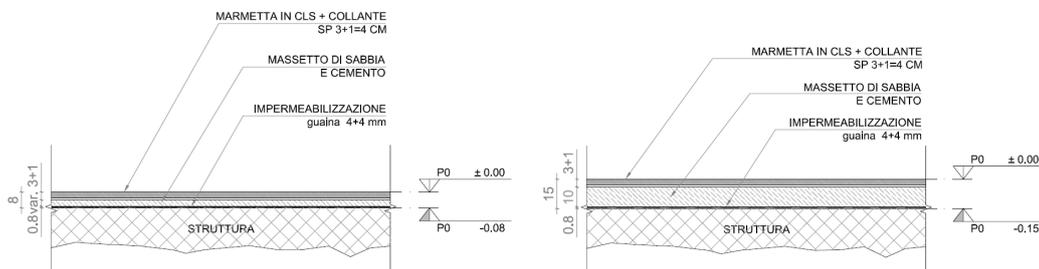


Figura 36: esempio stratigrafia pavimento

Come ultima distinzione si fa riferimento alla finitura superficiale della pavimentazione: anche in questo caso, ogni finitura ha il suo spessore e le sue caratteristiche materiche che non vanno ad influire sulla stratigrafia ma solo sullo spessore totale. Di seguito viene riportato l'elenco delle finiture dei pavimenti e lo spessore relativo:

	COD.	DENOMINAZIONE	sp.(cm)	DESCRIZIONE
LEGENDA FINITURE PAVIMENTI	h	antipolvere	0,2	fissativo antipolvere protettivo trasparente all'acqua
	r	resina	0,3	resina epossidica bicomponente incolore all'acqua per Interno tipo Sikken o equivalente
	gr	gres	1	piastrelle in gres ceramico dimensione 60x60 cm
	cls 1	marmetta in calcestruzzo	3	marmetta in cemento per esterni dimensione 60x60 praktica chiara
	cls 2	marmetta in calcestruzzo	3	marmetta per In cemento per Interni dimenslone 60x60 teknica chiara
	cls 3	marmetta in calcestruzzo	3	marmetta in cemento per esterni dimenslone 60x60 praktka scura
	cls 4	marmetta in calcestruzzo	3	marmetta in cemento per interni dimensione 60x60 teknica scura con inserti specchio/vetro
	g	guaina		

Figura 37: elenco finiture pavimenti

Per quanto riguarda l'individuazione della tipologia di finitura in relazione alla destinazione d'uso si fa riferimento al documento "PR\_3\_C\_A\_P\_T0108\_00" (in questo caso in riferimento al piano 4) e a tutta la documentazione della cartella "Nuovi Documenti TRP/Architettonico/01\_TO/T\_100-BASI PER IMPIANTI/pdf" contenente i file degli altri piani:



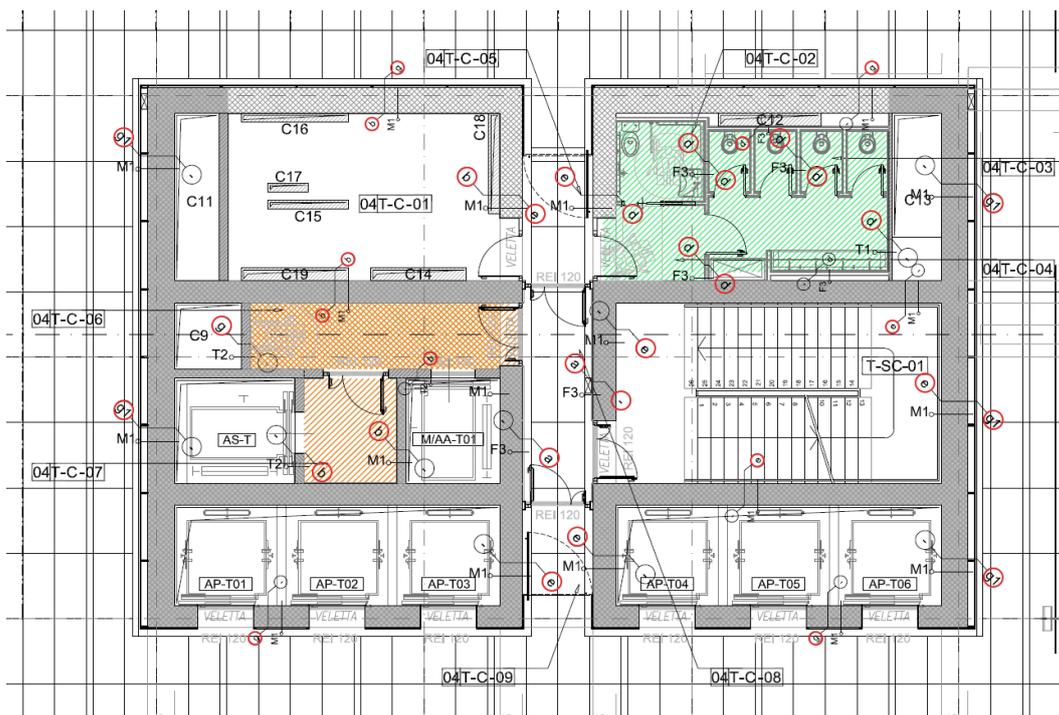


Figura 38: stralcio di pianta piano 4 - individuazione finiture

## 3.2. CONTROSOFFITTI

Per quanto riguarda la modellazione dei **controsoffitti** la prima distinzione tipologica è stata individuata nel **materiale** dei pannelli, in cartongesso o metallico. Per ciascuna tipologia, sono state individuate diverse varianti, diverse quote o diverse altezze dei pannelli. Inoltre sono stati identificati pannelli orizzontali e verticali.

La tabella seguente prova a semplificare la lettura dei diversi tipi di controsoffitti e la relativa codifica riportata nelle tavole di progetto applicata nel modello.

MATERIALE	TIPOLOGIA	ORIENTAMENTO	CARATTERISTICA	CODICE
CARTONGESSO	NORMALE	ORIZZONTALE	Quote: +300;+315;+346;+358 cm	T.C.C.00
		VERTICALE	Altezze: 15; 46; 58 cm	
	IDROREPELLENTE	ORIZZONTALE	Quota +300 cm	T.C.C.01
	GESSO COMPOSITO	ORIZZONTALE		T.C.G.
METALLO	MICROFORATO	ORIZZONTALE	Quota +300 cm	T.C.M
		VERTICALE	-	T.C.MV
	LAMIERA STIRATA	ORIZZONTALE	Quota +300 cm	T.C.S
	PER ESTERNI	ORIZZONTALE		T.C.E
	GRIGLIATO	ORIZZONTALE		T.C.GR

Figura 39: tipologie controsoffitti

Per quanto riguarda l'individuazione dei controsoffitti dei piani si è fatto riferimento alla documentazione tecnica fornitaci dalla Torre Regione Piemonte ai percorsi "Nuovi Documenti TRP/Architettonico/01\_TO/T\_400-CONTROSOFFITTI/dwg" e "Nuovi Documenti TRP/Architettonico/01\_TO/T\_1100\_ABACO CONTROSOFFITTI/pdf". Files da cui è stato possibile individuare il posizionamento dei diversi controsoffitti in relazione alla destinazione d'uso del locale. In linea di massima si può affermare che le varianti sostanziali al loro posizionamento si evincono nei piani bassi (0-3° piano). I corpi centrali, contenenti le distribuzioni verticali, i locali tecnici, i cavedi e i bagni, in linea di massima presentano una controsoffittatura con pannelli in **cartongesso** (nei bagni quello idrorepellente) mentre la superficie esterna a tali corpi è controsoffittata mediante pannelli **microforati in metallo**. Essi mascherano tutta la componente strutturale ed impiantistica e contengono, oltre alle griglie di aerazione, tutta quella che è la pannelatura radiante per il condizionamento dei locali. Anche questi ultimi sono espressamente individuati nella documentazione citata in precedenza. Di seguito viene inserita una pianta dei controsoffitti tipo.



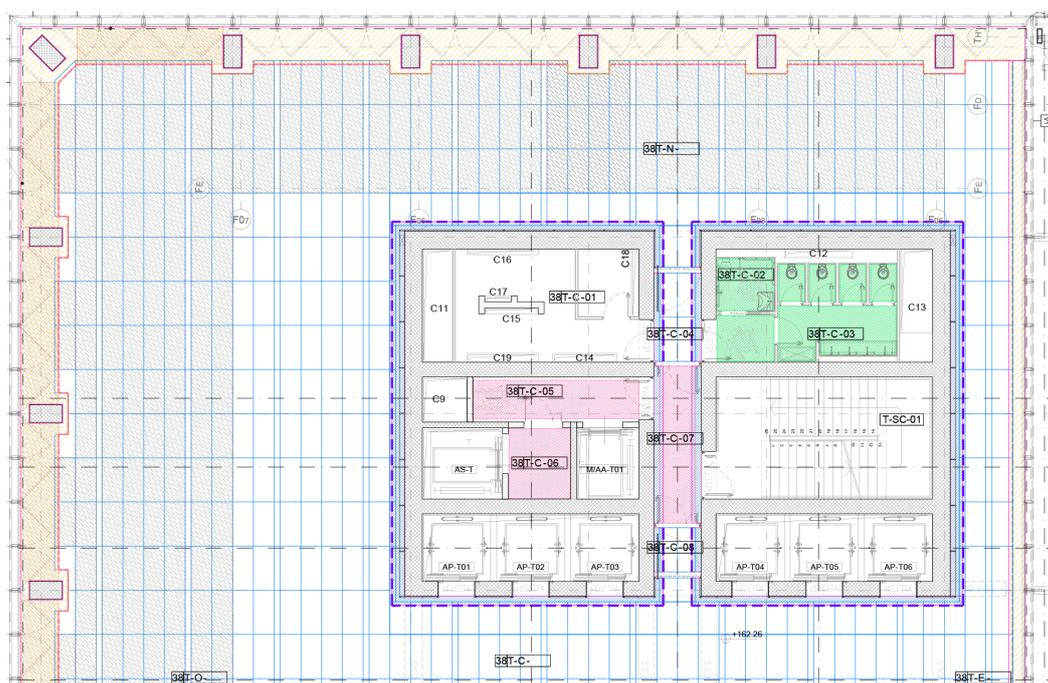


Figura 40: stralcio di pianta tipo dei controsoffitti

### 3.3. INCONGRUENZE DEI LIVELLI (altimetrici)

Sono state riscontrate, durante la modifica del modello architettonico, delle incongruenze in merito ad una **differenza tra le quote altimetriche** riportate sulle tavole di progetto inviateci dalla Regione Piemonte e la gestione dei livelli di riferimento dei modelli 3D. E' stato rilevato un discostamento pari a 20 centimetri; i livelli dei modelli 3D sono risultati più alti di 20 cm rispetto alle quote altimetriche delle tavole di progetto. Questo errore può derivare da una confusione del precedente team, in fase di modellazione iniziale, delle quote piano "finito" e "rustico" riportate nelle sezioni di progetto dove, per piano



“finito”, si intende la quota del piano di calpestio (ossia, l’estradosso del pavimento galleggiante) e, per piano “rustico”, si intende la quota dell’estradosso del solaio strutturale. Si presuppone, dunque, che durante la costruzione del modello digitale la quota del piano finito sia stata utilizzata come quota di piano rustico e che, di conseguenza, questo abbia prodotto l’innalzamento di 20cm dei livelli di riferimento dei modelli rispetto alle quote di progetto.

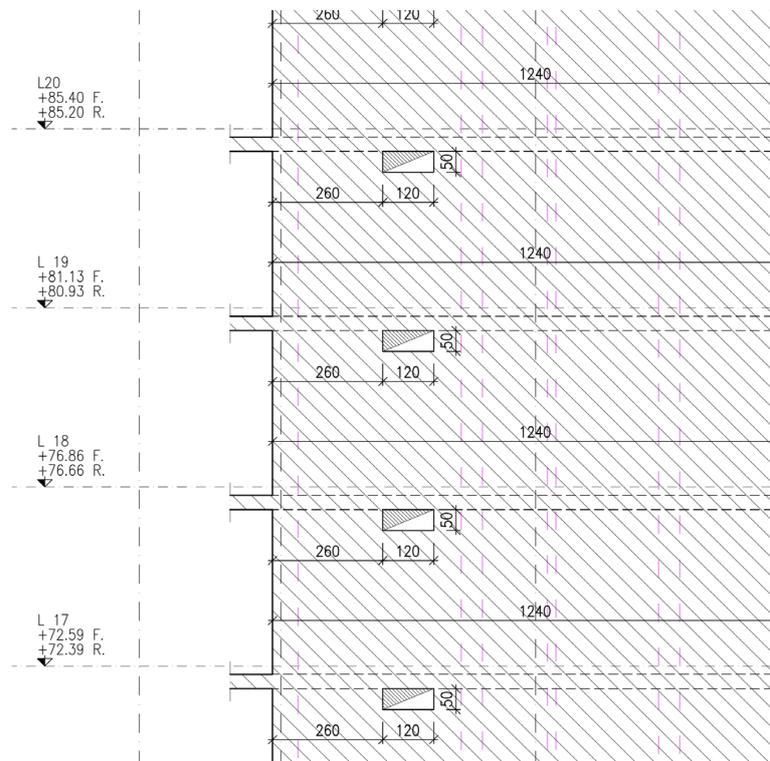


Figura 41: sezione X-X livello rustico e finito

A tal proposito, dopo un confronto con il Team di gestione del progetto è emersa l’esigenza (nonché necessità) di non modificare i valori delle quote livello dei vari modelli e, pertanto, si è dovuto procedere alla ricerca di un’altra soluzione al problema. Sono state interrogate più risorse (tesisti e collaboratori) per poter trovare la soluzione il meno invasiva possibile e relativamente immediata, senza



dover sconvolgere i modelli e senza dover perdere mesi di lavoro per apportare la modifica ad ogni singolo oggetto del modello. A tal proposito, per riportare i **piani finito e rustico dei modelli** alla situazione di progetto è stato utilizzato uno script<sup>3</sup> del software Sandbox Dynamo (della famiglia Autodesk) che ha permesso di spostare verso il basso di 20cm i suddetti piani senza dover applicare modifiche dirette al modello se non per alcune categorie di famiglie, per cui è stato necessario applicare la modifica direttamente alla famiglia per poi ricaricarla aggiornata e corretta nel modello (come nel caso delle facciate continue).

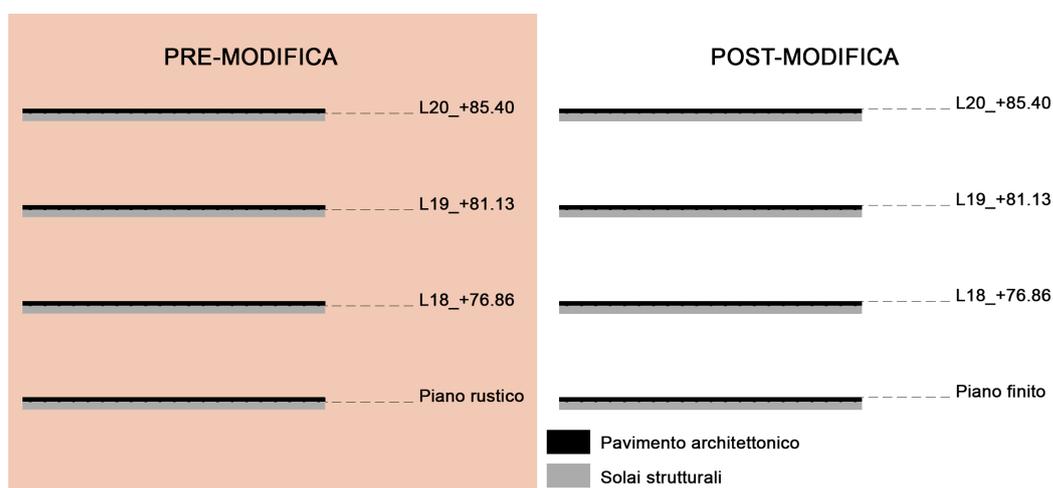


Figura 42: modifica dei livelli di finitura

### 3.4. INSERIMENTO E CODIFICA DEI LOCALI

Lo step successivo alla modellazione degli elementi è stato quello di individuare i locali presenti in ciascun piano al fine di ottenere una serie di informazioni quantitative e qualitative per la gestione degli



spazi, utili a comprendere la natura dell'edificio, il suo sostentamento e la sua manutenzione.

### 3.4.1. DELIMITAZIONE

Operativamente parlando si è dovuti andare ad inserire manualmente, piano per piano, i locali all'interno degli spazi. Il software prende come delimitazione degli stessi i perimetri racchiusi da muri e, perciò, un'operazione fondamentale è stata quella di delimitare correttamente tutti i locali in base alla tipologia di appartenenza. Ad esempio, un muro divisorio di un locale appartenente alla stessa tipologia non avrebbe dovuto creare una delimitazione del locale, viceversa per quanto riguarda, invece, un muro divisorio tra locali di tipologia differente. Questa caratteristica è direttamente modificabile dal pannello "proprietà" del software Revit andando a spuntare o meno la voce "delimita il locale" come illustrato di seguito.

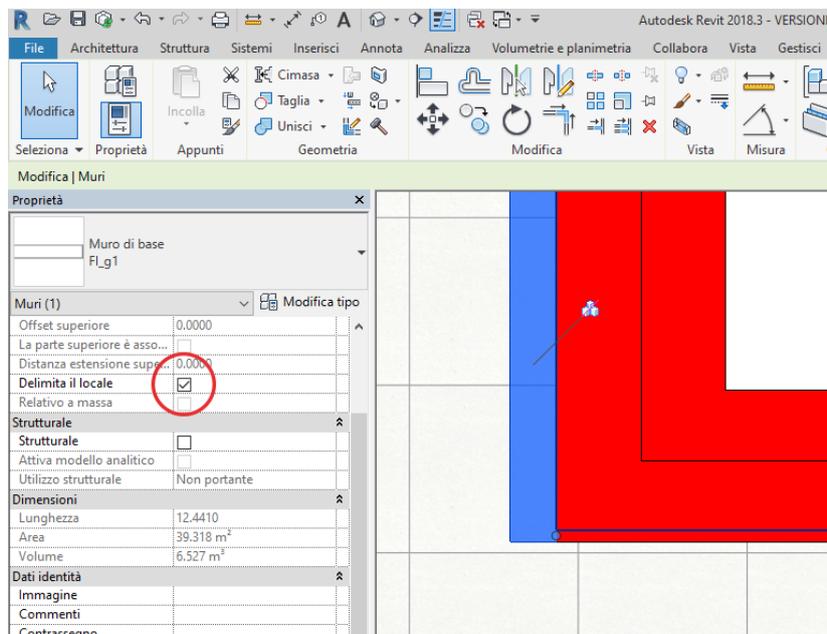


Figura 43: delimitazione dei locali muro

Stesso discorso di delimitazione o meno degli spazi accade per i file linkati sempre attraverso il comando “delimita il locale” editabile una volta selezionato il file linkato ed essere andati nella sezione “*modifica tipo*”.

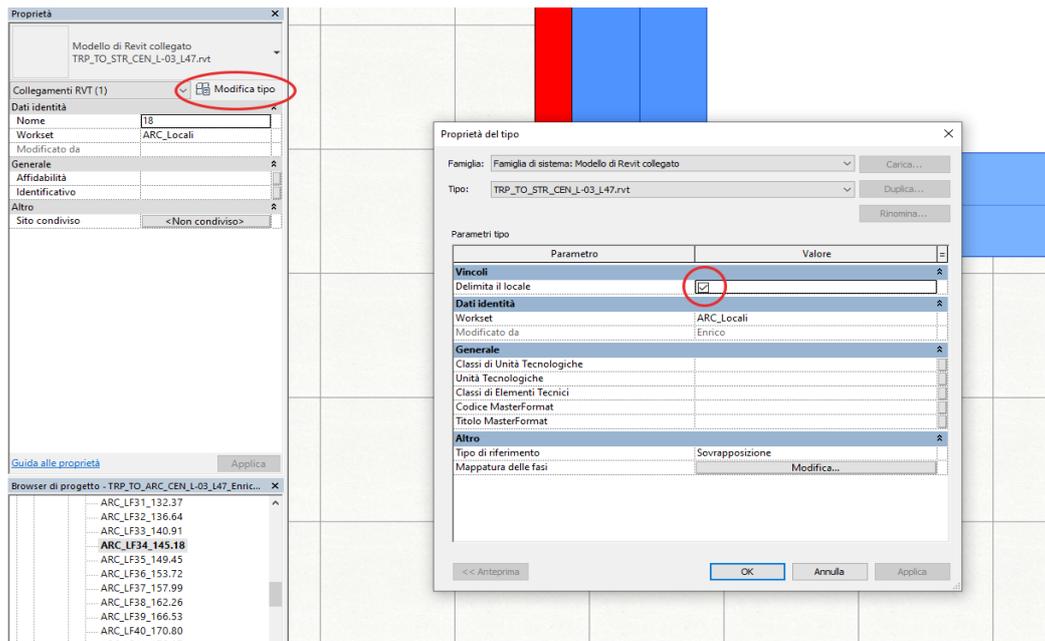


Figura 44: delimitazione dei locali file strutturale linkato

Nel caso specifico il file strutturale linkato è stato impostato come delimitatore di locali in quanto influisce nella divisione degli ambienti e non è mai in conflitto con la componente architettonica, il che lascia presagire, altresì, la correttezza della modellazione di entrambi i files. Ultimo passo della fase di delimitazione è stato quello di delimitare manualmente i locali dove non vi era presente una delimitazione fisica, come un muro o una porta, in corrispondenza, ad esempio, dei cavedi o del vano ascensore. Per far questo si è ricorso ad una funzionalità del software per il quale è possibile “disegnare” una delimitazione **libera da vincoli** ma che va a collegarsi direttamente agli altri elementi modellati con la proprietà di delimitazione attiva. Attra-

### 3. Modellazione Architettonica

verso la finestra “architettura” si è andati a selezionare il comando “delimitatore locale” è, in seguito è bastato disegnare la linea o il perimetro da delimitare.

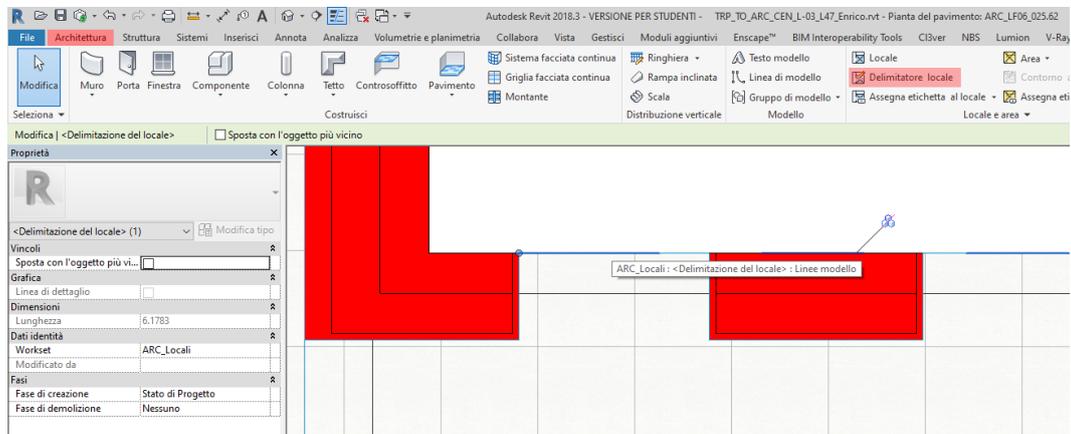


Figura 45: comando delimitatore locale

La parametrizzazione del locale consiste nell’ informalizzare il dato altimetrico dello stesso, nel momento che la parametrizzazione planimetrica è delimitata dai muri. Questo vuol dire che il locale è un elemento tridimensionale che tiene conto oltre che della superficie, del volume.

La delimitazione dei locali degli elementi architettonici citata in precedenza vale anche per controsoffitti, pavimenti e travi. Questo vuol dire che il locale si estenderà in altezza fino a toccare una di queste delimitazioni, ovviamente, una volta impostata l’altezza di riferimento dell’ offset superiore **dalla base del pavimento alla quota di intradosso del controsoffitto**. A tal proposito si rimanda, al fine di una maggiore comprensione, ad una guida del produttore del software Revit, la Autodesk, denominata “*informazioni sulla definizione del contorno superiore di un locale*” consultabile sul sito internet<sup>1</sup>. La guida spiega la definizione altimetrica del locale esplicitando che “*se gli elementi di delimitazione del locale intersecano l’offset del limite superiore, il contorno superiore è invece formato da tali elementi*” ovvero che se,



ad esempio, il limite superiore è impostato a 3 metri ma a 2,70 metri vi è un controsoffitto con delimitazione del locale attiva, allora, il locale sarà delimitato a 2,70 metri. Di seguito viene riportata un'immagine esplicativa, estrapolata dalla guida, per la definizione dell'offset del limite superiore del locale.

Nella seguente vista di sezione:

- Per Locale 1 (Room 1), il limite superiore del livello 1 e l'offset del limite sono impostati su 4000.
- Per Locale 2 (Room 2), il limite superiore del livello 1 e l'offset del limite sono impostati su 3000.
- Per Locale 3 (Room 3), il limite superiore del livello 2 e l'offset del limite sono impostati su 4000.
- Per Locale 4 (Room 4), il limite superiore del livello 2 e l'offset del limite sono impostati su 3500.

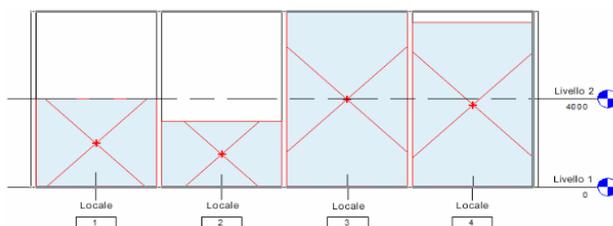


Figura 46: definizione altimetrica dei locali [Fonte]<https://knowledge.autodesk.com/it/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ITA/Revit-Model/files/GUID-C3040C34-62FC-4F31-9594-1082CFF86FFE-htm.html>

Operativamente parlando, tale definizione va inserita nelle impostazioni di inserimento del locale nel momento dell'inserimento e modificabile successivamente.



Figura 47: definizione altimetrica dei locali

Questo preambolo è utile per comprendere la natura degli spazi, ossia, mentre la maggior parte dei locali si ripete su diversi piani dell'edificio, locali come i giardini d'inverno, i vani ascensore e i cavedi, hanno una sola superficie in pianta a livello di area ma occupano un

volume che si estende per più piani. Di seguito viene illustrato, a titolo esplicativo, la questione sopra descritta, e riferita al giardino d'inverno dei piani 14-16.

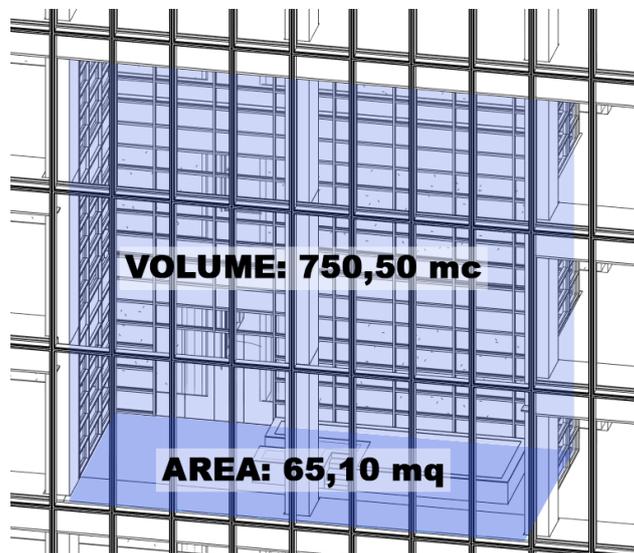


Figura 48: rappresentazione tridimensionale del locale

## 3. 4. 2. CODIFICA

La **codifica dei locali** consiste nell'assegnare determinate informazioni, in questo caso qualitative, ad ognuno di essi per poter successivamente elaborare analisi e poter estrapolare informazioni più dettagliate sui dati del progetto. Le informazioni inserite nella codifica, utili a identificare il locale, sono le seguenti:

- **Categoria:** individuazione della macro area di appartenenza in relazione alla destinazione d'uso del locale;
- **Tipologia:** corrisponde alla destinazione d'uso del locale;



CATEGORIA	TIPOLOGIA	CATEGORIA	TIPOLOGIA
AREA AUSILIARIA	Connettivo	SERVIZIO ALL'EDIFICIO	Antibagno
	Disimpegno		Bagno
	Passerella		Bagno disabili
AREA DI LAVORO	Ufficio		Filtro
AREA DI SUPPORTO	Sala riunioni		Locale tecnico
	Giardino d'inverno		Locale UTA
	Reception		Spazio calmo
	Spazio espositivo	COLLEGAMENTO VERTICALE	Scala
	Lobby		Ascensore
	Foyer		Cavedio
	Terrazza		

Figura 49: tabella riassuntiva

- **Denominazione locale:** denominazione del locale, composto dal nome della tipologia e il piano di collocamento (Connettivo P10);

- **Codice locale costruttivo:** codice del locale assegnato nelle tavole di progetto;

01T-C-10

- **Zona:** edificio di appartenenza del locale riportato, anch'esso, nelle tavole di progetto;

01T-C-10

- **Livello:** localizzazione del piano.

### 3. 4. 3. ETICHETTATURA

A seguito della codifica, si è potuto procedere alla **creazione dell'etichetta del locale** che comparirà, una volta inserito lo stesso, nella vista di pianta. Ovviamente l'etichetta può non essere visibile, opzione



### 3. Modellazione Architettonica

disattivabile deselezionando il comando “*etichetta al posizionamento*” nel momento dell’inserimento del locale oppure disattivando la vista delle etichette locale.



Figura 50: etichetta al posizionamento

L'etichetta presente nel modello è stata creata in linea con quella presente nelle tavole di progetto, contenente il **livello, la zona, il codice locale costruttivo e la tipologia**. Sono stati aggiunti, altresì, **l'area, il volume e il perimetro** per rendere l'etichetta più comunicativa e informatizzante in termini di conoscenza del dato in un'ottica strettamente legata alla manutenzione, alla pulizia, e ai fabbisogni energetici.

<b>Livello</b>	<b>Zona</b>	<b>Codice locale</b>	
LF00_000.00	T	C/E	costruttivo
<b>Tipologia</b>	Connettivo		
<b>Area</b>	188.20 m2		
<b>Volume</b>	564.50 m3		
<b>Perimetro</b>	120.08 m		

Figura 51: descrizione etichetta



### 3. 4. 4. ANALISI DATI

L'ultimo passo relativo alla gestione dei locali non è nient'altro che il risultato finale di tutte le precedenti operazioni senza le quali, i dati, non sarebbero risultati leggibili in termini di informazioni di progetto e, soprattutto, non avrebbero avuto uno scopo utile. Di seguito viene riportato uno schema riassuntivo delle **fasi di definizione dei locali**:



Figura 52: schema procedura definizione locali

Il fine ultimo della raccolta di tali informazioni e dell'elaborazione dei dati riguarda, in primis, la conoscenza e la quantificazione degli spazi della Torre e, di conseguenza, la manutenzione ordinaria o straordinaria, oltre alla conoscenza degli spazi in termini di volume per le questioni riguardanti i fabbisogni energetici dell'edificio.

In questo particolare periodo, a seguito della pandemia di "2019-nCoV", oggi denominato "Sars-CoV-2", la conoscenza dei dati relativi alle metrature degli spazi è un fattore di particolare importanza. Infatti, per rispettare le norme di distanziamento sociale, è fondamentale conoscere i metri quadri degli ambienti di lavoro per poter definire l'accesso dei dipendenti, dei fornitori, degli ospiti e dei clienti



### 3. Modellazione Architettonica

in quantità consoni al rispetto delle distanze minime.

A livello operativo tutte le informazioni relative ai locali sono consultabili sul software nella sezione “*abaco dei locali*”: si è dovuto impostare l’abaco per una corretta lettura dei dati in relazione dello scopo finale da raggiungere. Nel nostro caso vengono riportate tutte quelle informazioni citate in precedenza, ossia, per quanto riguarda quelle **qualitative** la localizzazione del locale (livello e zona), la categoria, la tipologia, il codice locale costruttivo, la denominazione e, per quanto riguarda quelle **quantitative**, l’area, il volume e il perimetro.

<Abaco dei locali>								
A	B	C	D	E	F	G	H	I
Categoria	Tipologia	Codice Locale Costruttivo	Denominazione locale	Livello	ZONA	Area	Volume	Perimetro
Area ausiliaria	Connettivo	C-05	Collegamento P0	LF00_000.00	T	4.77 m²	14.31 m³	9.22
Area ausiliaria	Connettivo	C-09	Collegamento P0	LF00_000.00	T	2.76 m²	8.27 m³	6.66
Area ausiliaria	Connettivo	C-10	Collegamento P0	LF00_000.00	T	2.75 m²	8.25 m³	6.65
Area ausiliaria	Connettivo	C-14	Collegamento P0	LF00_000.00	T	4.75 m²	14.26 m³	9.20
Area ausiliaria	Connettivo	C/E-	Collegamento P0	LF00_000.00	T	188.17 m²	564.52 m³	120.08
Area ausiliaria	Disimpegno	C-07	Disimpegno P0	LF00_000.00	T	5.23 m²	15.69 m³	9.35
Area ausiliaria	Disimpegno	C-12	Disimpegno P0	LF00_000.00	T	4.96 m²	14.87 m³	8.94
Area di supporto	Lobby	G-02	Lobby P0	LF00_000.00	T	334.41 m²	1003.22 m³	114.91
Area di supporto	Reception	G-01	Reception P0	LF00_000.00	T	75.25 m²	225.75 m³	40.10
Area di supporto	Spazio espositivo	N/O/S-	Spazio espositivo P0	LF00_000.00	T	862.62 m²	2587.86 m³	206.93
Collegamento vertic	Scala	SC-01	Scala P0	LF00_000.00	T	30.51 m²	91.52 m³	23.56
Collegamento vertic	Scala	SC-02	Scala P0	LF00_000.00	T	30.52 m²	91.56 m³	23.58
Servizio all'edificio	Antibagno	C-03	Antibagno P0	LF00_000.00	T	10.13 m²	30.40 m³	18.58
Servizio all'edificio	Antibagno	C-17	Antibagno P0	LF00_000.00	T	10.15 m²	30.46 m³	18.60
Servizio all'edificio	Bagno	C-03	Bagno P0	LF00_000.00	T	3.41 m²	10.24 m³	8.28
Servizio all'edificio	Bagno	C-17	Bagno P0	LF00_000.00	T	3.74 m²	11.21 m³	8.46
Servizio all'edificio	Bagno disabili	C-02	Bagno disabili P0	LF00_000.00	T	5.34 m²	16.01 m³	9.72
Servizio all'edificio	Bagno disabili	C-18	Bagno disabili P0	LF00_000.00	T	5.12 m²	15.37 m³	9.72
Servizio all'edificio	Filtro	C-08	Filtro P0	LF00_000.00	T	7.25 m²	21.75 m³	12.30
Servizio all'edificio	Filtro	C-11	Filtro P0	LF00_000.00	T	7.25 m²	21.75 m³	12.30
Servizio all'edificio	Locale tecnico	C-01	Locale tecnico P0	LF00_000.00	T	23.08 m²	69.23 m³	25.36
Servizio all'edificio	Locale tecnico	C-15	Locale tecnico P0	LF00_000.00	T	22.22 m²	66.67 m³	19.78
Servizio all'edificio	Spazio calmo	C-06	Spazio calmo P0	LF00_000.00	T	8.92 m²	26.77 m³	14.94
Servizio all'edificio	Spazio calmo	C-13	Spazio calmo P0	LF00_000.00	T	8.94 m²	26.81 m³	14.96
Area ausiliaria	Disimpegno	C-05	Disimpegno P1	LF01_004.27	T	5.23 m²	15.69 m³	9.35
Area ausiliaria	Disimpegno	C-08	Disimpegno P1	LF01_004.27	T	5.23 m²	15.69 m³	8.86
Collegamento vertic	Scala	SC-01	Scala P1	LF01_004.27	T	30.59 m²	91.77 m³	23.58
Collegamento vertic	Scala	SC-02	Scala P1	LF01_004.27	T	30.59 m²	91.76 m³	23.58
Servizio all'edificio	Filtro	C-06	Filtro P1	LF01_004.27	T	15.42 m²	46.27 m³	22.58
Servizio all'edificio	Filtro	C-07	Filtro P1	LF01_004.27	T	15.25 m²	45.76 m³	22.37
Servizio all'edificio	Locale tecnico	C-01	Locale tecnico P1	LF01_004.27	T	23.06 m²	69.19 m³	25.04
Servizio all'edificio	Locale tecnico	C-10	Locale tecnico P1	LF01_004.27	T	22.23 m²	66.68 m³	19.78
Servizio all'edificio	Locale UTA	C-03	Locale UTA P1	LF01_004.27	T	23.76 m²	71.27 m³	20.58
Servizio all'edificio	Locale UTA	C-11	Locale UTA P1	LF01_004.27	T	23.76 m²	71.27 m³	20.58
Servizio all'edificio	Spazio calmo	C-04	Spazio calmo P1	LF01_004.27	T	8.92 m²	26.77 m³	14.94
Servizio all'edificio	Spazio calmo	C-09	Spazio calmo P1	LF01_004.27	T	9.21 m²	27.62 m³	14.88
Area ausiliaria	Connettivo	C-05	Collegamento P2	LF02_008.54	T	4.76 m²	14.29 m³	9.21
Area ausiliaria	Connettivo	C-09	Collegamento P2	LF02_008.54	T	2.70 m²	8.10 m³	6.58
Area ausiliaria	Connettivo	C-09	Collegamento P2	LF02_008.54	T	113.54 m²	340.63 m³	64.65
Area ausiliaria	Connettivo	C-10	Collegamento P2	LF02_008.54	T	2.70 m²	8.10 m³	6.58
Area ausiliaria	Connettivo	C-14	Collegamento P2	LF02_008.54	T	4.73 m²	14.18 m³	9.16
Area ausiliaria	Disimpegno	C-07	Disimpegno P2	LF02_008.54	T	5.23 m²	15.70 m³	9.35
Area ausiliaria	Disimpegno	C-12	Disimpegno P2	LF02_008.54	T	5.20 m²	15.60 m³	8.86
Area di supporto	Foyer	O	Foyer P2	LF02_008.54	T	233.94 m²	701.81 m³	62.23
Area di supporto	Spazio calmo	S	Spazio espositivo P2	LF02_008.54	T	125.92 m²	377.77 m³	53.85
Area di supporto	Spazio espositivo	N	Spazio espositivo P2	LF02_008.54	T	125.92 m²	377.77 m³	53.85
Collegamento vertic	Scala	SC-01	Scala P2	LF02_008.54	T	30.52 m²	91.56 m³	23.58

Figura 53: abaco dei locali

Per ordinare nel modo più consono, in termini di facilità di lettura dei dati dell’abaco dei locali, è stato sufficiente applicare un filtro di



ordinamento andando nella sezione delle proprietà ed andando a selezionare il comando “ordinamento/raggruppamento”. Una volta aperta la finestra di ordinamento si è andati a gerarchizzare le informazioni in ordine di rilevanza. In questo caso il primo parametro di ordinamento è il **livello**, per poi passare alla **categoria**, alla **tipologia** e, infine, al **codice locale costruttivo**.

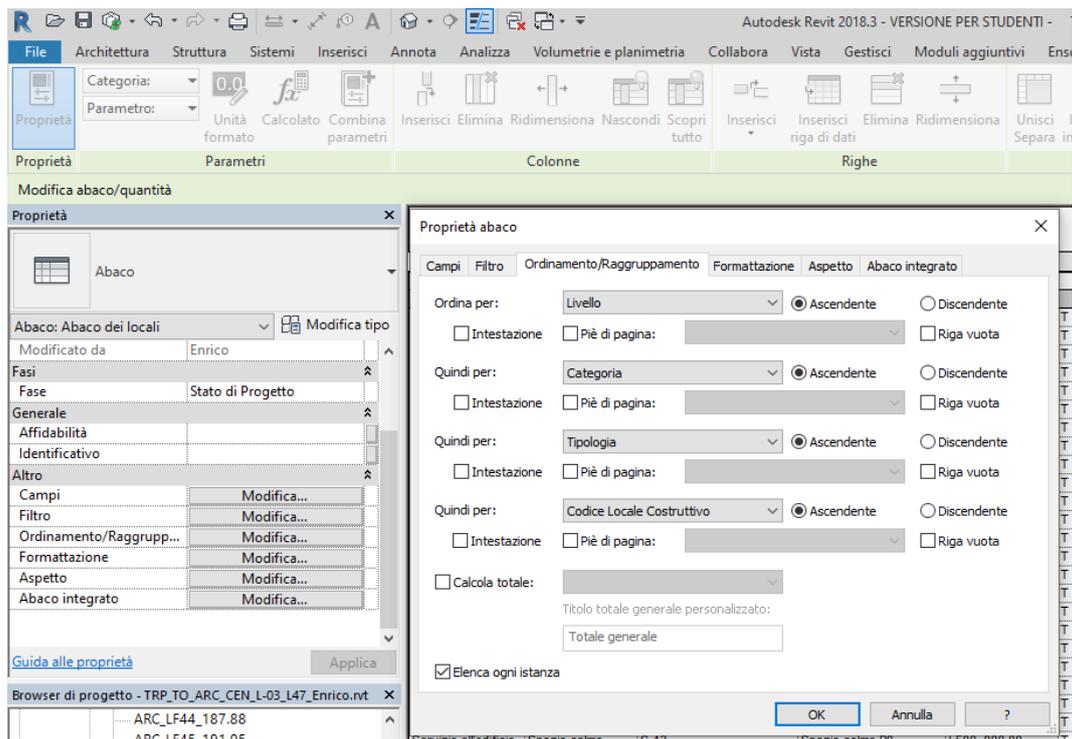


Figura 54: ordinamento abaco

Una volta impostato l'ordinamento si è potuto andare ad analizzare in maniera approfondita i dati relativi alle metrature dei locali. In particolare sono stati analizzati i quantitativi totali dell'edificio, quelli del piano terra, del secondo piano, un piano tipo, un piano tipo contenente i giardini d'inverno e il piano quarantaduesimo. Per quanto riguarda i campi di riferimento delle analisi si è fatto riferimento in primo luogo alla **categoria** e, successivamente alla **tipologia**.

### 3. 4. 5. TOTALI DELL' EDIFICIO

Filtro: Categoria

CATEGORIA	m <sup>2</sup>	%
Area ausiliaria	8630,14	16,02%
Area di lavoro	31317,5	58,13%
Area di supporto	6015,07	11,16%
Collegamento verticale	2694,91	5,00%
Servizio all'edificio	5219,59	9,69%
<b>TOTALE</b>	<b>53877,2</b>	<b>100,00%</b>

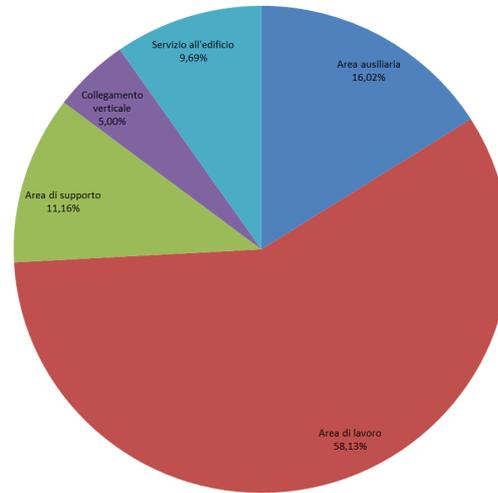


Figura 55: percentuale delle categorie dell'intero edificio

Come si può evincere dal grafico, la quantità maggiore di spazio, il 58,13%, è destinato agli **ambienti di lavoro**, essendo l'edificio destinato agli uffici della Regione Piemonte. Seguono poi gli spazi delle aree ausiliarie (16,02%), delle aree di supporto (11,16%), dei servizi all'edificio (9,69%) e, infine, dai collegamenti verticali (5,00%).

TIPOLOGIA	m <sup>2</sup>	%
Antibagno	826,40	1,53%
Ascensore	67,16	0,12%
Bagno	403,75	0,75%
Bagno disabili	296,07	0,55%
Cavedio	29,72	0,06%
Connettivo	8180,27	15,18%
Disimpegno	449,87	0,83%
Filtro	690,96	1,28%
Foyer	313,50	0,58%
Giardino d'inverno	363,71	0,68%
Lobby	334,41	0,62%
Locale tecnico	2148,34	3,99%
Locale UTA	95,03	0,18%
Reception	75,25	0,14%
Sala riunioni	3648,34	6,77%
Scala	2598,03	4,82%
Spazio calmo	759,04	1,41%
Spazio espositivo	1097,56	2,04%
Terrazza	182,30	0,34%
Ufficio	31317,51	58,13%
<b>TOTALE</b>	<b>53877,22</b>	<b>100,00%</b>

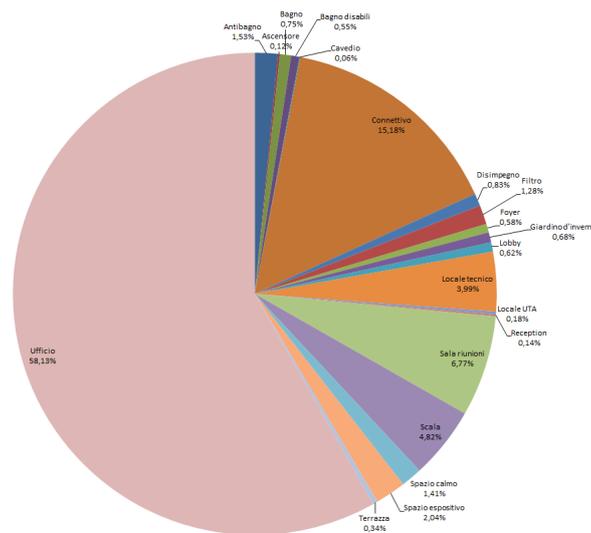


Figura 56: percentuale delle tipologie dell'intero edificio



Questo grafico rappresenta, in maniera più dettagliata, la suddivisione tipologica, o destinazione d'uso, degli spazi della Torre. Come verificato in precedenza, la maggior parte dell'area è destinata agli ambienti di lavoro con il 58,13%. Seguono gli ambienti di connessione, quali i corridoi e le aree antistanti gli ascensori, con il 15,18%. Le sale riunioni occupano il 6,77% dell'area totale e buona parte degli spazi è occupata dai vani scala dell'edificio con il 4,82%, continuando poi, di conseguenza, con percentuali sempre minori di aree degli ambienti secondari.

### 3. 4. 6. P I A N O T E R R A

Filtro: Categoria

CATEGORIA	m <sup>2</sup>	%
Area ausiliaria	209,35	12,06%
Area di supporto	1260,22	72,57%
Collegamento verticale	157,36	9,06%
Servizio all'edificio	109,58	6,31%
<b>TOTALE</b>	<b>1736,51</b>	<b>100,00%</b>

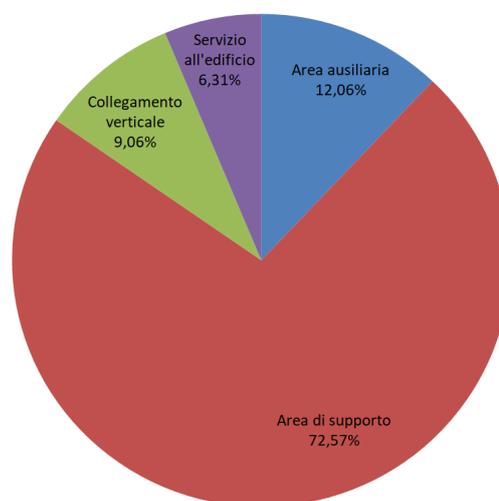


Figura 57: percentuale delle categorie del piano terra

La funzione di Hall di accesso all'edificio attribuisce ai locali del piano terra funzioni prevalentemente legate alle attività di sportello, di esposizione e di accoglienza al cliente. Per questo motivo, le percen-



tuali mostrano come, l'area di supporto, incida per il 72,57% dell'area totale del piano, rappresentando circa i 3/4 della superficie. Percentuale che, per la media totale dell'edificio, incide per il solo 11,16%. Data la natura del piano, inoltre, vi è assenza di aree destinate agli ambienti di lavoro, le quali, mediamente, occupano il 58,13% delle aree dell'edificio. Le aree destinate alle altre categorie seguono, invece, la tendenza media totale.

La pianta del piano terra mostra, seguendo la legenda, la disposizione spaziale delle aree in riferimento alle diverse categorie di appartenenza.

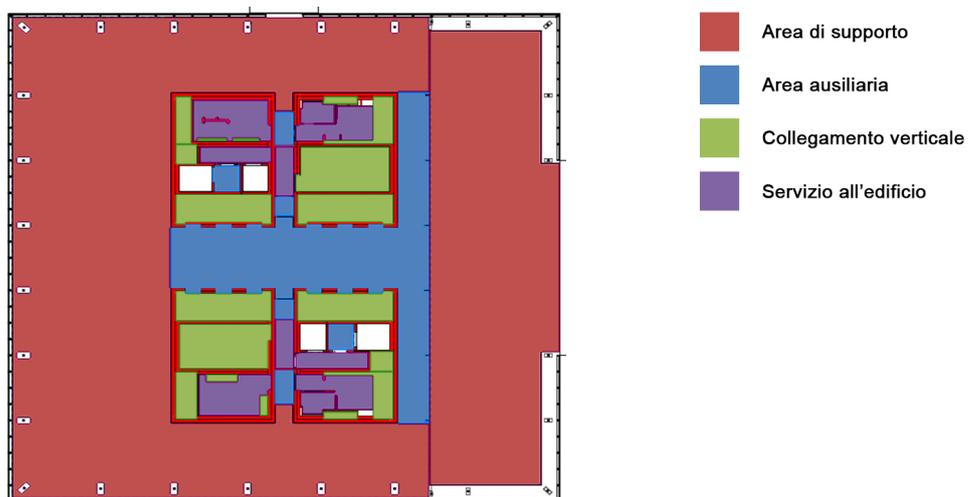


Figura 58: pianta delle categorie piano terra



## Filtro: Tipologia

TIPOLOGIA	m <sup>2</sup>	%
Antibagno	20,29	1,17%
Ascensore	67,16	3,87%
Bagno	7,15	0,41%
Bagno disabili	10,46	0,60%
Cavedio	29,72	1,71%
Connettivo	199,16	11,47%
Disimpegno	10,19	0,59%
Filtro	14,50	0,84%
Lobby	334,41	19,26%
Locale tecnico	39,87	2,30%
Reception	75,25	4,33%
Scala	60,48	3,48%
Spazio calmo	17,31	1,00%
Spazio espositivo	850,56	48,98%
<b>TOTALE</b>	<b>1736,51</b>	<b>100,00%</b>

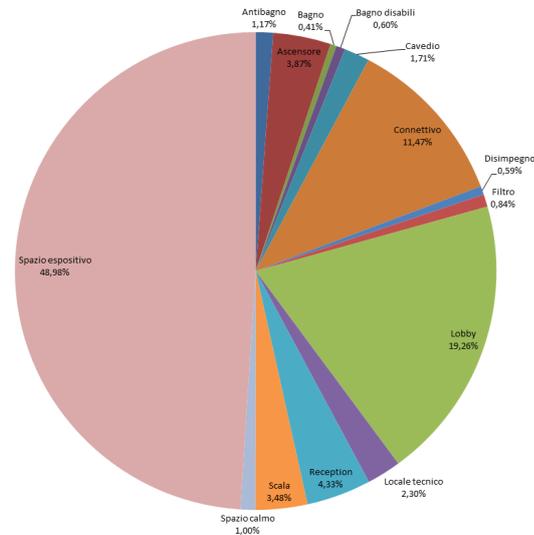


Figura 59:percentuale delle tipologie piano terra

Il grafico rappresenta, questa volta, la suddivisione tipologica degli spazi del piano terra, in particolare, come la maggior parte dell'area è adibita a zone **espositive**, incidenti per il 48,98% dell'area di piano. Seguono gli ambienti destinati alle operazioni di sportello, le cosiddette "Lobby", con il 19,26% per poi arrivare agli spazi di circolazione incidenti per l'11,26%. Vi è inoltre una zona destinata alla reception e all'accoglienza dei clienti con influenza del 4,33%; seguono infine, con percentuali inferiori, tutte quelle aree secondarie di gestione e utilizzo dell'edificio quali bagni, locali tecnici, ascensori, scale, spazi di sicurezza e spazi filtro. Nelle aree del piano terreno rientrano, infine, quelle relative ai cavedi e ai vani ascensori i quali, di fatto, non sono altro che grandi vuoti che partono dal terzo piano interrato e che arrivano fino al quarantaduesimo piano. A tal proposito l'area di tali spazi è stata inserita solamente a piano terreno per avere coscienza dell'incidenza di questi spazi in relazione al totale del piano ma, di fatto, non sono aree di superficie utilizzabile.

## 3. 4. 7. PIANO SECONDO

Filtro: Categoria

CATEGORIA	m <sup>2</sup>	%
Area ausiliaria	138,87	17,48%
Area di supporto	478,52	60,22%
Collegamento verticale	61,04	7,68%
Servizio all'edificio	116,22	14,63%
<b>TOTALE</b>	<b>794,65</b>	<b>100,00%</b>

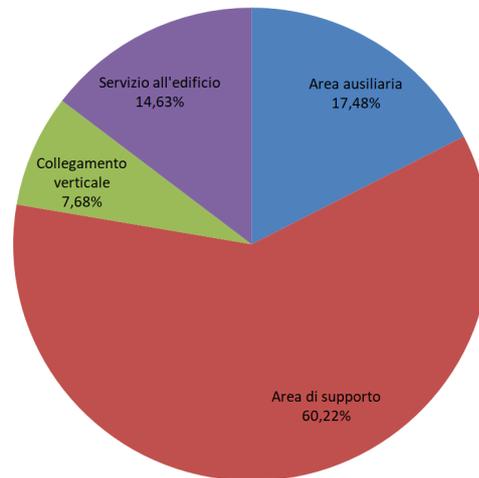


Figura 60: percentuale delle categorie piano secondo

Il secondo piano ha funzione prevalente di grande atrio dedicato alle attività di **ricreazione** e aggregazione delle persone. Gran parte della superficie, il 60,22%, è dedicata alle aree di supporto quali spazi espositivi e quello che viene denominato, nelle tavole di progetto, "foyer". Segue poi l'area ausiliaria con il 17,48%, il servizio all'edificio con il 14,63% e il collegamento verticale con il 7,68%. Il piano, così come per il piano terreno, è sprovvisto di aree destinate al lavoro. La tabella sottostante mette a confronto le percentuali delle aree del secondo piano con quelle totali della edificio.



CATEGORIA	% P2	% TOTALE
Area ausiliaria	17,48%	16,02%
Area di lavoro	0,00%	58,13%
Area di supporto	60,22%	11,16%
Collegamento verticale	7,68%	5,00%
Servizio all'edificio	14,63%	9,69%
<b>TOTALE</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

Figura 61: confronto percentuale piano secondo totale

La pianta del piano secondo mostra, seguendo la legenda, la dislocazione spaziale delle aree in riferimento alle diverse categorie di appartenenza.

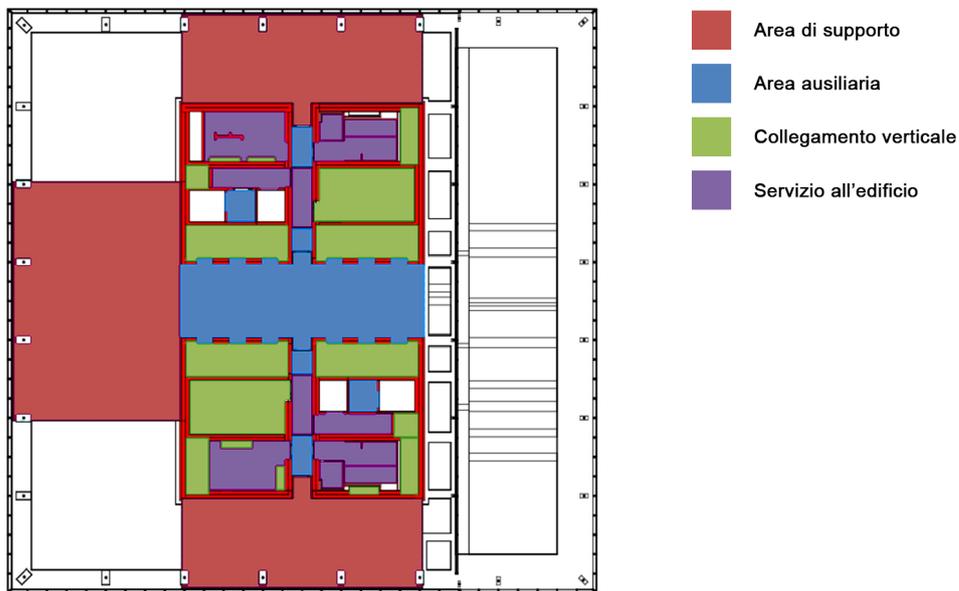


Figura 62: pianta delle categorie piano secondo

### Filtro: Tipologia

TIPOLOGIA	m <sup>2</sup>	%
Antibagno	21,07	2,65%
Bagno	10,09	1,27%
Bagno disabili	7,10	0,89%
Connettivo	128,44	16,16%
Disimpegno	10,43	1,31%
Foyer	231,52	29,13%
Locale tecnico	45,36	5,71%
Scala	61,04	7,68%
Spazio calmo	18,14	2,28%
Spazio espositivo	247,01	31,08%
<b>TOTALE</b>	<b>794,65</b>	<b>100,00%</b>

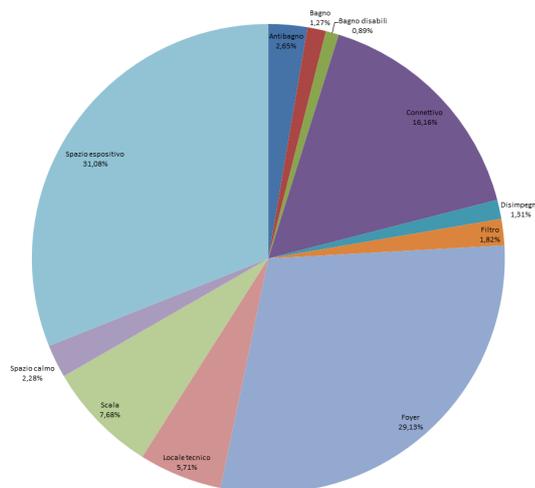


Figura 63: percentuale delle tipologie piano secondo

Il grafico rappresenta la suddivisione tipologica degli spazi del secondo piano e, in particolare, come la maggior parte della superficie sia destinata allo spazio **espositivo**, incidente per il 31,08%, e allo spazio foyer, incidente per il 29,13%. Non è chiaro, dalle tavole di progetto e dalla documentazione fornita dalla Torre Regione Piemonte, quale sia il reale utilizzo dello spazio denominato foyer ma, dato il significato del termine, si suppone sia un atrio prospiciente lo spazio vuoto sul piano terreno e destinato ad attività di ricreazione e di aggregazione. Il 16,16% della superficie è occupata dalle zone di collegamento quali corridoi e aree di transito al piano. Seguono infine, con percentuali sempre inferiori, come da tabella, i restanti locali del piano destinati a tutte quelle attività di servizio all'edificio e di collegamento verticale.



## 3. 4. 8. P I A N O T I P O

Filtro: Categoria

CATEGORIA	m <sup>2</sup>	%
Area ausiliaria	213,82	15,32%
Area di lavoro	855,08	61,28%
Area di supporto	149,53	10,72%
Collegamento verticale	61,03	4,37%
Servizio all'edificio	115,97	8,31%
<b>TOTALE</b>	<b>1395,43</b>	<b>100,00%</b>

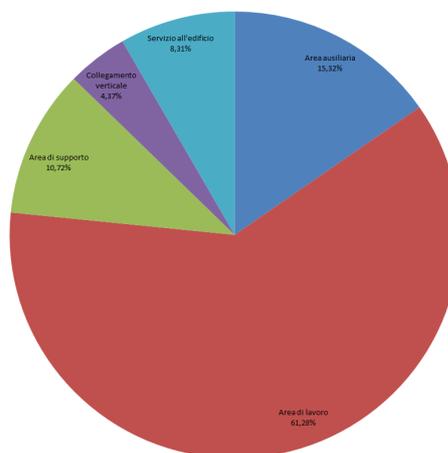


Figura 64: percentuale delle categorie piano tipo

Per “piano tipo” della torre si intende il piano più rappresentativo tra quelli individuati in tutto l’edificio. A tal proposito, come verrà mostrato nella tabella seguente, i valori, in percentuale, di occupazione delle aree in relazione alla categoria di appartenenza rispecchiano a pieno l’andamento medio dell’intero edificio.

L’area di rilevanza maggiore è quella destinata agli **ambienti di lavoro** con il 61,28%, seguono gli ambienti ausiliari quali corridoi e spazi di circolazione antistanti gli ascensori con il 15,32%. Le aree di supporto, quelle strettamente connesse alle attività di lavoro principale, hanno un’incidenza del 10,72%, quelle di servizio dell’edificio quali bagni, spazi calmi, aree di filtro e dei locali tecnici del 8,31% e, infine, quelle di collegamento verticale, quali scale e ascensori, del 4,37%.

Come anticipato in precedenza, il piano tipo non è nient’altro che quello maggiormente rappresentativo di tutti i 42 piani della Torre. Rappresentatività facilmente riscontrabile attraverso una semplice



analisi di confronto dei dati, in percentuale, delle aree del piano tipo con quelle totali dell'edificio e mostrato nella tabella seguente.

CATEGORIA	% P. TIPO	% TOTALE
Area ausiliaria	15,32%	16,02%
Area di lavoro	61,28%	58,13%
Area di supporto	10,72%	11,16%
Collegamento verticale	4,37%	5,00%
Servizio all'edificio	8,31%	9,69%
<b>TOTALE</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

Figura 65: confronto percentuale piano tipo - totali dell'edificio

La pianta del piano tipo mostra, seguendo la legenda, la dislocazione spaziale delle aree in riferimento alle diverse categorie di appartenenza.

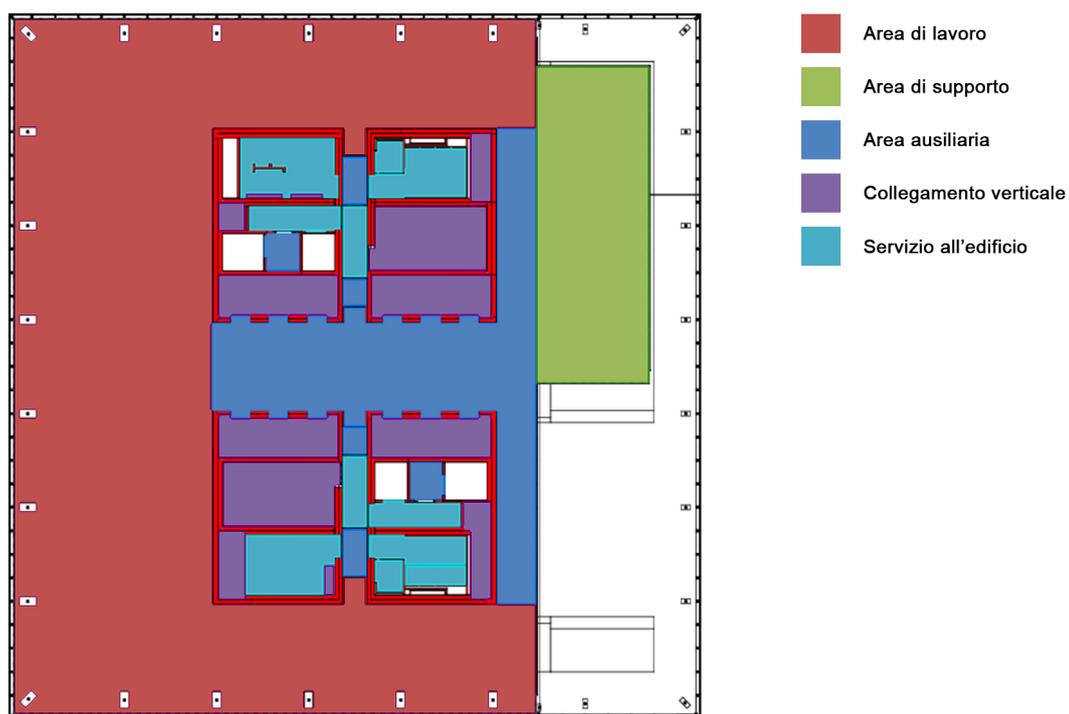


Figura 66: pianta delle categorie piano tipo



## Filtro: Tipologia

TIPOLOGIA	m <sup>2</sup>	%
Antibagno	20,96	1,50%
Bagno	10,07	0,72%
Bagno disabili	7,15	0,51%
Connettivo	203,39	14,58%
Disimpegno	10,42	0,75%
Filtro	14,45	1,04%
Locale tecnico	45,20	3,24%
Scala	61,03	4,37%
Spazio calmo	18,15	1,30%
Terrazza	149,53	10,72%
Ufficio	855,08	61,28%
<b>TOTALE</b>	<b>1395,43</b>	<b>100,00%</b>

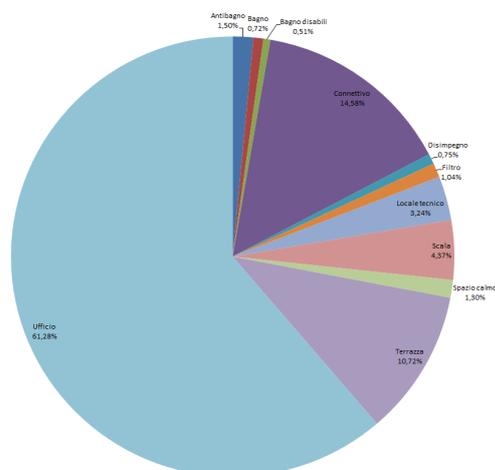


Figura 67: percentuale delle tipologie piano tipo

La suddivisione tipologica del piano tipo mostra come, ovviamente, la maggior parte dell'area totale del piano sia occupata dai locali destinati agli **uffici** con il 61,28%. Seguono poi quelli di collegamento con il 14,58% per arrivare poi al 10,72% di area destinata, in questo caso specifico, a terrazza. Di fondamentale importanza è la questione legata alla tipologia di spazio connesso all'area di supporto e non alla sua quantificazione in percentuale: in questo caso distinto l'area è rappresentata dalla terrazza ma, in altri piani, questa non è presente e l'area di supporto è rappresentata dalle sale riunioni. La differenza, infatti, resta valida solo tipologicamente in quanto, numericamente parlando, la questione viene rispecchiata in maniera analoga, indipendentemente che si tratti di terrazza piuttosto che di sala riunioni.

Infine, la restante occupazione delle aree, consultabile dal grafico, segue, anch'essa, l'andamento medio della Torre.

## 3.4.9. PIANO TIPO CON GIARDINO D'INVERNO

Filtro: Categoria

CATEGORIA	m <sup>2</sup>	%
Area ausiliaria	223,21	15,63%
Area di lavoro	774,45	54,22%
Area di supporto	256,6	17,96%
Collegamento verticale	61,18	4,28%
Servizio all'edificio	113,01	7,91%
<b>TOTALE</b>	<b>1428,45</b>	<b>100,00%</b>

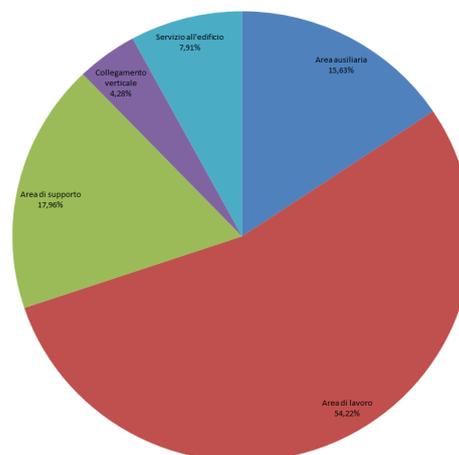


Figura 68: percentuale delle categorie piano tipo giardino d'inverno

A questo punto è stato analizzato il piano tipo ma con la presenza del **giardino d'inverno**. La vera e unica differenza con il piano tipo è solo ed esclusivamente la presenza del giardino d'inverno nel piano, il che fa variare leggermente le percentuali di occupazione. L'area di lavoro è diminuita, a discapito dell'area di supporto, data la presenza del giardino, dal 61,28% al 54,22%. Viceversa, difatti, l'area di supporto è aumentata dal 10,72% al 17,96%. Le percentuali delle categorie delle aree restanti sono rimaste pressoché invariate in quanto facenti parte di un analogo piano tipo. La tabella seguente è nient'altro che la dimostrazione delle percentuali sopra descritte.

CATEGORIA	% P. TIPO G.I.	% P. TIPO
Area ausiliaria	15,63%	15,32%
Area di lavoro	54,22%	61,28%
Area di supporto	17,96%	10,72%
Collegamento verticale	4,28%	4,37%
Servizio all'edificio	7,91%	8,31%
<b>TOTALE</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

Figura 69: confronto percentuale piano tipo - piano tipo giardino d'inverno



La pianta seguente mostra, seguendo la legenda, la dislocazione spaziale delle aree in riferimento alle diverse categorie di appartenenza.

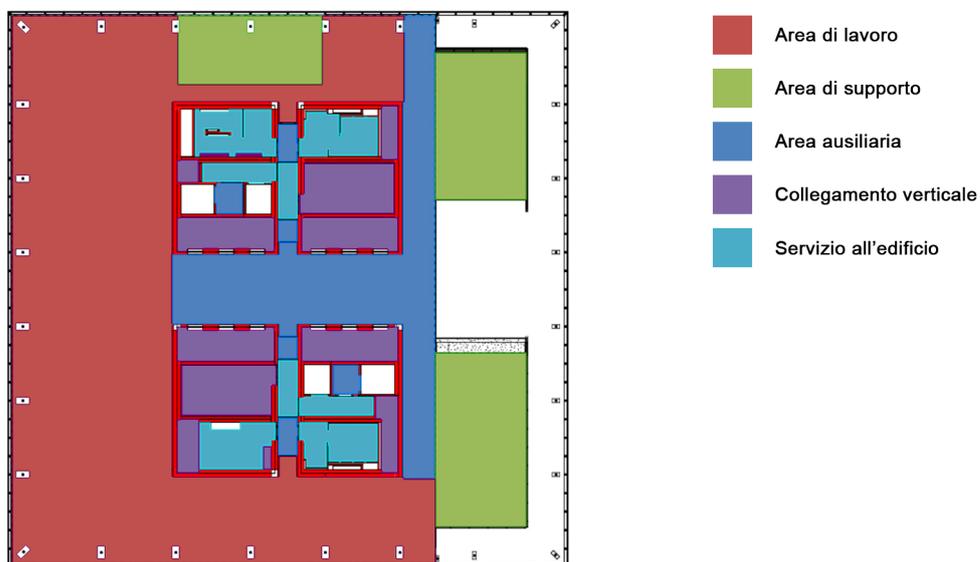


Figura 70: pianta delle categorie piano tipo con giardino d'inverno

### Filtro: Tipologia

TIPOLOGIA	m <sup>2</sup>	%
Antibagno	20,77	1,45%
Bagno	8,72	0,61%
Bagno disabili	8,94	0,63%
Connettivo	212,75	14,89%
Disimpegno	10,46	0,73%
Filtro	14,45	1,01%
Giardino d'inverno	64,23	4,50%
Locale tecnico	41,94	2,94%
Sala riunioni	192,38	13,47%
Scala	61,18	4,28%
Spazio calmo	18,18	1,27%
Ufficio	774,45	54,22%
<b>TOTALE</b>	<b>1428,45</b>	<b>100,00%</b>

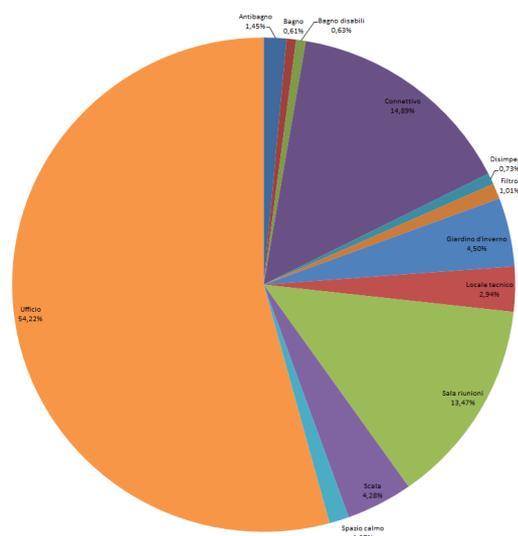


Figura 71: percentuale delle tipologie piano tipo con giardino d'inverno



Anche in questo caso la suddivisione tipologica del piano tipo differisce, da quella del piano tipo con giardino d'inverno, solo ed esclusivamente per la presenza di quest'ultimo. L'area destinata agli uffici è diminuita, come descritto in precedenza, al 54,22%; l'area occupata dalle sale riunioni è il 13,47% mentre l'area dedicata a giardino d'inverno è del 4,50%. Occorre ricordare che, mentre i locali tradizionali hanno un volume che si estende da un piano all'altro, ossia 3 metri di altezza, il giardino d'inverno ha un volume che si estende per più piani, 3 o 4 a seconda della tipologia.

Le percentuali delle restanti aree seguono fedelmente, infine, l'andamento del piano tipo.

## 3. 4. 10. P I A N O Q U A R A N T A D U E S I M O

Filtro: Categoria

CATEGORIA	m <sup>2</sup>	%
Area ausiliaria	5,23	1,63%
Collegamento verticale	29,97	9,36%
Servizio all'edificio	284,84	89,00%
<b>TOTALE</b>	<b>320,04</b>	<b>100,00%</b>

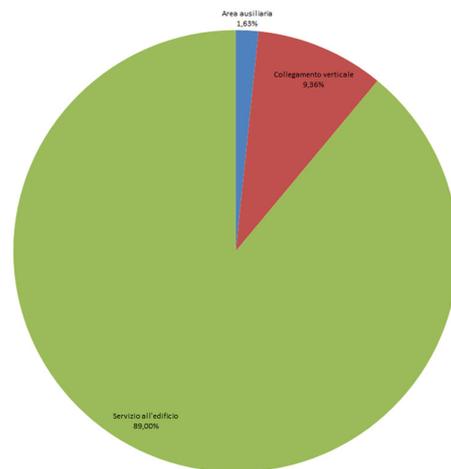


Figura 72: percentuale delle categorie piano 42



L'ultimo piano ad essere analizzato è il quarantaduesimo: è l'unico piano della Torre, assieme al piano primo, a contenere solo ed esclusivamente **locali tecnici** e delle macchine. E' di fatto un piano inaccessibile al pubblico fatto salvo per gli addetti ai lavori, alle squadre di soccorso e al servizio di vigilanza. La quasi totalità del piano, l'89,00%, è destinato ad aree di servizio dell'edificio. Il restante 9,36% è destinato ai collegamenti verticali e solo l'1,63% dell'area è dedicato alle attività ausiliarie, in questo caso a disimpegno.

Come evidenziato nella tabella di comparazione seguente vi è totale assenza di aree di lavoro e di supporto, il che conferma l'inaccessibilità del piano ai non addetti ai lavori.

CATEGORIA	% P42	% TOTALE
Area ausiliaria	1,63%	16,02%
Area di lavoro	0,00%	58,13%
Area di supporto	0,00%	11,16%
Collegamento verticale	9,36%	5,00%
Servizio all'edificio	89,00%	9,69%
<b>TOTALE</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

Figura 73: confronto percentuale piano 42 - totali dell'edificio

### Filtro: Tipologia

TIPOLOGIA	m <sup>2</sup>	%
Disimpegno	5,23	1,63%
Filtro	51,58	16,12%
Locale tecnico	233,26	72,88%
Scala	29,97	9,36%
<b>TOTALE</b>	<b>320,04</b>	<b>100,00%</b>

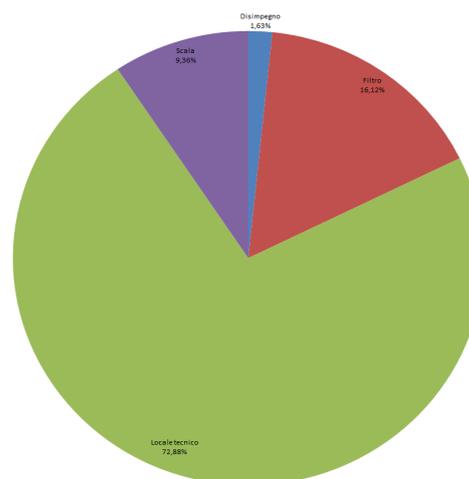


Figura 74: percentuale delle tipologie piano 42



Come ultima analisi tipologica viene riportata quella del quarantaduesimo piano. Come detto in precedenza le aree presenti nel piano sono tutte **aree di servizio** dell'edificio: il 72,88% del piano è destinato a locali tecnici contenenti macchine di vario genere, da quello termico a quello idraulico, elettrico e via dicendo. Il 16,12% è occupato da zone filtro tra i vari locali tecnici. Le scale di collegamento al piano occupano il 9,36% e, infine, l'1,63% è area di disimpegno.

## 3. 5. E P I L O G O

L'analisi effettuata sui locali è servita per dare coscienza in termini **quantitativi e, qualitativi**, degli ambienti della Torre. Il fine ultimo dello studio è stato quello di paragonare le quantità di aree tra le diverse tipologie di piano. In sostanza sono stati riscontrati piani tipo che si ripetono per la quasi totalità dell'edificio, piani di accoglienza e ricreazione situati nei primi piani e, infine, piani esclusivamente dedicati a locali tecnici. La quantificazione delle aree dei locali servirà, alla Torre Regione Piemonte, per la gestione della manutenzione ordinaria e straordinaria oltre che, come esposto in precedenza, a seguito della pandemia di "2019-nCoV", oggi denominato "Sars-CoV-2", per gestire, eventualmente, flussi di personale, clienti e fornitori.





# 4. GIARDINI D'INVERNO

---



**4.1.Finitura**

**4.2.Piantumazioni**

**4.3.Irrigazione**

**4.4.Illuminazione**



## 4. GIARDINI D'INVERNO



Figura 75: render giardini d'inverno piano 39 con Lumion 10



In alcuni piani specifici e strategici sono state pensate dall'architetto Fuksas delle **aree verdi**, chiamate "giardini d'inverno"; essi occupano un esiguo spazio in pianta nella parte nord della torre che fungono da aree relax, dove l'impiegato può rilassarsi dal lavoro, stando a contatto con il verde e scrutando il panorama attraverso le grandi vetrate a **tutt'altezza**.

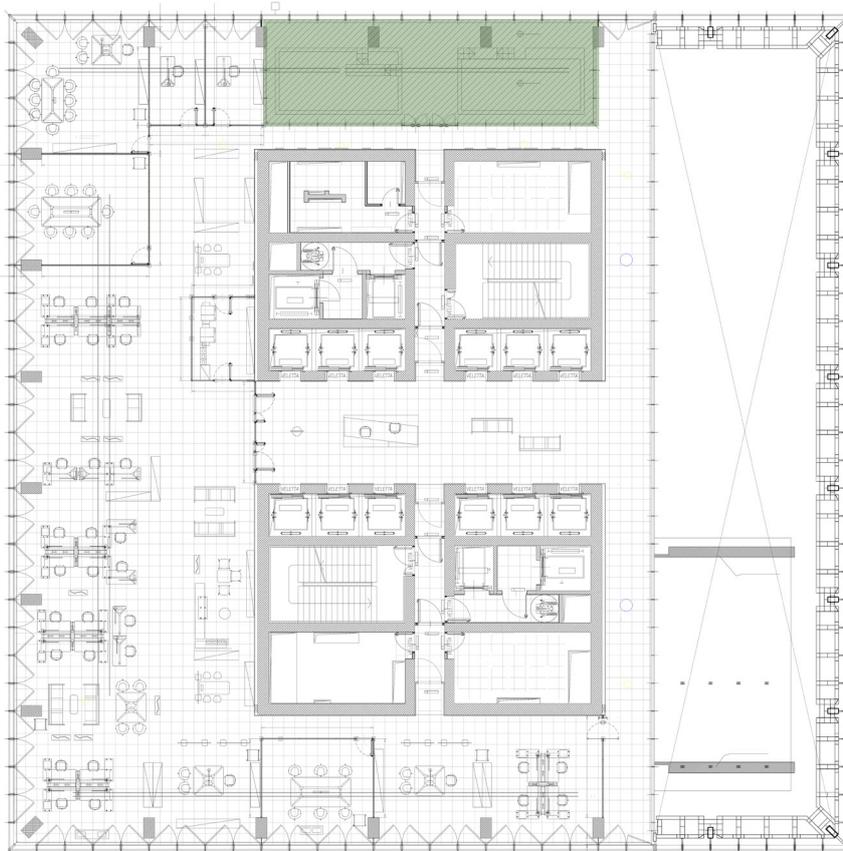


Figura 76: planimetria cad piano 24

Essi, ristretti in pianta ma alti in volume, sono perimetrati da facciate in vetro, in quanto ideate, oltre come zona relax, anche come luogo di protezione in caso d'incendio; il loro scopo infatti è di creare spazi di sicurezza in diverse zone della torre in caso di eventuale incendio grazie all'adozione di specifiche vetrate **REI160**.

Questi particolari giardini, che occuperanno solo una parte della



facciata, sono situati nei piani **14-16**, **24-26**, **31-34**, **39-42**, **43**; la loro peculiarità è il fatto che sono accessibili solamente dal piano più basso, ma visibili anche dagli altri piani sovrastanti, con la possibilità di affacciarsi là dove è prevista la balconata.

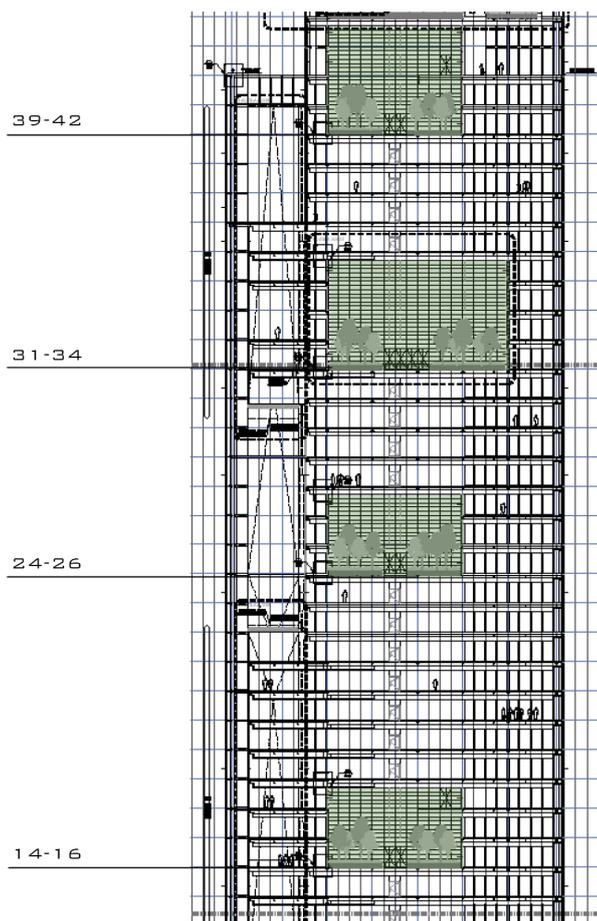


Figura 77: sezione longitudinale facciata est  
Estratto da relazione PR\_3\_C\_A\_R\_T0003\_00 pag 4

### 4. 1. FINITURA

Per quanto riguarda le **vasche**, rialzate di 60 cm dal pavimento finito, oltre ad essere diverse per forma e dimensione, sono rivestite solo nella parte piana da legno industriale, e finitura intonacata nel peri-



metro. Stessa soluzione viene adottata per i gradini situati all'ingresso delle vasche, realizzati per poter creare un percorso all'interno di esse in modo tale da poter superare lo spazio occupato dal pilastro la quale posizione è relativamente adiacente ad esse. Non sono previsti parapetti, anche se vi è un dislivello di più di mezzo metro.

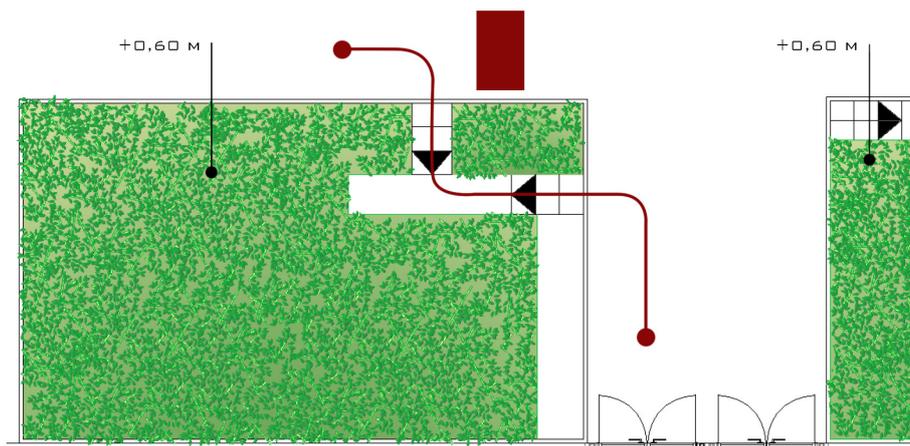


Figura 78: planimetria cad vasche piano 24  
Estratto da relazione PR\_3\_C\_A\_R\_T0003\_00 pag 4



Figura 79: Foto giardini d'inverno piano 39 da rilievo fotografico

Per quanto riguarda la **pavimentazione**, risulta essere differente da quella delle zone uffici (marmetta in cemento per interni 60x60 tecnica chiara) in quanto viene adottata la soluzione in tecnica scura per



creare un distacco visivo tra le due zone. Per consentire di poter ispezionare gli impianti passanti sopra il massetto, viene usata la soluzione a pavimento flottante, facilmente rimovibile e sostituibile.

### 4.2. PIANTUMAZIONI

Dall'elaborato PR-3-E-A-S-303-0 (sezione E-E) si evince che tutti i giardini pensili, indipendentemente dall'impianto delle vasche verdi, presentano lo stesso tipo di piantumazioni. Tali vasche, alte 60 cm dal pavimento finito, sono caratterizzate da un fitto bosco di **Bamboo**, della specie *Phyllostachys bambusoides* (di notevoli dimensioni), e dalla specie *Phyllostachys aureocaulis* (ornamentale).

Questa sembra essere la soluzione definitiva, anche se non è escluso un cambio di scelta al termine del progetto.

### 4.3. IRRIGAZIONE

Per quanto riguarda l'irrigazione sono previsti solamente **due percorsi** di tubazioni rispettivi alle due vasche con allaccio in corrispondenza della porta d'ingresso all'area verde. In seguito alla lettura dell'elaborato impiantistico di irrigazione (PR-3-W-D-019-0), e anche in seguito al sopralluogo condotto personalmente, non si è compreso il metodo di smaltimento delle acque in caso di eventuale eccesso di quest'ultima.





Figura 80: Focus allaccio impianto d'irrigazione giardini d'inverso da rilievo fotografico

## 4.4. ILLUMINAZIONE

Per quanto riguarda i **corpi illuminanti**, ne sono previsti tre diversi nelle aree verdi in questione:

- A soffitto con lampade lineari a led incassate nel controsoffitto
- A parete con corpi illuminanti puntuali, si pensa sui pilastri
- A pavimento tramite predisposizione di faretti

La loro collocazione precisa è ancora ignota; essa non viene specificata in nessun elaborato. Si sanno solo quali tipi di corpi illuminanti si installeranno.



# 5. AUSILIO DI ENSCAPE

---



**5.1.**Interfaccia

**5.2.**Attribuzione materiali

**5.3.**Vantaggi nel MEP

**5.4.**Uffici piano 14

**5.5.**Arredo uffici - Enscape library



## 5. AUSILIO DI ENSCAPE

Durante la progettazione, il team si è servito di un utilissimo software chiamato Enscape. Si tratta di un motore di **real-time rendering** capace di interfacciarsi come plug-in in numerosi programmi padre come: Revit, SketchUp, Rhino, Archicad; grazie ad esso è possibile creare contenuti in real-time a video o in VR, attraverso l'utilizzo di visori come per esempio gli Oculus Rift.

Esso può creare contenuti pre-renderizzati ma anche immagini 360° in pochi passaggi, in quanto il software è relativamente intuitivo, concepito per facilitare ed ottimizzare i tempi nella renderizzazione e progettazione da parte dei progettisti che spesso sono inesperti nel campo.

Il modello è visibile in tempo reale tramite l'interfaccia di Enscape che risulta indipendente o dipendente? dal software che lo ospita, il quale si aggiorna automaticamente successivamente alle modifiche effettuate nella scena.

Si è deciso di utilizzare questo determinato software in parallelo con Revit 2018, in quanto consentiva di verificare in tempo reale se gli elementi progettati avessero, per esempio, le giuste grandezze nello spazio o addirittura se si trovassero nella giusta posizione. Non trascurabile è la possibilità di verificare nell'immediato se il lavoro svolto è privo di errori; inoltre esso consente di ottimizzare i tempi, ridurre al minimo l'errore, avere un'interfaccia grafica semi-renderizzata del progetto e quindi capire se il lavoro svolto è consono all'obiettivo finale.

E' stato particolarmente utile per quanto riguarda l'inserimento degli arredi nei diversi piani, ma anche per verificare se gli impianti HVAC,



modellati precedentemente, risiedessero nella posizione corretta e in caso negativo correggerli. Infatti il software si integra molto bene anche per la visualizzazione della parte impiantistica (MEP).

## 5. 1. INTERFACCIA

L'interfaccia di Enscape su piattaforma Revit 2018 si presenta in questo modo:

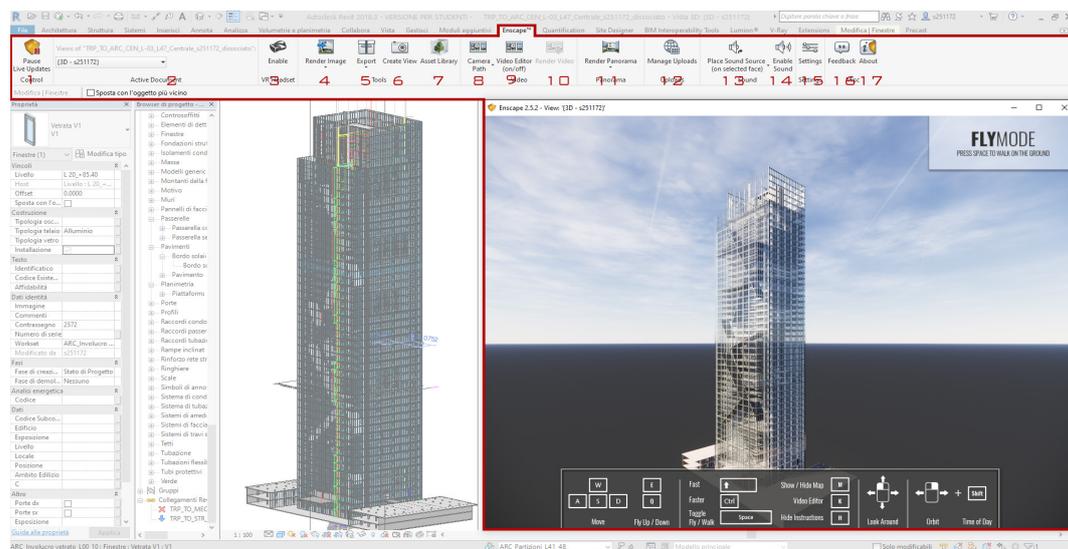


Figura 81: schermata interfaccia comandi Enscape su piattaforma revit 2018

- 1 Avvio real-time Enscape
- 2 Modalità di scelta della vista
- 3 Attivazione VR
- 4 Avvio render
- 5 Modalità di esportazione
- 6 Creazione viste



7	Libreria oggetti
8,9,10	Creazione video
11	Render panoramica 360°
12	Libreria panorami
13,14	Settaggio suono
15	Setting scena/render
16	Feedback
17	Info

Inoltre come si può notare dalla figura sottostante, è possibile navigare nel modello renderizzato e quindi verificare la bontà del progetto attraverso una serie di comandi da tastiera; inoltre è possibile cambiare la luce emessa dal sole, le ore della giornata ecc., controllando di conseguenza il progetto nelle diverse condizioni ambientali.

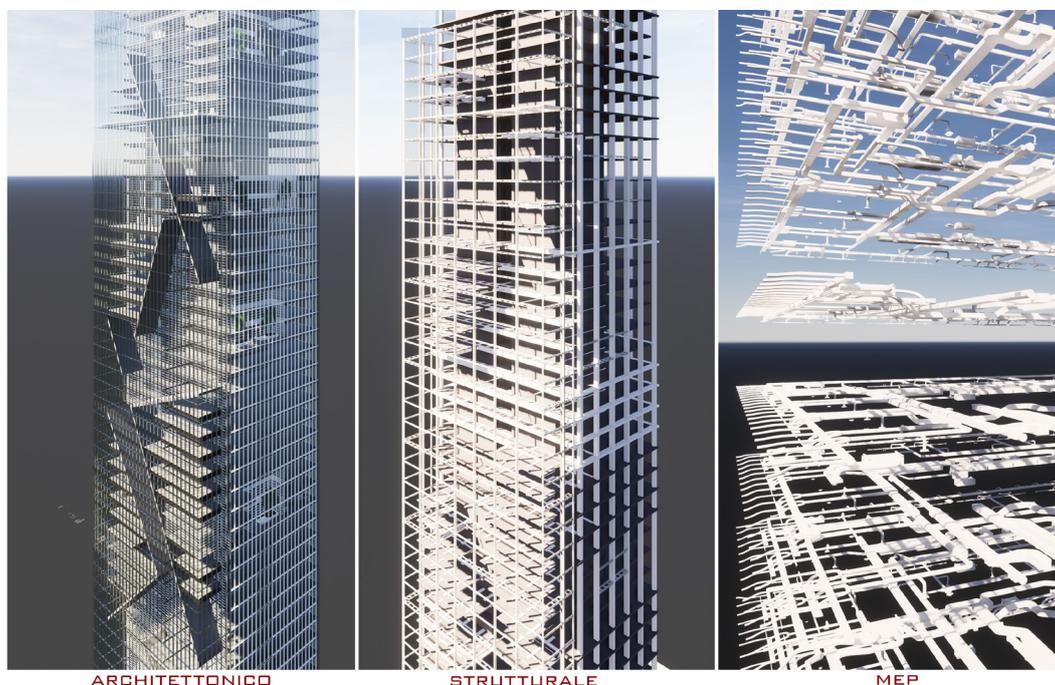


Figura 82: visualizzazioni Enscape



## 5.2. ATTRIBUZIONE MATERIALI

Per quanto riguarda l'assegnazione dei materiali, risulta essere decisamente facile e intuibile rispetto ad altri software di rendering, senza richiedere numerose conoscenze in più rispetto quella che è la modifica del materiale all'interno di Revit 2018.

Come possiamo vedere dall'immagine sotto proposta, la piattaforma Enscape non presenta un **editor** materiali, quindi per poter modificare/creare un materiale basta recarsi nell'editor nativo di Revit; motivo per cui prima si affermava che non erano necessarie altre conoscenze rispetto quelle basilari.

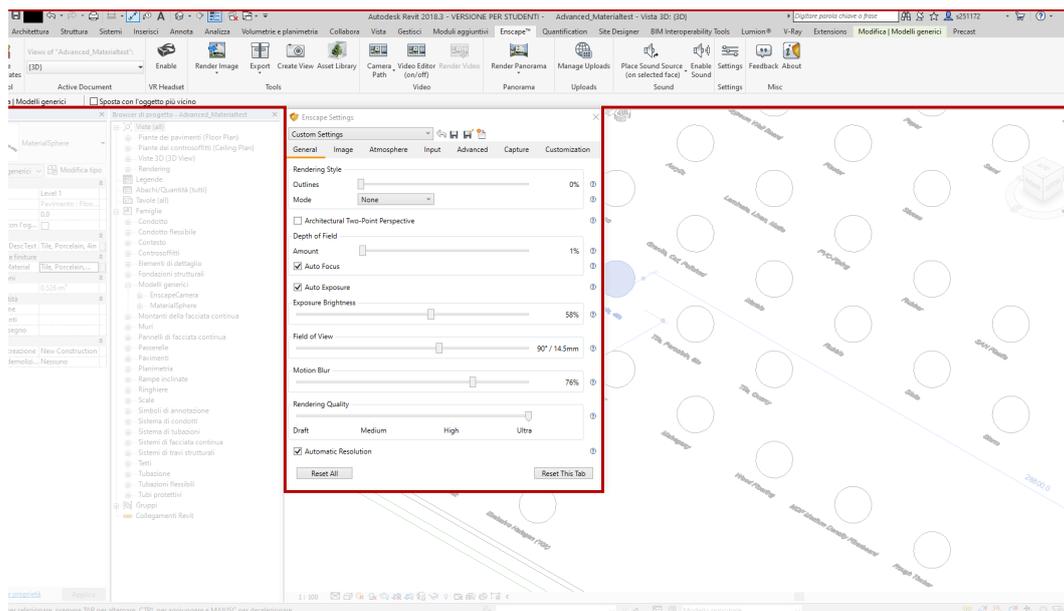


Figura 83: finestra dei settaggi

Dopo aver appurato dall'editor di Enscape che è possibile settare solamente la qualità dell'immagine e i suoi relativi parametri, è d'obbligo recarsi nell'editor base di Revit per poter settare al meglio il materiale. Quindi dopo averlo aperto, viene proposta una serie di comandi a noi familiari che andremo semplicemente a settare nel



miglior modo possibile.

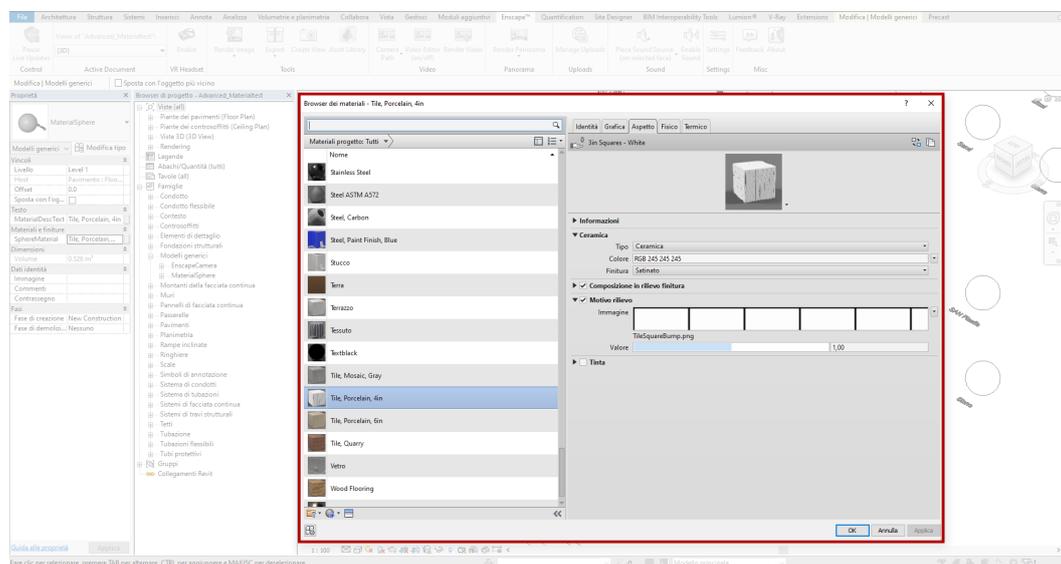


Figura 84: asset materiali

Qui, come ben sappiamo, si va a modificare il materiale, con la modifica dei relativi settaggi offerti da Revit come per esempio:

- Motivo di rilievo
- Valore del rilievo
- Immagine
- Tinta
- Riflessione ecc..

Di conseguenza possiamo creare una serie numerosa di materiali che possono essere inseriti nel modello per rendere il più realistico possibile la nostra Realtà Virtuale.

L'immagine successiva presenta delle sfere a cui sono stati attribuiti i materiali più comuni; ovviamente le modalità di modifica di quest'ultimi sono infinite.



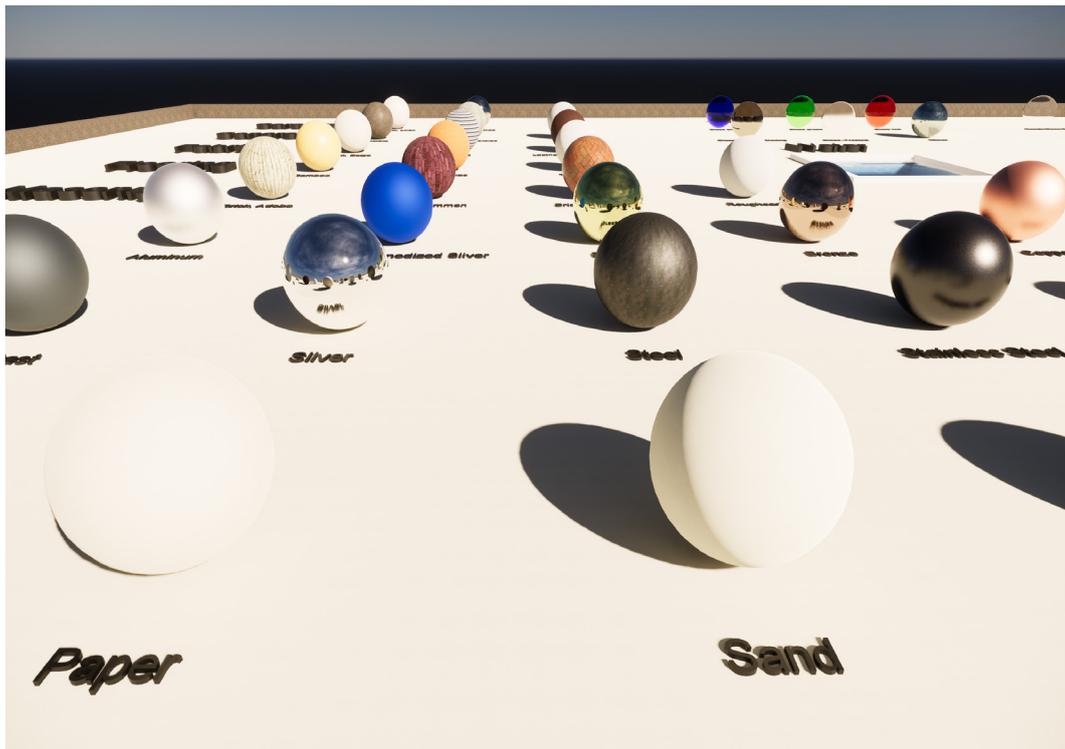


Figura 85: esempio materiali Enscape

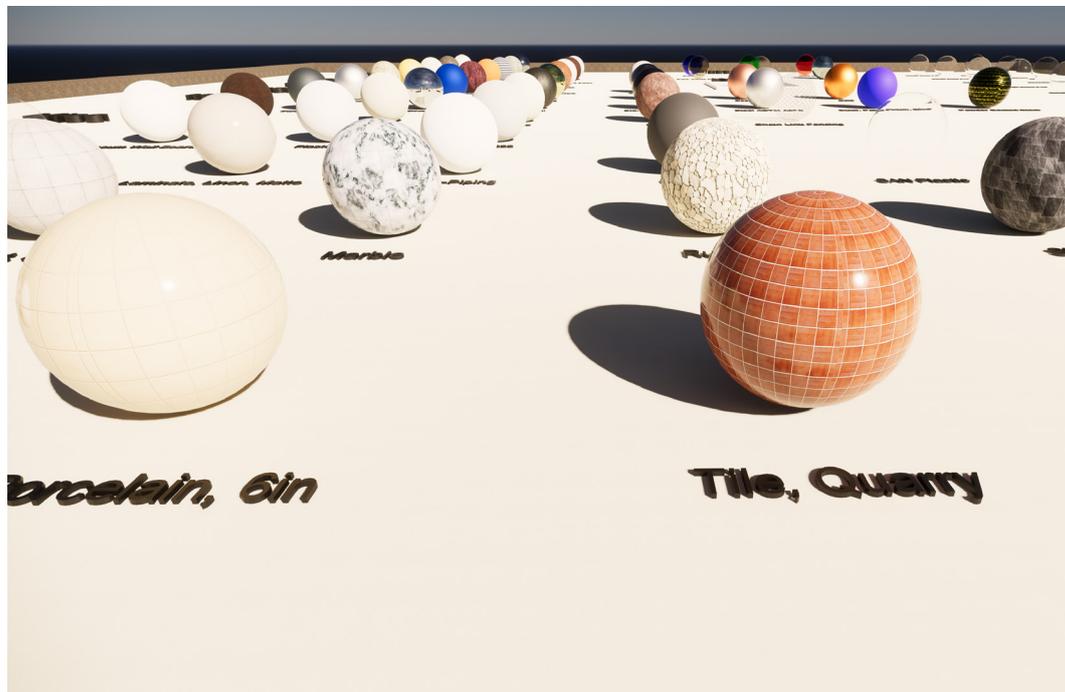


Figura 86: esempio materiali Enscape



Discorso leggermente differente per quanto riguarda l'erba. Esistono quattro tipi di erba che si possono applicare tramite la parola chiave (Erba) all'interno del nome del materiale. Dopodiché il plug-in riconoscerà automaticamente il materiale e lo renderà esattamente come un classico filo d'erba. Le quattro parole chiave sono quindi:

- Erba alta
- Erba selvatica
- Erba corta
- Erba

Possibile che il software non riconosca la parola erba in quanto di origine nativa inglese, anche se il software che lo ospita (Revit) è in italiano; di conseguenza è utile tradurre le parole sopraindicate in inglese. Quindi: tall grass, short grass, wild grass, grass.

Importante sottolineare che ogni programma che ospita questo plug-in risulta lavorare in modo diverso per quanto riguarda l'attribuzione dei materiali. E' utile quindi leggere le guide che il software offre sul proprio sito internet.

### 5.3. VANTAGGI NEL MEP

Spesso ricoprono un ruolo fondamentale in un edificio i sistemi meccanici, i quali risultano molto difficili essere comunicati al cliente in quanto essi si trovano inevitabilmente all'interno della muratura o sepolti nei solai; grazie ad Enscape, filtrando l'apposita vista di Revit, è possibile visualizzarli.

Per agevolare la revisione dell'impianto meccanico è quindi utile



creare viste ad hoc in Revit; per esempio in questo step, dove vengono verificate solamente le connessioni tra i condotti, si è andati a disattivare il modello architettonico e strutturale:

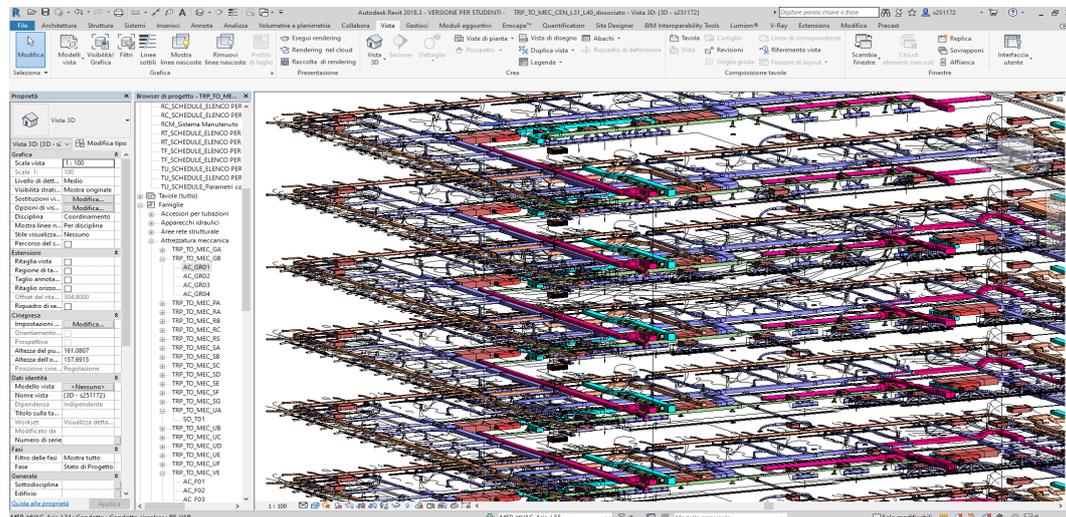


Figura 87: visualizzazione MEP Revit

Vista in Enscape:

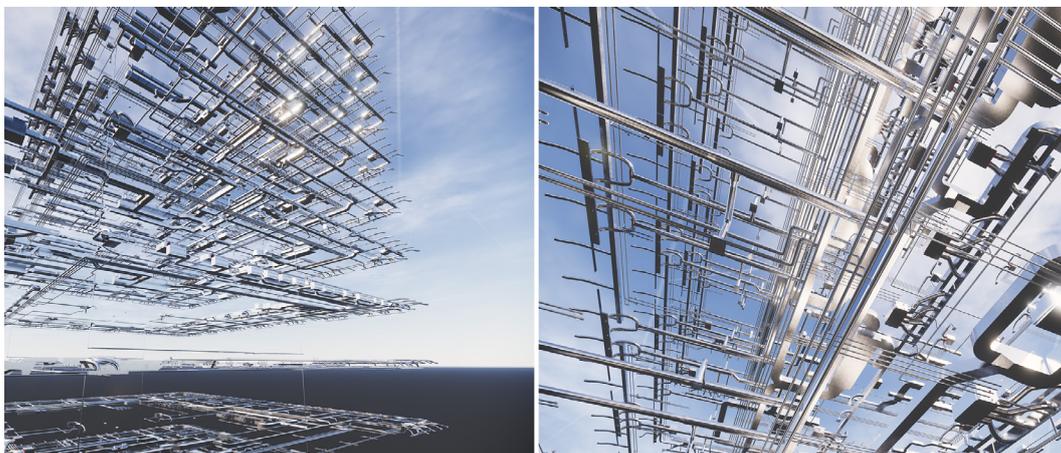


Figura 88: visualizzazione MEP Enscape

Successivamente si è andati a sostituire il materiale reale dei condotti e delle tubazioni con uno monocromatico di colore rosso per far spiccare il sistema quando esso viene inserito all'interno del progetto



intero.

Mantenendo il colore reale in acciaio, non si riesce ad apprezzare la reale complessità di questo sistema in quanto all'interno dei controsoffitti non vi è abbastanza luce da illuminare a dovere l'area.

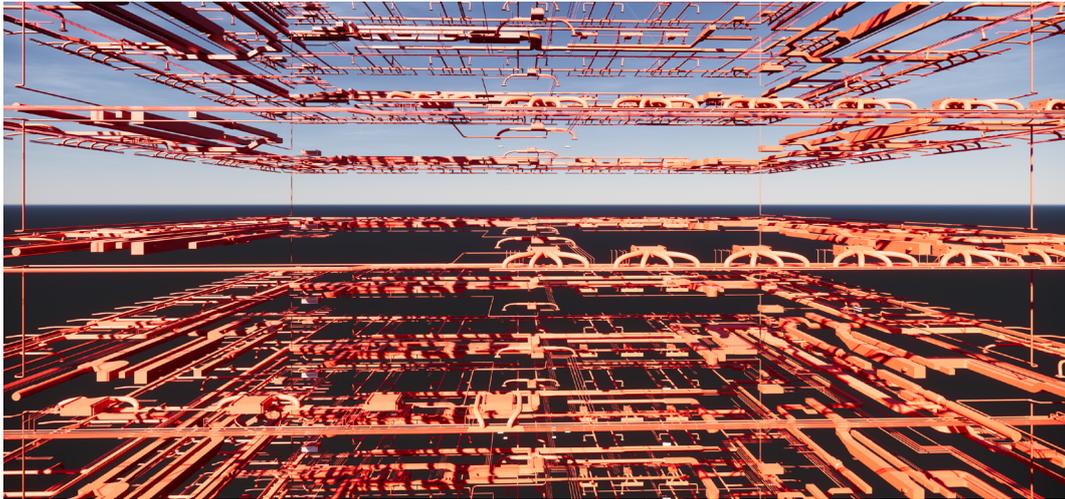


Figura 89: visualizzazione MEP Enscape

Attivando il modello architettonico, strutturale insieme a quello impiantistico, e nascondendo l'arredamento degli uffici compreso il controsoffitto, il risultato è il seguente:

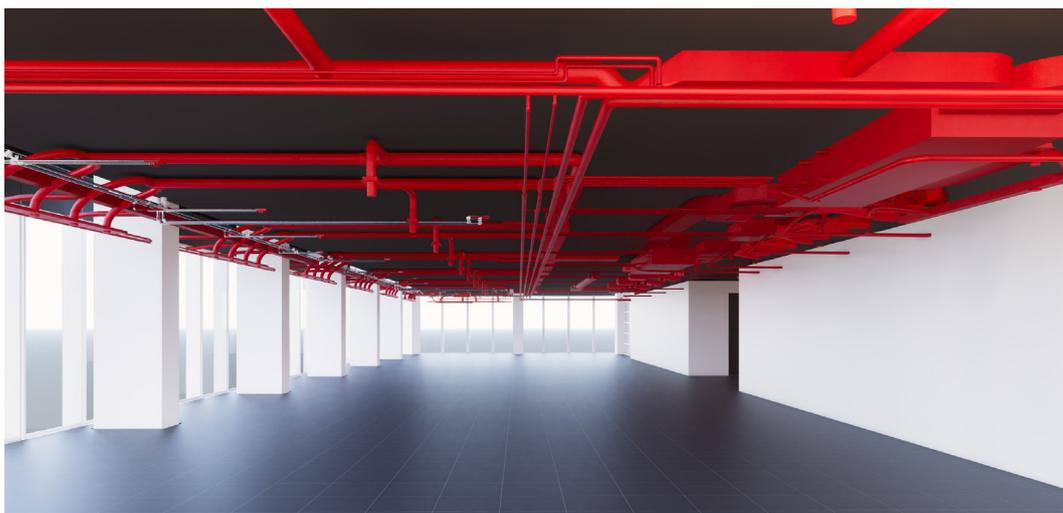
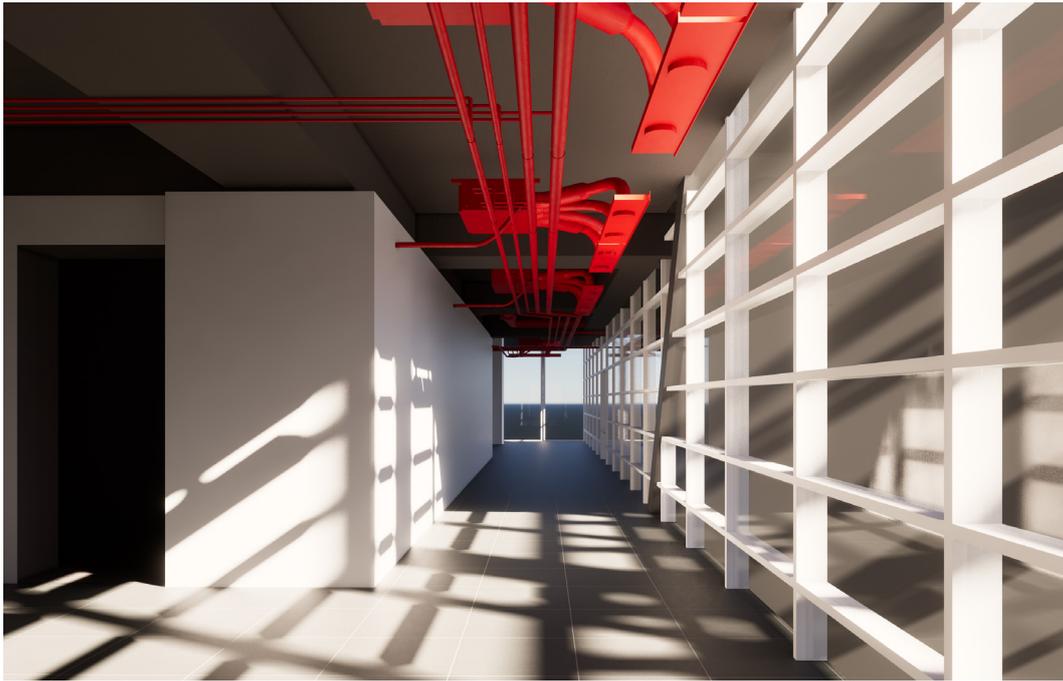
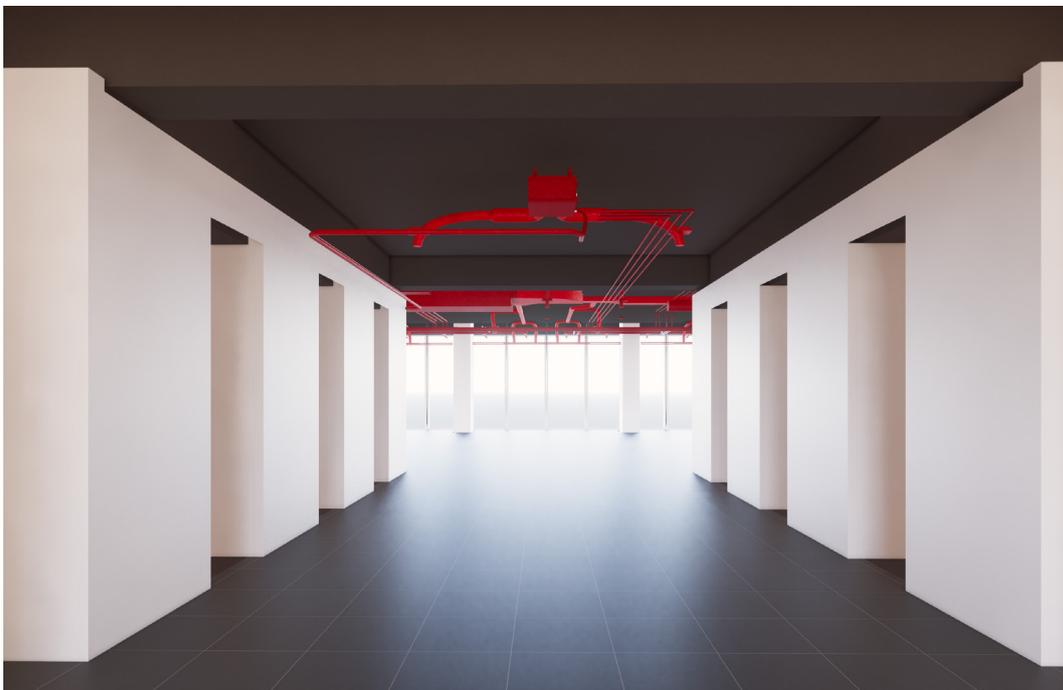


Figura 90: impianti piano 14 - sala uffici





*Figura 91: impianti piano 14 - satellite*



*Figura 92: impianti piano 14 - corridoio*





Figura 93: impianti piano 14

Grazie a questa procedura, con l'ausilio del plug-in descritto precedentemente, si è potuto andare a riscontrare diverse interferenze tra il modello architettonico, strutturale ed impiantistico; come si può vedere dalle immagini mostrate successivamente, si può notare che l'**impianto HVAC** e quello dell'aria, vanno in sovrapposizione con il modello strutturale:



Figura 94: interferenza MEP - architettonico





Figura 95: interferenza MEP - strutturale



Figura 96: interferenza MEP - strutturale



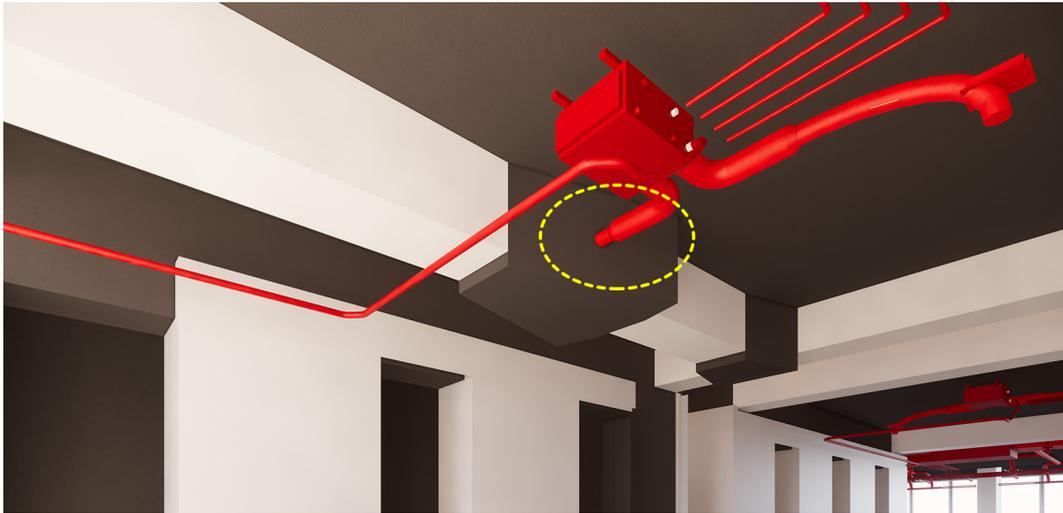


Figura 97: interferenza MEP - strutturale

Non si fosse utilizzato Enscape per verificare l'esatta posizione di questi percorsi, i tempi per la verifica si sarebbero allungati notevolmente e sarebbe aumentato in ugual misura il margine di errore.

Si può tranquillamente sostenere che questo passaggio risulta essere fondamentale nella modellazione in generale con il software Revit, in quanto ci permette di andare a verificare in prima persona all'interno del 3D la bontà della nostra modellazione, salvo la creazione di sezioni ad hoc che vanno ad allungare la tempistica, soprattutto se non si ha un PC decisamente performante.

Questo nuovo metodo di **verifica e controllo** è stato utilizzato sia per il confronto tra modello strutturale e architettonico, sia tra modello impiantistico e i due citati prima; esso ha permesso di notare numerose interferenze, senza la quale non avremo potuto notare così facilmente.

In questo preciso caso, riguardante gli impianti HVAC e dell'acqua, i due errori più evidenti sono stati:



- Quota altimetrica errata rispetto al solaio in calcestruzzo gettato in opera
- Percorsi dell'impianto dell'acqua non conformi alla presenza dei pilastri perimetrali e quindi risultano entrarvi all'interno

In seguito all'utilizzo di questo software, è d'obbligo consigliarlo vivamente, soprattutto per la parte impiantistica, in quanto consente, come già detto precedentemente, di controllare la qualità del lavoro svolto, evitando numerosi errori e migliorando notevolmente il modello in Revit.

## 5.4. UFFICI PIANO 14

Dopo aver inserito e verificato i percorsi degli impianti meccanici, il team si è concentrato sul posizionamento dell'**arredo** per quanto riguarda il **piano 14**. Si è voluto trattare solamente questo piano tipo per non rischiare di appesantire eccessivamente il modello e quindi avere difficoltà poi nella navigazione; inoltre, viste le relazioni in possesso, la disposizione degli uffici è praticamente la medesima su tutti i piani.

Il motivo per cui si è scelto questo piano è semplicemente per il fatto che presenta la maggior parte delle peculiarità che si possono riscontrare all'intero del progetto come per esempio:

- Area adibita al giardino d'inverno che si innalza per tre piani\_1
- Sala conferenze nel "grande vuoto"\_2



- Sala relax posizionata nel medesimo spazio\_3
- Locale uffici\_4
- Locale stampanti\_5
- Locale break\_6

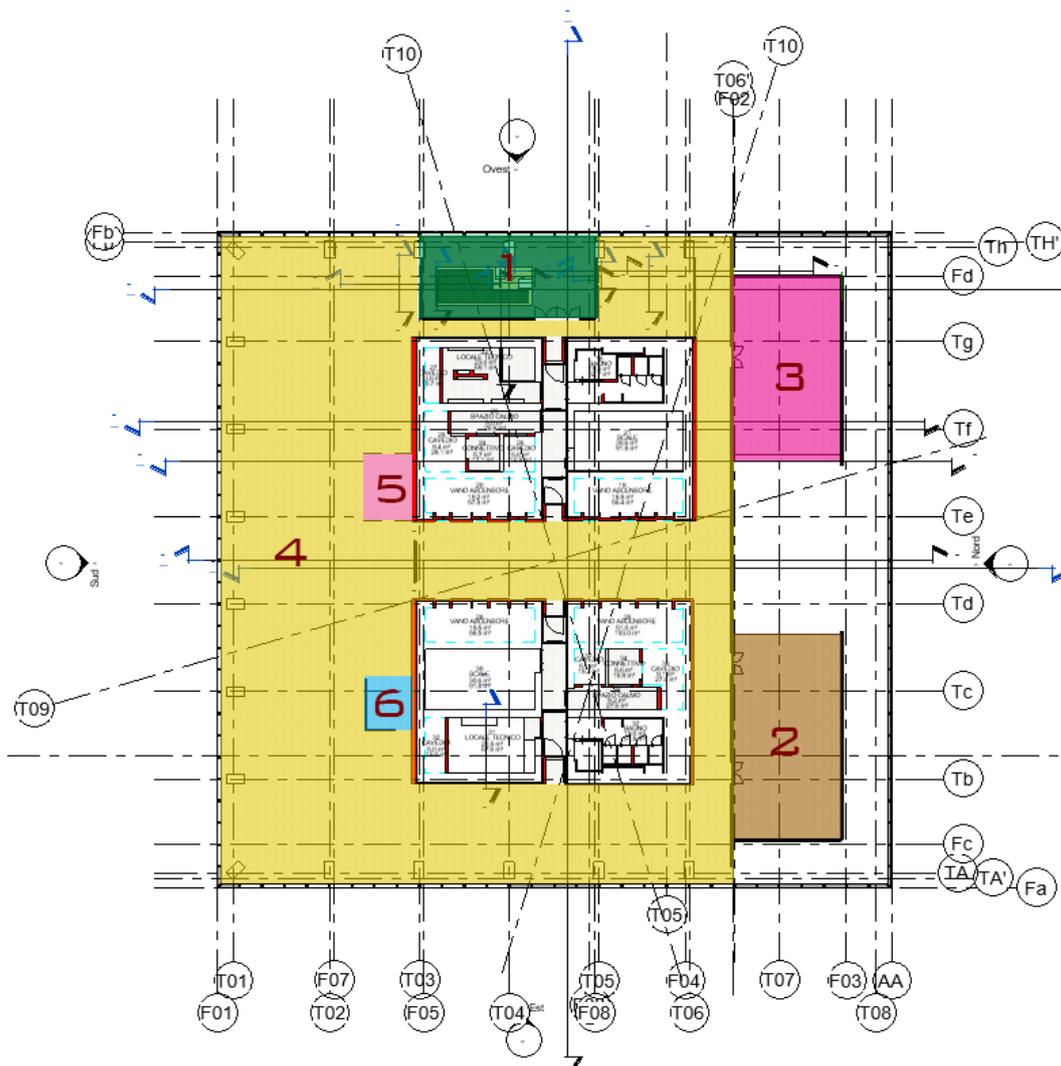


Figura 98: pianta piano tipo cad

Purtroppo non è stato consegnato un vero e proprio elaborato/relazione riguardante l'arredo degli uffici nello specifico; si è potuti affidarsi solamente alla lettura di un file cad riguardante gli impianti elettrici e da lì ipotizzare quale tipo di attrezzature inserire.



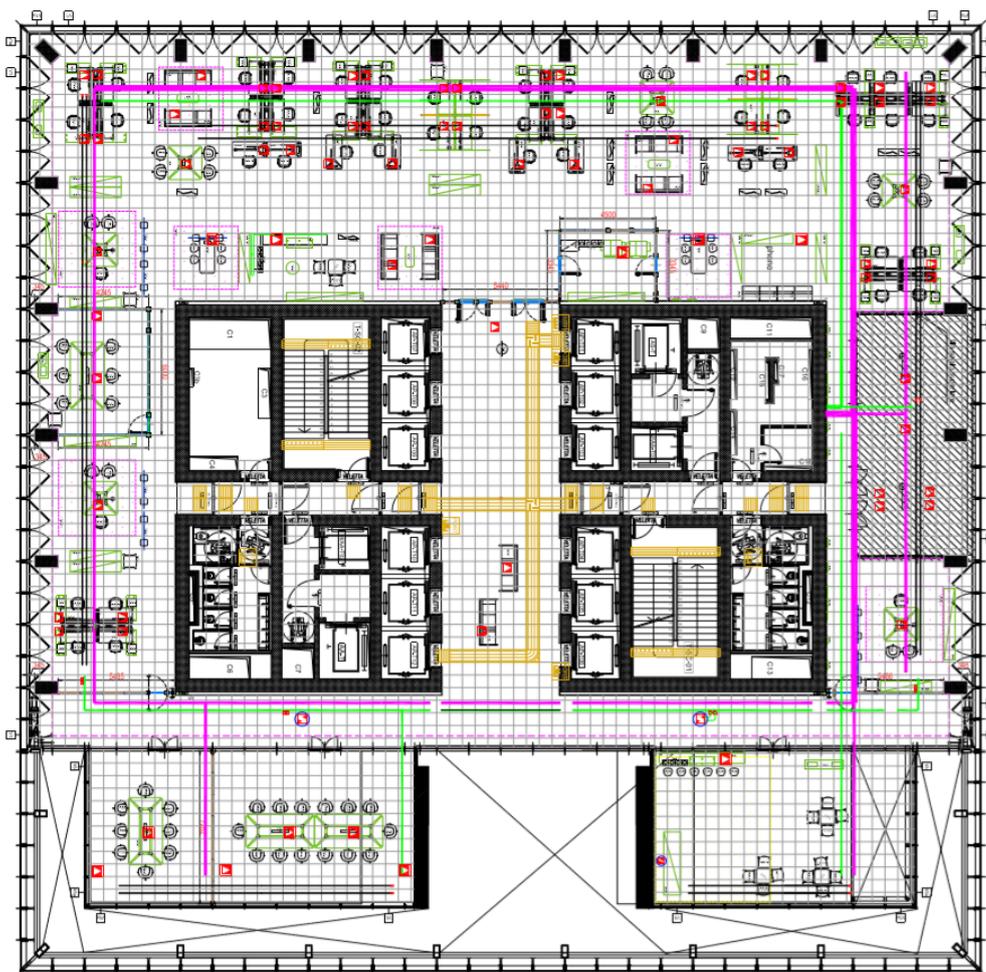


Figura 99: elaborato impianti piano 14

## 5.5. ENSCAPE LIBRARY

Oltre ad usare il software citato precedentemente per controllare e verificare la bontà del nostro modello, esso può essere utilizzato anche per inserire oggetti, sagome, persone, animali, gadget, attrezzatura da lavoro e del tempo libero, oggetti stradali ecc., in quanto



## 5. Ausilio di Enscape

dispone di una libreria ben fornita.

Si è scelto questa opzione e non l'importazione dal web di famiglie scaricabili, per il fatto che risulta molto più semplice e veloce utilizzare direttamente la libreria che il software offre senza dover recarsi sul web e scaricare l'oggetto in questione. I materiali sono già settati, gli oggetti sono già in scala appropriata alla realtà (quindi se si modella in scala appropriata, non c'è bisogno di modificare le loro proprietà) e fattore importante, basta semplicemente cliccare prima l'oggetto desiderato e poi la sua locazione, ed il gioco è fatto.

Il team si è spinto al massimo con l'utilizzo di questo software per sondare ogni suo aspetto e capire se è realmente un plug-in valido in campo architettonico.

E' interessante il fatto che ogni qual volta si aggiungono, si spostano, si modificano i parametri di un oggetto, esso si auto-aggiorna, fornendo subito la visione del modello nella sua fase ultima.

L'interfaccia della libreria si presenta in questo modo:

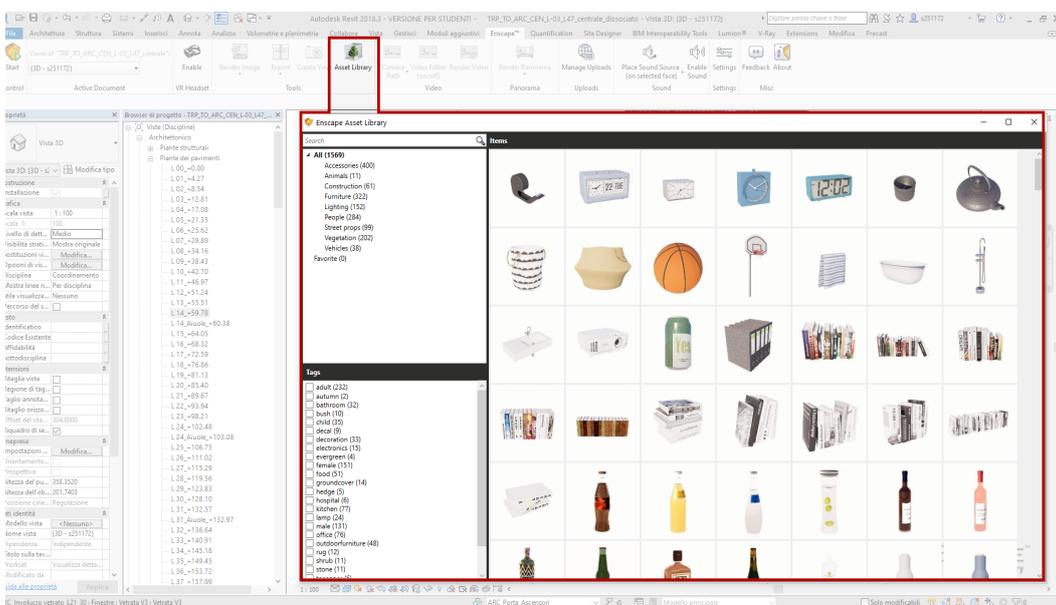


Figura 100: asset library

A questo punto si è proceduto a disporre le attrezzature da ufficio all'interno del modello riferendosi sempre alla disposizione spaziale indicata dall'elaborato degli impianti elettrici citato precedentemente. Il risultato è il seguente:



Figura 101: render vista 1

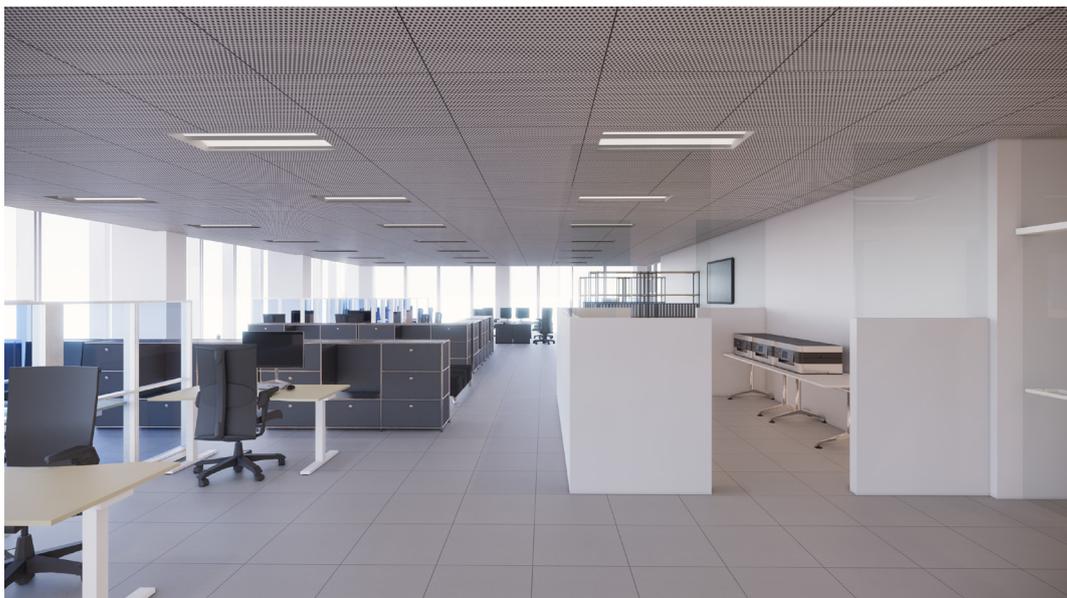


Figura 102: render vista 2





Figura 103: render vista 3



Figura 104: render vista 4





Figura 105: render vista 5



Figura 106: render vista 6



Successivamente al posizionamento di quest'ultimi, si è passati ad indagare il livello di caratteristiche e parametri che presentavano questi modelli importati da Enscape. Oltre ai normali parametri che si possono trovare in qualsiasi altro elemento base come muro, finestre, ecc..., se ne aggiungono numerosi altri riguardanti l'oggetto intrinseco, decisamente inutili, i quali andrebbero compilati senza un reale fine utile. Essi non vanno ad incidere in maniera importante sulle dimensioni del file finale, ma se condivisi, essi possono creare fraintendimenti e quindi vanno compilati nella giusta maniera rischiando di perdere molto tempo.

A questo punto si è deciso di utilizzare questi modelli di arredo solamente per un scopo ultimo che sarà la Realtà Virtuale. Quindi, nel nostro piano di lavoro, creare una fase/livello di dettaglio ad hoc, chiamato "**upgrade**", il quale verrà utilizzato solamente per questo tipo di pratica, cioè far vedere al cliente la resa finale del progetto. Si è quindi andati a creare un nuovo workset, con il nome di **arredo2** (ancora in fase beta) dove è possibile rendere visibile o no questo tipo di visualizzazione all'occorrenza. Di conseguenza bisognerà creare un tipo di arredo differente, per quelli che saranno i livelli di dettaglio basso, medio, alto con lo scopo finale di avere due tipologie di oggetto diverse tra loro:

- Una famiglia base dell'oggetto che aggiorna il suo aspetto a seconda del livello di dettaglio scelto con l'obiettivo di dare almeno la parvenza di come sarà geometricamente (per esempio se è una scrivania quadrata o rettangolare, oppure se è una sedia con ruote o semi-mobile ecc..) e quale posizione occuperà.
- Una seconda famiglia importata direttamente dall'asset di Enscape, il quale verrà utilizzata esclusivamente per la **Realtà Virtuale**



o Aumentata e quindi dovrà disporre di determinate caratteristiche estetiche (per esempio: il livello di modellazione molto alto, qualità del materiale ecc..).



# 6. WORKSET ARREDO

---



## **6.1. Livello di dettaglio: $LOD = LOG + LOI$**

### **6.1.1. LOG**

### **6.1.2. LOI**

### **6.1.3. LOD**

## **6.2. Introduzione del LOIN**



## 6. WORKSET ARREDO

### 6.1. LIVELLO DI DETTAGLIO: LOD = LOG + LOI

Nel mondo del Building Information Modelling (BIM), **LOD**, che non è altro che l'acronimo di **Livello di Dettaglio**, ricopre uno spazio decisamente importante all'interno del modello; prima di descrivere di cosa si tratta, conviene fare una distinzione tra LOG e LOI, i quali uniti insieme creano poi il LOD.

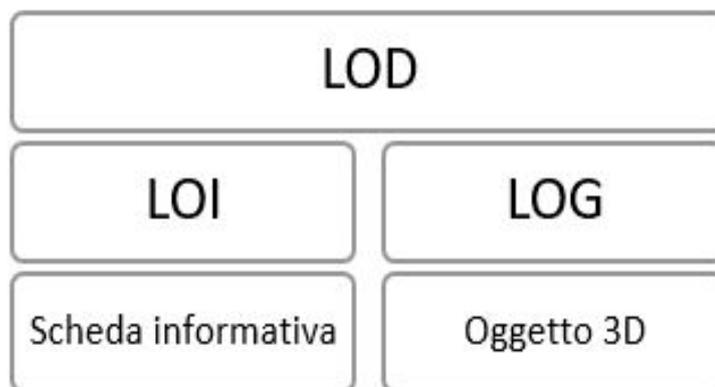


Figura 107: Fonte: google immagini]

Per spiegare meglio, ci si avvale di un esempio molto semplice:

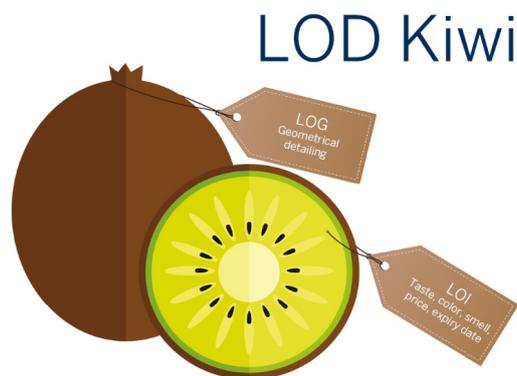


Foto 108: Fonte :<https://constructible.trimble.com/construction-industry/lod-simply-explained-the-lod-kiwi>

Si è scelto di utilizzare questa figura per distinguere il **LOG** (livello geo-



metrico) e **LOI** (livello informativo).

## 6. 1. 1. LOG

Esso rappresenta la parte esterna, visibile del Kiwi, LOD quindi di conseguenza la parte **geometrica** che ci da informazioni sull'aspetto e sulla geometria dell'elemento. In BIM non è altro che il livello geometrico del dettaglio; l' EMCS 4.0 distingue 5 livelli differenti, dal LOG1 che rappresenta un modello schematico spesso in 2D, fino al LOG5 il quale assume un aspetto decisamente più dettagliato con specifiche del produttore (spesso usato nel rendering).

Per comodità, si utilizzano tre livelli tra quelli che di solito proposti, con l'aggiunta di uno per il rendering / Realtà Virtuale che assume i caratteri simili al livello LOG5.

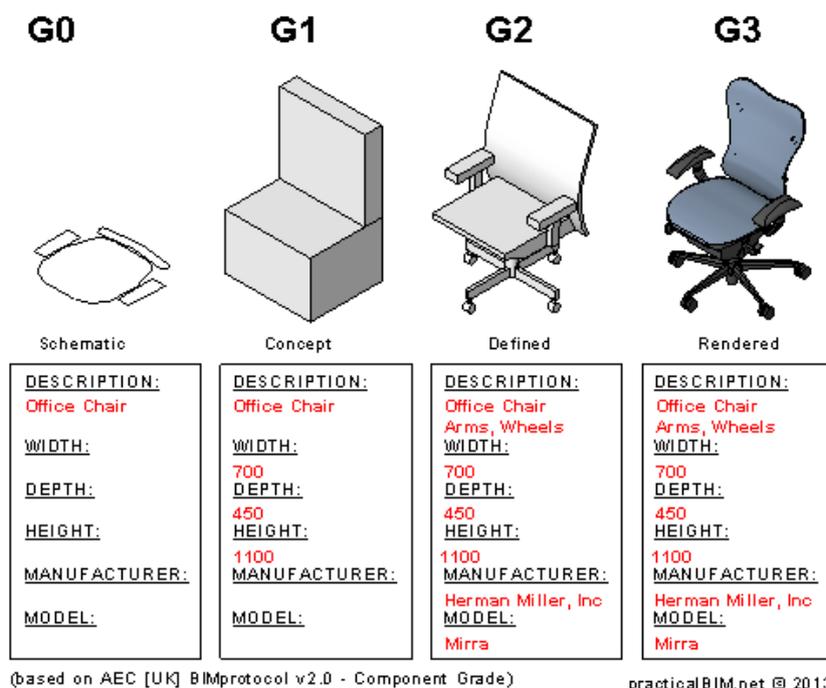


Figura 109: [Fonte: google immagini]

## 6. 1. 2. L O I

La parte non visibile del kiwi è il **LOI** (livello di informazione); nell'esempio del kiwi, esso è rappresentato dall'odore, dal gusto, dal colore, dalla data di scadenza. Nel BIM invece rappresenta le **informazioni** intrinseche e non geometriche di un elemento. Quest'ultimo, con un grado alto di LOI, può contenere informazioni che riguardano il produttore, le scorte in magazzino, la tempistica di spedizione ecc... Anch'esso viene diviso in 5 diversi gradi di dettaglio, ognuno dei quali contiene informazioni via via sempre più dettagliate.

## 6. 1. 3. L O D

Il prodotto finale, cioè l'unione tra LOG e LOI, prende il nome di **LOD**. Esso rappresenta il "**Livello di Definizione o di Sviluppo**" che il modello dovrà raggiungere in base alle direttive del committente. E' consuetudine raggruppare tutte le informazioni in un documento chiamato EIR (Employer's Information Requirements).

Ogni fase del progetto, vuole il suo livello di dettaglio appropriato con livelli di informazioni grafiche e geometriche consoni a quella determinata fase; quindi il livello aumenta più si avanza con il progetto. Nelle fasi iniziali le informazioni riguardano solamente la situazione esistente, mentre con il procedere delle fasi, il modello passa da una semplice rappresentazione grafica 2D, ad un modello virtuale se non uno costruttivo.

E' importante sottolineare che il grado dei LOG e LOI possono diffe-



rire tra loro; infatti un componente può avere una rappresentazione simbolica con informazioni molto specifiche e dettagliate o viceversa.

Di solito si usa dividere il livello di sviluppo in 5 classi che definiscono in maniera generica il contenuto. Si parte dal grado più basso che prende il nome di LOD 100(rappresentazione concettuale), fino ad arrivare al LOD500(modello 3D corrispondente al modello as-built).

Nel caso studio, invece di usare 5 di livelli, si è optato per utilizzare i tre suggeriti dal software Revit2018:

- Livello basso
- Livello medio
- Livello alto
- Livello “upgrade” utilizzato solo per il rendering.

Successivamente si è passati a compilare una serie di schede che poi saranno inserite in un unico abaco, inerente in questo caso agli arredi, dove vengono descritte le diverse caratteristiche per ogni tipo di modello.

Esempio di scheda per una sedia da ufficio con ruote:



Disciplina		Nome oggetto	
		Arredo	
Architettonico		Caricabile	
Livello di visualizzazione		C	
Livello di sviluppo Raggiunto		C	
LOG	Livello di visualizzazione	Descrizione visualizzazione	Rappresentazione grafica
	Basso	Elemento 2D	
	Medio	Elemento 3D approssimato	
	Alto	Elemento 3D definito	
LOI	Parametro		Codice parametro
	Progetto		TRP
	Edificio		TO
	Classi di unità tecnologiche		7
	Unità tecnologiche		Da definire
	Classi di elementi tecnici		Da definire
	Codice <u>MasterFormat</u>		12 52 23
	Titolo <u>MasterFormat</u>		<u>Furniture</u>
	Codice Categoria		AR
	Identificativo		Da definire
	Codice Padre		Da definire
	Codice esistente		Da definire
	Affidabilità		Da definire
Codice Famiglia		Da definire	

Figura 110: tabella LOG e LOI

Come possiamo vedere, la scheda è divisa in due grandi sezioni: la parte dei LOD e quella dei LOI, le quali a loro volta si dividono in altrettante colonne e righe.

Nella parte superiore è presente una serie di informazioni riguardanti:

1. Nome dell'oggetto



2. Tipologia di famiglia:

- caricabile
- sistema

3. Livello di sviluppo<sup>1</sup>:

A\_ Simbolo o rappresentazione generica

B\_ Elemento modellato con forme e dimensioni approssimativa.

Eventuali informazioni non geometriche sono aggiunte all'oggetto

C\_ Elemento modellato con forma e dimensioni. Eventuali informazioni non geometriche sono aggiunte all'oggetto

D\_ Elemento modellato con forma e dimensione precise, con l'aggiunta di informazioni sull'assemblaggio, sulla fabbricazione dell'oggetto stesso. Eventuali informazioni non geometriche sono aggiunte all'oggetto

E\_ Elemento modellato con forma e dimensioni precise e verificate. Eventuali informazioni non geometriche sono aggiunte all'oggetto

F\_ Elemento modellato, verificato sul luogo. Le caratteristiche dell'oggetto fanno riferimento al singolo sistema produttivo del prodotto, posato ed installato.

G\_ Elemento aggiornato durante il ciclo di vita dell'edificio

Si passa poi alla sezione riguardante i LOG, dove viene illustrato geometricamente, con le relative immagini, l'oggetto inserito nel modello in base ai tre livelli di sviluppo. Quindi per un livello basso si è scelto una rappresentazione 2D, per quello medio in modo più geometrico con lo scopo di far capire meglio di che oggetto si tratta e del suo reale ingombro, invece per quanto riguarda il livello alto l'oggetto assume geometria via via sempre più precisa e vicina alla realtà.

<sup>1</sup>Codice masterformat file:///C:/Users/Fabrizio/Downloads/2017\_07\_POLLARA%20(1).pdf



Come ultima parte trova spazio la sezione riguardante i LOI e quindi tutti quelle informazioni base utili per catalogare ogni oggetto definendo una regola precisa. In questa "tabella" sono presenti diverse voci:

- **Progetto:** si riferisce al nome del progetto in cui viene inserito l'elemento.
- **Edificio:** in questo caso troviamo le iniziali TO in quanto si tratta di un progetto della città di Torino.
- **Classi di unità tecnologiche, Unità tecnologiche, Classi di elementi tecnici:** secondo la norma UNI 8290, il sistema tecnologico si compone in tre livelli: il primo e il secondo affermano che "... *representano funzioni finalizzate a soddisfare esigenze dell'utenza...*"<sup>8</sup>, mentre per il terzo "...forniscono una risposta complessiva o parziale delle funzioni delle unità tecnologiche..."<sup>9</sup>.
- **MasterFormat, Titolo MasterFormat:** "... è un sistema di catalogazione delle informazioni applicato all'industria delle costruzioni, particolarmente diffuso negli Usa e in Canada. Esso si compone di un insieme di numeri e titoli, i quali non rappresentano prodotti da costruzione bensì pratiche costruttive... Esso possiede una struttura che si compone di gruppi e sottogruppi; i primi non presentano una classificazione numerica, mentre ai secondi sono associate delle coppie di numeri decimali. Questo sistema, che restituisce una codifica a 6 cifre, è espandibile in qualsiasi momento, senza la necessità di stravolgere l'intero sistema..."<sup>10</sup>
- **Codice categoria:** rappresenta il codice che appartiene alla disciplina. In questo caso la sedia in questione appartiene alla categoria Arredo e di conseguenza il codice di due cifre è AR. La regola è decidere precedentemente un codice di due cifre che rispecchi la categoria ma che non sia totalmente uguale ad un altro codice



già esistente.

- Identificativo: da definire
- Codice padre: da definire
- Codice esistente: da definire
- Affidabilità: rappresenta, tramite un numero compreso da 1 a 3 ,il grado di affidabilità di modellazione dell'oggetto. Il numero 1 rappresenta che l'oggetto è stato misurato in sito, il numero 2 che è stato misurato sul dwg e infine il tre che rappresenta una misurazione ipotizzata.
- Codice famiglia:da definire

## 6.2. INTRODUZIONE DEL LOIN

Con la pubblicazione della norma **ISO19650**, sembra scaturire un nuovo panorama chiamato **LOIN**, il quale dovrebbe andare a sostituire il vecchio concetto di Level of Definition (LOD). Sembrano ancora esserci numerosi dubbi a riguardo, anche da parte degli esperti, che stanno aspettando l'emanazione di un testo più chiaro e di facile comprensione; con l'ausilio di diversi articoli presi dal Web proveremo a riassumere questo concetto.

Prima di questa famosa norma ci si basava quindi sul sistema statunitense, britannico, italiano.

Le caratteristiche di quello **statunitense** erano:

- Grado di affidabilità
- La definizione è per categoria e non per affidabilità



## LOD (US)

### Panoramica

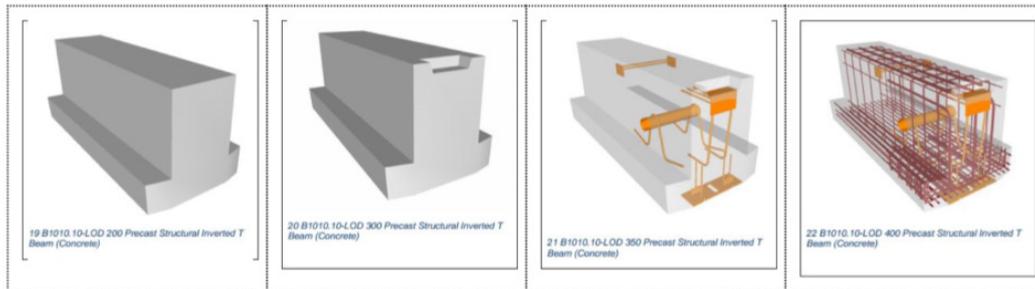


Figura 111: [Fonte: <https://www.shelidon.it/?p=7828>]

### Il sistema britannico invece:

- Inseriva il livello di informazione (LOI), chiamato anche livello di geometria
- Procede per modello invece che per categoria

## LOD (UK)

### Levels of Definition

Stage number	1	2	3	4	5	6	7
Model name	Brief	Concept	Definition	Design	Build and commission	Handover and closeout	Operation
Systems to be covered	N/A	All	All	All	All	All	All
Graphical illustration (Building project)							
Graphical illustration (Infrastructure project)							
What the model can be relied upon for	Model information communicating the brief, performance requirements, performance benchmarks and site constraints.	Models which communicate the initial response to the brief, aesthetic intent and outline performance requirements. The model can be used for early design development, analysis and co-ordination. Model content is not fixed and may be subject to further design development. The model can be used for co-ordination, sequencing and estimating purposes.	A dimensionally correct and co-ordinated model which communicates the response to the brief, aesthetic intent and some performance information that can be used for analysis, design development and early contractor engagement. The model can be used for co-ordination, sequencing and estimating purposes including the agreement of a first stage target price.	A dimensionally correct and co-ordinated model that can be used to verify compliance with regulatory requirements. The model can be used as the start point for the incorporation of specialist contractor design models and can include information that can be used for fabrication, co-ordination, sequencing and estimating purposes, including the agreement of a target price/guaranteed maximum price.	An accurate model of the asset before and during construction incorporating co-ordinated specialist sub-contract design models and associated model attributes. The model can be used for sequencing of installation and capture of as-installed information.	An accurate record of the asset as a constructed at handover, including all information required for operation and maintenance.	An updated record of the asset at a fixed point in time incorporating any major changes made since handover, including performance and condition data and all information required for operation and maintenance. The full content will be available in the yet to be published PAS 1192-3.

Figura 112: [Fonte: <https://www.shelidon.it/?p=7828>]



In quello **italiano** devono essere delineati anche:

- Limiti e modalità di utilizzo di eventuali attributi (geometrici e non)
- Qualità, natura, quantità

LOD A	LOD B	LOD C	LOD D	LOD E	LOD F	LOD G
<p><b>Geometria</b> Elemento strutturale bidimensionale verticale o pseudoverificale rappresentato mediante un simbolo 2D.</p> <p><b>Oggetto</b> Simboli grafici 2D</p> <p><b>Caratteristiche</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Posizionamento di massima</li> </ul>	<p><b>Geometria</b> Elemento strutturale bidimensionale verticale o pseudoverificale rappresentato mediante un solido di estrusione abbozzato con aperture.</p> <p><b>Oggetto</b> Solido 3D</p> <p><b>Caratteristiche</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiali ipotizzabili</li> <li>• Incidenza di armatura standard</li> </ul>	<p><b>Geometria</b> Elemento strutturale bidimensionale verticale o pseudoverificale rappresentato mediante un solido avente dimensioni calcolate secondo la normativa tecnica.</p> <p><b>Oggetto</b> Solido 3D complesso</p> <p><b>Caratteristiche</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiali da calcolo</li> <li>• Incidenza di armatura calcolata</li> </ul>	<p><b>Geometria</b> Elemento strutturale bidimensionale verticale o pseudoverificale rappresentato mediante un solido avente dimensioni pari alle dimensioni reali. Sono modificate tutte le armature in posizione corretta e sono posizionati degli inserti 3D tipici.</p> <p><b>Oggetto</b> Solidi 3D complessi</p> <p><b>Caratteristiche</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Armature 3D</li> <li>• Inserti 3D tipici</li> </ul>	<p><b>Geometria</b> Elemento strutturale bidimensionale verticale o pseudoverificale rappresentato mediante un solido avente dimensioni pari alle dimensioni reali. Sono incluse tutte le armature in posizione corretta, gli inserti specifici del produttore, i dati specifici del fornitore dei materiali e delle armature.</p> <p><b>Oggetto</b> Solidi 3D complessi</p> <p><b>Caratteristiche</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inserti 3D reali</li> <li>• Gestione dei getti</li> </ul>	<p><b>Geometria</b> Come LOD E (rilievo di quanto eseguito).</p> <p><b>Oggetto</b> Solidi 3D complessi</p> <p><b>Caratteristiche</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Certificati di collaudo</li> <li>• Piano di manutenzione</li> </ul>	<p><b>Geometria</b> Nuovi interventi: Come LOD F (con aggiornamenti) Manutenzione e gestione su elementi esistenti: Come LOD C o D (a parte da).</p> <p><b>Oggetto</b> Solidi 3D complessi</p> <p><b>Caratteristiche</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Data di manutenzione/sostituzione</li> <li>• Soggetto manutentore</li> <li>• Tipologia di intervento</li> </ul>

Figura 113: [Fonte: <https://www.shelidon.it/?p=7828>]

Con la nuova norma si va ad eliminare il livello di sviluppo e di definizione e si introduce il **Level of Information Need** con l'obiettivo di impedire la consegna di troppe informazioni con la conseguente relazione tra esso e l'obiettivo. E' necessario tenere ben presente:

- **Qualità**
- **Quantità**
- **Granularità**

Di quest'ultimo termine non se ne parla nella norma ma risulta più o meno granulare a seconda del livello di dettaglio in cui viene suddiviso.

Quindi se si prende come esempio il nome di una tavola secondo la



norma ISO19650, dovrebbe assumere questo aspetto:

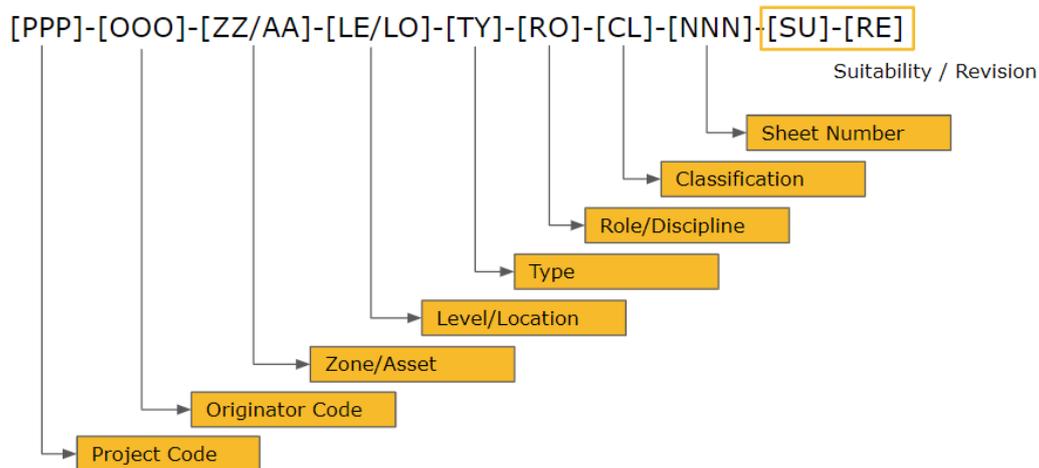


Figura 114: [Fonte: <https://www.shelidon.it/?p=7828>]

In questo caso abbiamo un'alta granularità.

Per quanto riguarda il Level Of Information Need, si dice che varii in base ai derivabile; perciò si avranno differenti livelli d'informazione a secondo dell'elaborato in questione. Di conseguenza un tavola al 1:100 avra informazioni diverse da quella al 1:20.

Il documento promette di fare chiarezza in futuro riguardo a questo argomento che sembra essere l'unione di:

- Level of Geometry (LOG)
- Level of Information (LOI)
- Level of Documentation (LOD)

E' in fase di stesura il testo che farà chiarezza e prenderà il nome di: Guidance on how to implement EN ISO 19650-1 and -2 in Europe; in questo caso il team si è avvalso solamente del testo: UK BIM Alliance.





# 7. VIRTUAL REALITY

---



**7.1.**Cos'è La VR??

**7.2.**VR In Architettura

**7.3.**Differenza Tra AR, VR, MR

**7.4.**VR nella Torre Regione Piemonte

**7.5.**Pro e contro della VR



## 7. VIRTUAL REALITY

### 7.1. COS'È LA VR???

La Realtà Virtuale (acronimo **VR**) è una simulazione più o meno realistica della realtà, con lo scopo di far vivere all'usufruitore la visione di un futuro concreto (in campo architettonico) del progetto e potersi muovere liberamente al suo interno.

Essa nasce dalla combinazione di hardware e software che cooperano insieme per creare uno spazio virtuale in cui l'utente può muoversi, interagire, personalizzare, creare, modificare. Sul mercato esistono numerosi software che permettono di creare questa "fantasia" come per esempio:

- Enscape
- Twinmotion
- AmbiensVR
- Eyecad VR

Per poter utilizzare al meglio questa tecnologia c'è bisogno di quattro componenti:

- Visore con display integrato
- Sistema audio (consigliabile)
- Computer/smartphone
- Dispositivo di input per poter interagire

Tuttavia è uno scenario non ancora così vicino a noi come potrebbe



essere il rendering foto-realistico.

Per poter creare un ambiente che può essere esportato nei **HMD** (Head Mounted Display), viene richiesto un carico di lavoro maggiore rispetto a quello standard; ultimamente molte software-house si stanno dedicando a migliorare questa branca della tecnologia per poter ridurre sempre di più i tempi.

Si sta lavorando, ed ad oggi esistono software che sono in grado di farlo, su aspetti che nella realtà virtuale normale non sono così importanti; uno tra questi è il fatto che, un progetto oltre ad essere pura estetica è anche funzionalità, quindi oltre che alla qualità degli ambienti virtuali, dà peso ai metadati collegati agli oggetti. Questo significa che non è fondamentale solo dedicarsi alla resa grafica dell'involucro e degli oggetti che arredano, ma anche rendere accessibili in VR informazioni riguardanti per esempio cavi elettrici, tubature, canali di aerazione. Il discorso vale ovviamente anche per il sistema strutturale.

Per questo preciso caso studio si è andati ad utilizzare il plug-in **Enscape** abbinato con Revit2018.3 insieme agli Oculus Rift.

Questi ultimi sono sul mercato globale ormai da circa quattro anni, in seguito alla presentazione nel 2016; da quel giorno il mondo del gioco fu rivoluzionato. Sin dal loro lancio, sono stati inseriti nel mercato numerosi altri visori, ma si può affermare che solo gli Oculus Rift hanno concretizzato ciò che hanno promesso. Prima di addentrarsi all'interno della scena vera e propria inerente al caso studio, è utile prendersi del tempo per descrivere questa nuova tecnologia che sempre più sta prendendo spazio nel quotidiano.

All'interno della famosa scatola nera ci viene proposto:

- Visore, con risoluzione di immagini in 1080x1200



- Controller touch, che regalano una sensazione più immersiva
- Due sensori, con lo scopo di seguire i movimenti



Figura 115: [Fonte: google immagini]

Questo visore, per poter essere utilizzato ha bisogno di una **rete cablata**, nel senso che ha bisogno di un collegamento diretto al pc per poter trasmettere immagini in 1080x1200; di conseguenza non sarà possibile utilizzarlo su un vecchio computer. Di fatto, necessita di **quattro porte USB**, fattore che non tutti dispongono.

Ovviamente oltre a questo, sono necessarie altre specifiche riguardo il pc, come un determinato processore e una specifica scheda madre, altrimenti non è possibile usufruire dell'esperienza al meglio.

Esso è in grado di immergere completamente l'utente all'interno del-



la scena tramite la proiezione in contemporanea di due immagini;- questo grazie ad un'ulteriore uscita HDMI e ad una videocamera che traccia il movimento della testa.



Figura 116: Fonte: google immagini

## 7.2. VR IN ARCHITETTURA

Articolo di Kim O'Connell:

*<<...Stai camminando attraverso un'elegante abitazione, ammirando uno spazioso salotto, i quadri sul muro e un'ampia cucina. Un lampadario sospeso diffonde una luce morbida, il pavimento brilla sotto i vostri piedi, l'arredamento è invitante. Poi ti togli gli occhiali per la realtà virtuale e riprendi la tua riunione...>>*



Questo scenario si sta sempre più facendo spazio anche nel campo architettonico; in parallelo con la Augment Reality(AR) e la Mixed Reality (MR), la Realtà Virtuale permette all'utente di spingersi oltre ai confini della visualizzazione dando la possibilità al cliente di capire uno spazio prima ancora che esso sia costruito.

*<<"...Tradizionalmente in architettura si lavora con cianografie e modelli in scala, e la modellazione 3D è in circolazione da circa 20 anni", afferma Jeff Mottle, presidente e CEO della CGarchitect Digital Media Corp. e editore del CGarchitect, una rivista online e una community per professionisti di visualizzazione architettonica. "La VR gioca un ruolo di collante tra i metodi tradizionali, più di quanto i produttori immagino...">>*

Tutto questo grazie a facebook che ha investito due bilioni di dollari nel 2014 per lanciare oggi questo prodotto.

*<<Secondo quanto sostenuto da un'indagine di CGarchitect, gli utenti di VR per l'architettura sono il 40% in Europa e 21% negli Stati Uniti, con commenti entusiastici da parte degli utilizzatori. Circa il 70% dei partecipanti al sondaggio usano la VR/AR/MR nella produzione o hanno pianificato di farlo durante il 2017, mentre il 77% stanno sperimentando la nuova tecnologia o hanno programmato di farlo...<sup>9,10</sup>>>*

### 7.3. DIFFERENZA TRA AR, VR, MR

*<<Con la Virtual Reality, sei immerso in un ambiente virtuale*



*e completamente tagliato fuori dal mondo esterno... In relazione all'apparecchiatura che stai utilizzando, potresti vivere un'esperienza di VR room-scale (che ti permette di camminare all'interno di uno spazio) e una walk through the space (con linee guida che ti permettono di evitare di imbatterti in un muro reale)...>>*

Questo è quello che afferma Mottle.

Con l'Augment Reality, si ha la trasmissione di immagini e dei dati trasmessi, ma tramite un piccolo dispositivo che ha il nome di smartphone; quindi tecnologia che rimane ad un livello relativamente basso.

Per quanto riguarda la Realtà Mista invece, è possibile sovrapporre tramite un preciso visore, la vera realtà con quella virtuale e quindi magari permettere di far dialogare nella stessa camera virtuale due professionisti che si trovano in due posti diversi del mondo.

## **7.4. VR NELLA TORRE REGIONE PIEMONTE**

La procedura per poter usare questa precisa tecnologia risulta essere particolarmente semplice. Come primo passo è necessario installare l'applicativo dedicato a questi visori e una volta terminata l'installazione, avviene la calibrazione di quest'ultimi. Tramite particolari sensori si va a creare una sorta di area di lavoro intorno a se, in cui l'utente può muoversi liberamente e navigare nel progetto. Una nota negativa risulta essere la grande dimensione di questo applicativo.

A questo punto non rimane altro da fare che recarsi all'interno di



Revit, aprire il modello in esame e con il plugin Enscape attivare la visualizzazione in Realtà Virtuale.

Per navigare/muoversi si devono utilizzare i due pad in dotazione che tramite due levette permettono l'utente di ruotare di 360 gradi e di camminare sia in avanti che indietro.

Successivamente verranno messe in successione una serie di immagini/screen del lavoro svolto con gli Oculus Rift nel progetto in esame.



Figura 117: screen navigatore



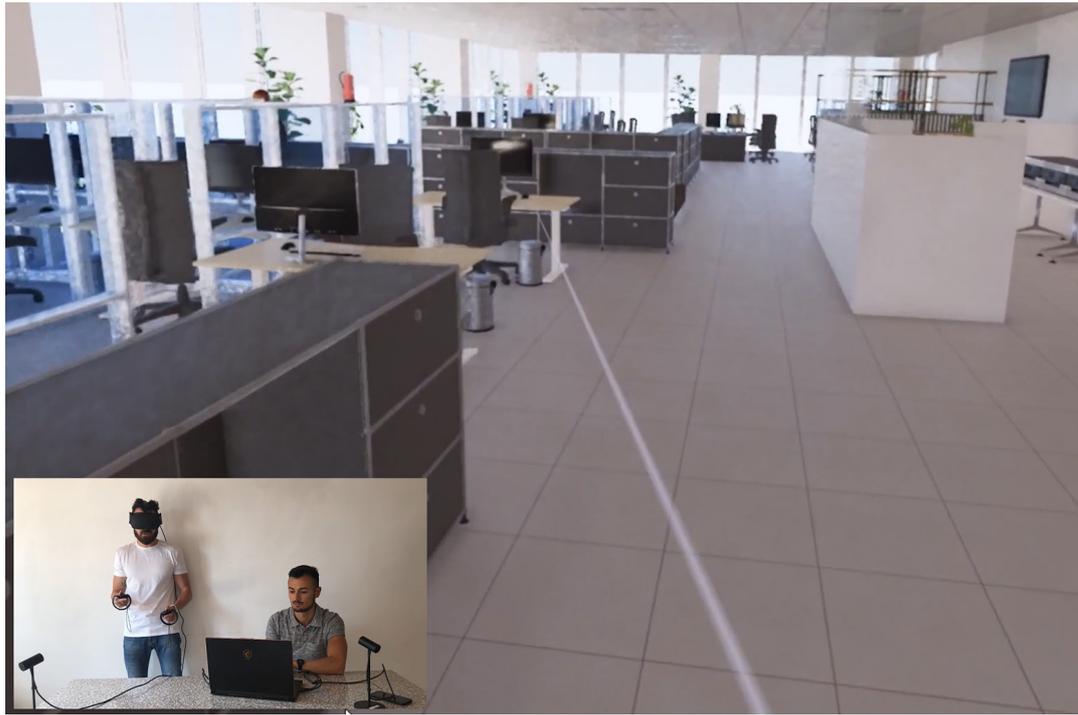


Figura 118: screen zona uffici

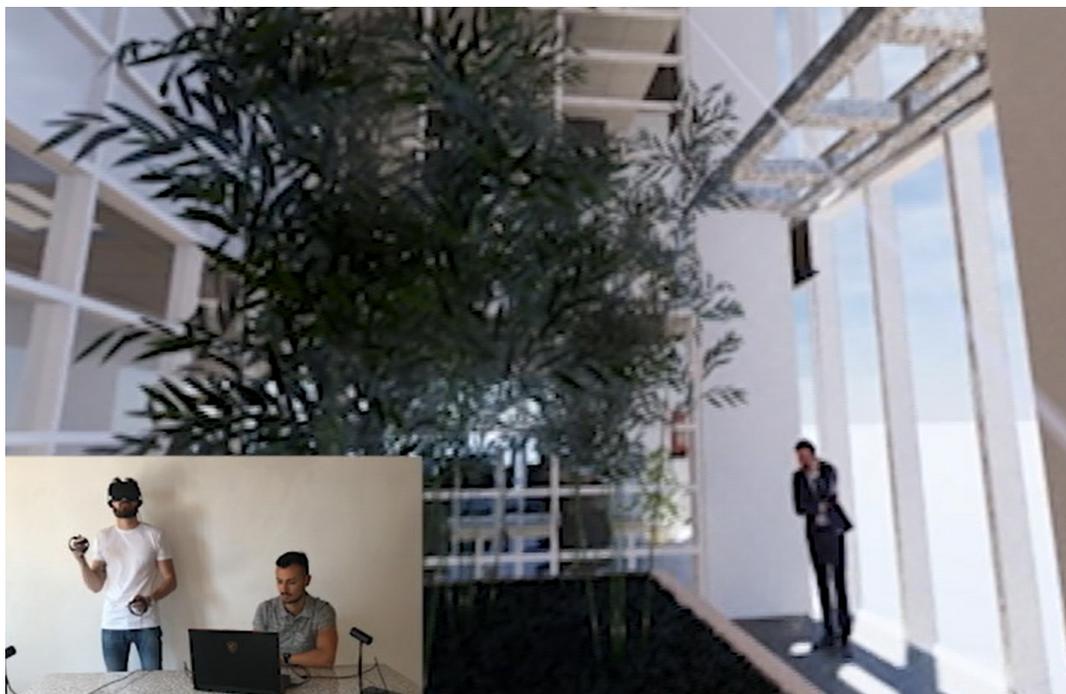


Figura 119: screen giardino d'inverno





Figura 120: screen sala riunioni



Figura 121: screen sala relax



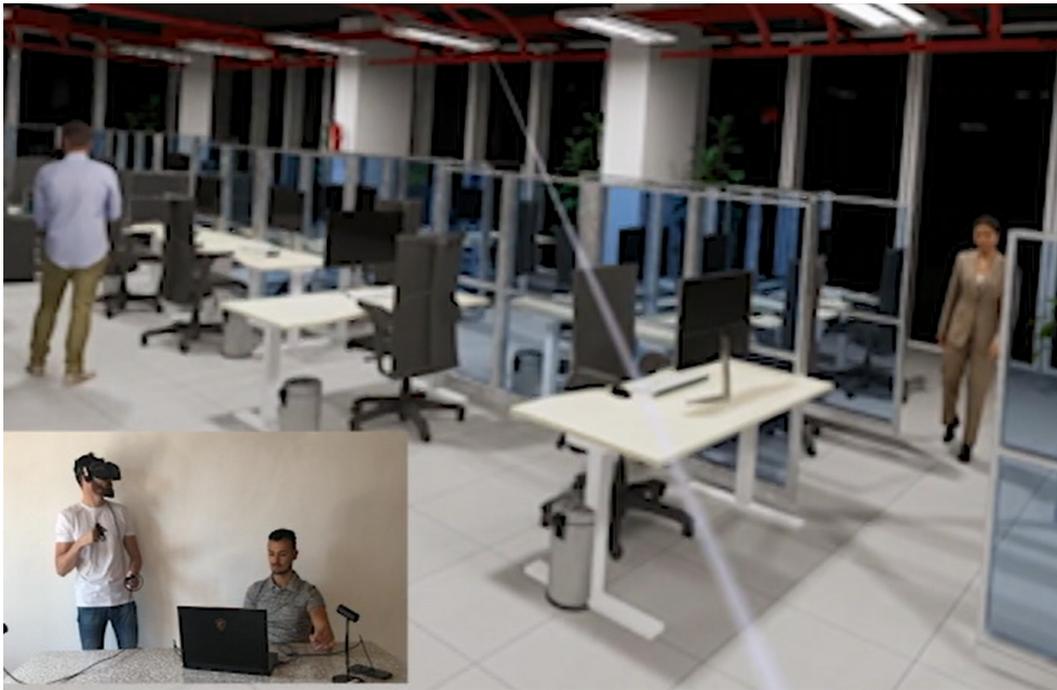


Figura 122: screen zona uffici + visualizzazione MEP

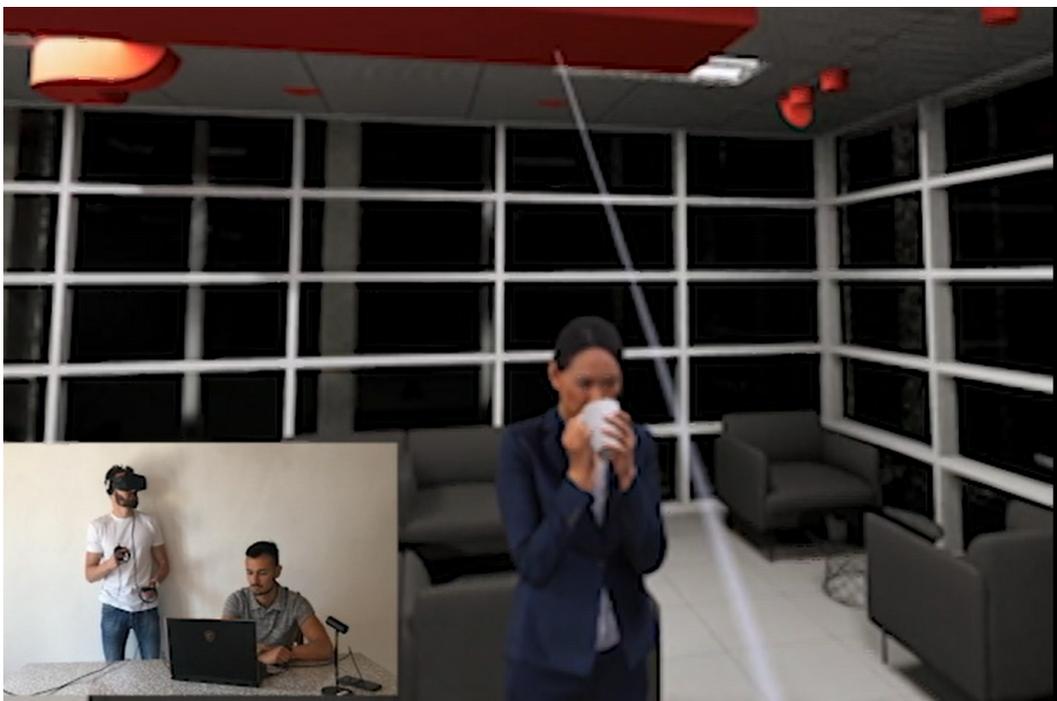


Figura 123: screen sala relax + Visualizzazione MEP



## 7.5. PRO E CONTRO DELLA VR

### PRO

Ogni progettista/architetto sa benissimo che per quanto siano realistici i rendering, non sono sufficienti per comunicare appieno superfici, spazi, e corpi luminosi. Risulta così essere complicato trasmettere al cliente il progetto nella sua completezza. Ecco che la VR da un sostegno non da poco per migliorare la capacità del cliente di apprezzare il lavoro svolto.

Come si è già affermato in precedenza, questa particolare tecnologia permette di visualizzare in real-time il modello; ciò significa che qualora venga modificato un qualsiasi oggetto esso viene immediatamente visualizzato nel visore.

Evita errori di progettazione. All'interno della scena virtuale si possono visualizzare progetti in diverse modalità, così da poter valutare al meglio spazi, arredamento, ecc.. Visionare l'infrastruttura a livello spaziale può evitare l'insorgenza di gravi errori di progettazione.

Diminuisce i tempi. Dal momento che il cliente è in grado di "camminare" all'interno, considerare gli ingombri, i dettagli e i materiali, può apprezzare in maniera intuitiva e realistica le intenzioni originali e nei peggiori dei casi modificarle. I margini di ripensamento, a partire da un'immagine realistica sono pressoché nulli e quindi sarà impiegato decisamente meno effort.



## CONTRO

Ad oggi questa tecnologia risulta essere molto dispendiosa anche se i prezzi si sono dimezzati dalla data di lancio. Mark Zuckerberg, l'investitore degli Oculus, ha tentato di diminuire il prezzo per poter far entrare nelle case, negli studi, nelle aziende, un maggior numero di dispositivi, ma l'utente risulta ancora restio verso questo futuro.

Per riuscire ad utilizzare al meglio questa tecnologia è necessario disporre di una macchina virtuale molto potente con annesse almeno quattro porte USB e un HDMI. I normale computer risultano ancora molto lontani da poterla accogliere.

Se il modello/progetto è abbastanza grande di dimensioni, la Virtual Reality fa fatica ad analizzare tutti i dati presenti all'interno e di conseguenza impiega tempi di analisi esageratamente lunghi e il frame immagine non è completamente fluido creando anche conseguenti problemi fisici come nausea e mal di testa.



# 8. MIXED REALITY

---



## **8.1.MR Nella Torre Regione Piemonte**

## **8.2. Metodologia di lavoro**

### **8.2.1. Fase 1**

### **8.2.2. Fase 2**

### **8.2.3. Fase 3**

### **8.2.4. Fase 4**

## **8.3. Epilogo**



## 8. MIXED REALITY (MR)

Quando si parla di realtà immersive, oltre alla realtà virtuale e aumentata, compare molto spesso la realtà mista; attualmente vi è molta confusione sia riguardo la definizione da attribuirgli, sia sulle applicazioni che ne derivano. Principalmente essa rappresenta qualunque tecnologia che unisce elementi reali con quelli virtuali.

Questa classificazione segue il noto “**Reality-Virtuality continuum**” teorizzato da Milgran e Kishino in cui vengono mostrate una serie di tecnologie che spaziano dalla pura realtà reale alla pura realtà virtuale.

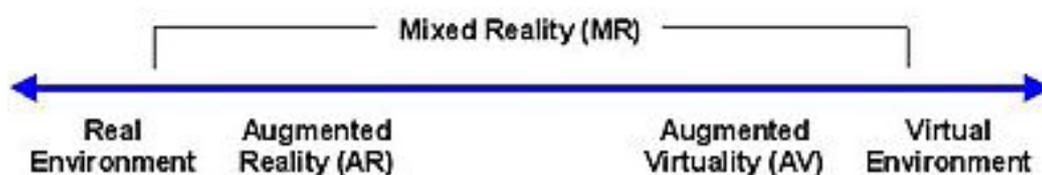


Figura 124: spettro Mixed Reality [Fonte: Wikipedia]

Secondo questo spettro, tutto ciò che è più virtuale della realtà reale e più reale della realtà virtuale si può definire **Mixed Reality**; in altri termini è sufficiente contaminare anche di poco la realtà reale o quella virtuale per ottenere una realtà mista (MR).

Essa si può anche definire come una realtà aumentata in cui vi sono interazioni tra elementi virtuali e circostanti; in pratica la realtà aumentata mostra degli oggetti o delle informazioni sopra il mondo re-



ale anche senza alcuna relazione tra essi. Riassumendo si tratterebbe di una realtà aumentata interattiva.



Figura 125: google immagini

Per poter utilizzare questa tecnologia c'è bisogno, a differenza degli Oculus che per funzionare necessitano di tutta l'attrezzatura completa, solamente un semplice occhiale creato da Microsoft. Grazie alle sue lenti semitrasparenti, l'utente è in grado di vedere sia la realtà che lo circonda, sia gli "ologrammi". Grazie ad esso ci si può muovere e camminare in completa autonomia e libertà in quanto sono autonomi e non necessitano di avere un collegamento con il pc; tecnologia che ha avuto molto successo nei cantieri, dove è possibile per esempio sovrapporre il modello dell'impianto HVAC con la reale costruzione dell'edificio.

HoloLens è dotato di una **CPU** di alto livello integrata per coordinare le operazioni, di un **processore grafico** per trasmettere le immagini e di un **coprocessore** per elaborare tutto ciò che concerne i movimenti dell'utente.

<sup>11</sup> consultabile al sito internet: <https://unity.com/>

<sup>12</sup> consultabile al sito internet: <https://visualstudio.microsoft.com/it/>

<sup>13</sup> consultabile al sito internet: <https://docs.microsoft.com/it-it/hololens/hololens1-hardware>

<sup>14</sup> Inteso come totalmente libero da vincoli quali sensori fissi, joystick e fili.

Per poter trasmettere l'immagine attraverso le lenti e nel frattempo vedere la realtà che ci circonda, Microsoft ha sviluppato una nuova tecnologia: la lente è formata da 3 strati di materiale in **pasta vitrea** di colore rosso, verde e blu e da **microsolchi** paralleli per la diffrazione del fascio luminoso. La luce attraversa questi microsolchi, i quali la spezzano e la ridistribuiscono su tutta la lente. Si aggiungono poi i sensori infrarossi che si integrano all'interno degli occhiali.

Interessante da parte degli HoloLens è l'adozione dell'IMU (Inertial Measurement Unit) che rappresenta l'unità di misura inerziale con sensori di movimento, giroscopio, magnetometro e accelerometro.



Figura 126: HoloLens [Fonte:google immagini]



## **8.1. MR NELLA TORRE REGIONE PIEMONTE**

Prima di andare ad analizzare il metodo e il processo di utilizzo della Realtà Mista (MR) occorre effettuare una piccola premessa. Mentre, per ciò che ha riguardato l'utilizzo e la sperimentazione della Realtà Aumentata (AR), si conoscevano quali erano i reali obiettivi e le finalità da voler ottenere, per quanto riguarda l'utilizzo della realtà mista, invece, non sono stati prefissati obiettivi o traguardi da raggiungere. Questo perché è un ramo ancora in via di sperimentazione e gli strumenti, così come gli effort, necessari alla realizzazione di questi scenari sono molto elevati e richiedono conoscenze specifiche del linguaggio di programmazione dei software e degli applicativi. Quindi, l'esercizio, è stato quello di sperimentarne l'utilizzo nel miglior modo possibile arrivando fin dove le competenze lo avrebbero permesso. Si tratta di un preambolo fondamentale per capire quali sono state le motivazioni che hanno spinto questa esplorazione e, di conseguenza, i risultati raggiunti.

## **8.2. METODOLOGIA DI LAVORO**

Per prima cosa occorre sottolineare che per ottenere uno scenario in realtà mista non è possibile applicare un'interoperabilità diretta tra il modello e i software grafici. Questo perché i dati e le informazioni vengono elaborate in maniera totalmente differente in quanto progettati per finalità diverse: un software di progettazione architettonica ha bisogno di parametrizzare tutta una serie di elementi che,



all'interno di un motore grafico, perdono totalmente la propria utilità. A tal proposito i software utilizzati per la realizzazione degli scenari, affiancati al software Revit 2018.3, sono i seguenti:

- Unity 2019.4.0f111
- Visual Studio 201912

Come hardware, per la visualizzazione dell'ambiente 3D, sono stati utilizzati gli HoloLens (1st Gen)<sup>13</sup> della Microsoft Corporation. L'hardware è il primo computer olografico completamente "untethered"<sup>14</sup> del mondo. Ridefinisce il personal computing attraverso esperienze olografiche nuove che, unite ad ottiche e sensori all'avanguardia, sono in grado di offrire visualizzazioni 3D miste, ossia, scenari ibridi attraverso l'unione del modello tridimensionale con il mondo reale.

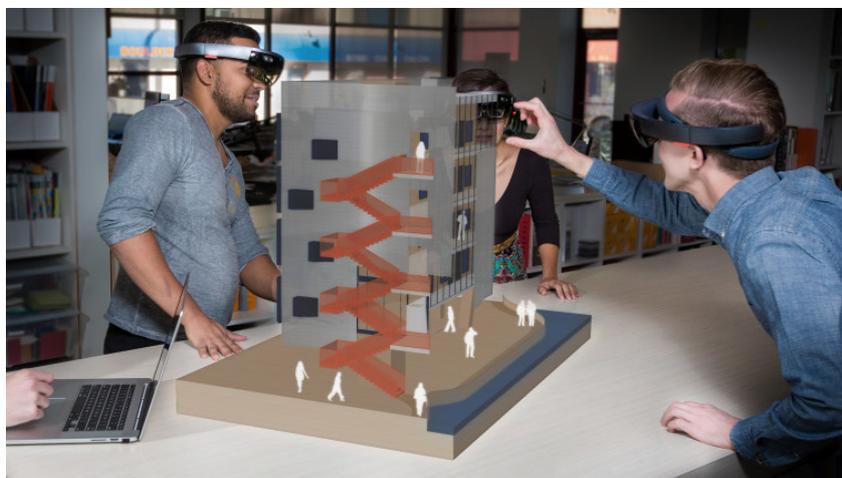


Figura 127:[fonte: <https://www.neowin.net/news/microsoft-explores-new-uses-for-holo-lens-and-mixed-reality-in-the-construction-industry/>]

Il processo di lavoro è composto da quattro fasi principali secondo lo schema seguente:



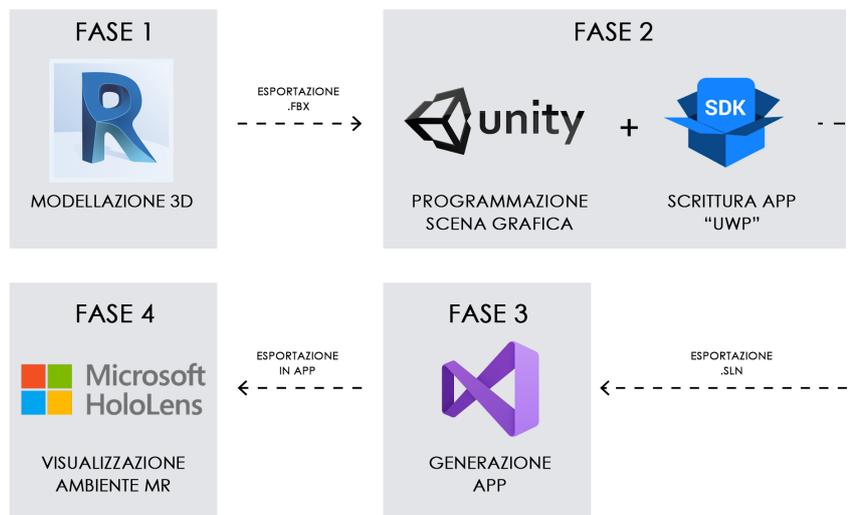


Figura 128: schema della metodologia applicata

## 8. 2. 1. F A S E 1

La prima fase consiste nella conversione del modello 3D in formato **FBX** per fornire interoperabilità tra le applicazioni di creazione di contenuti digitali. Il processo pratico è una semplice esportazione in FBX di una qualsiasi vista 3D del modello dal software Revit 2018.3, come mostrato di seguito.

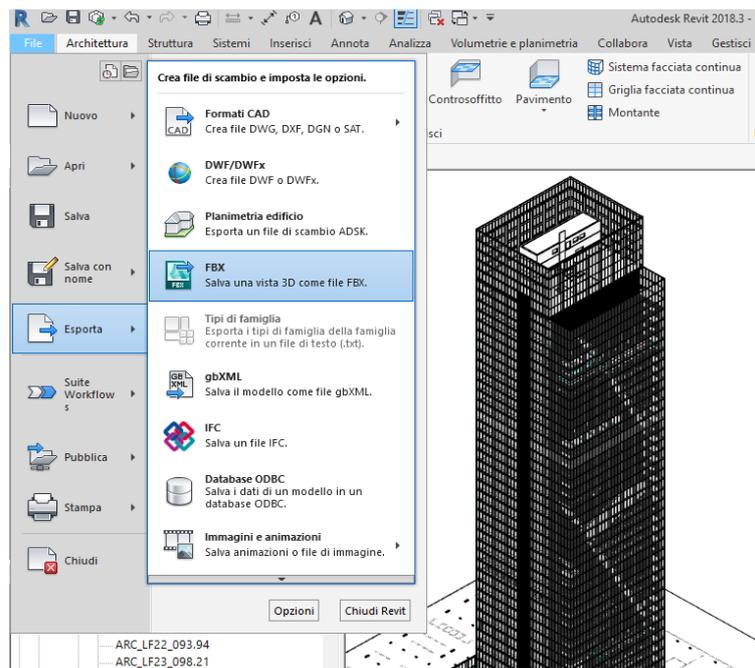


Figura 129: screen esportazione in file FBX

I file FBX presentano caratteristiche che li rendono di facile elaborazione nelle scene grafiche:

- Supporta modelli 3D, gerarchie di scene, illuminazione dei materiali, animazioni, forme e, inoltre, non altera in alcun modo i dati geometrici.
- Consente la memorizzazione dei dati di posizione e non altera i processi fisici di illuminamento in campo normale e ultravioletto.
- Veloce ed efficiente in quanto utilizza un formato binario che rende più veloce scrittura e lettura rispetto ad un formato basato su testo. È anche efficiente in termini di spazio perché le rappresentazioni binarie occupano meno spazio rispetto a quelle tradizionali.
- Agile in quanto il linguaggio di programmazione utilizza una lingua supportata dall'SDK il che consente uno sviluppo semplificato



delle applicazioni.

- Buona compatibilità in quanto l'SDK garantisce la lettura di tutte le versioni precedenti del formato di file FBX, garantendo, altresì, che le versioni più moderne degli strumenti possano leggere correttamente i file FBX prodotti da altri strumenti.

Pertanto, gli FBX, possono essere utilizzati per trasferire facilmente complessi dati di scene 3D per software come, ad esempio, Clara.io, 3DS Max, Maya, Unity 3D e Unreal Engine.

## 8. 2. 2. F A S E 2

Il secondo step è stato quello di creare la **scena grafica** su Unity 2019, andando, come prima cosa, ad importare il file FBX generato da Revit. Una volta importato il modello si è dovuto generare la scena vera e propria andando ad impostare una serie di settaggi all'ambiente di lavoro. Tale procedura prevede la selezione e modifica di impostazioni del motore grafico secondo procedure differenti a seconda dell'applicativo da generare e del tipo di interazione con il modello. Per settare le diverse impostazioni è stata seguita una linea guida on-line disponibile sul sito del produttore degli HoloLens, la Microsoft Corporation, dal nome "*Nozioni di base MR 100: Introduzione a Unity*".

Una volta eseguite tutte le procedure si è andati a creare la scrittura dell'app attraverso l'utilizzo di un SDK (Software Development Kit), esterno al motore grafico, e associato tramite il settaggio delle impostazioni citate in precedenza. Il file esportato, in formato SLN, sarà poi elaborato attraverso il software Visual Studio 2019



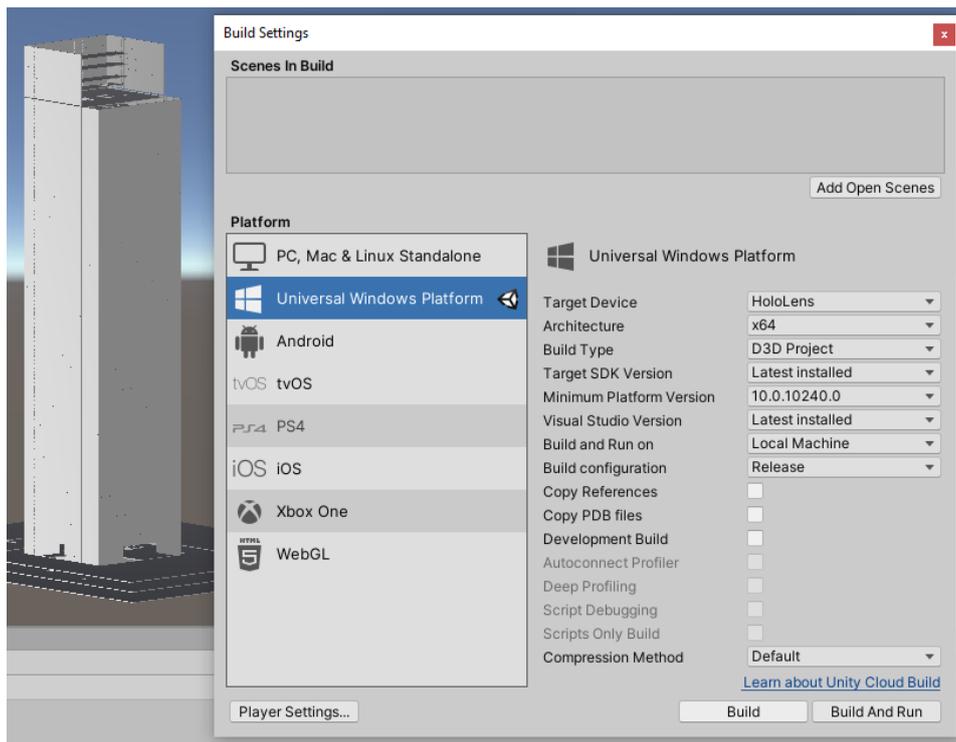


Figura 130: creazione dell'applicativo tramite Unity

### 8. 2. 3. F A S E 3

Una volta esportata la scrittura dell'app, quest'ultima, è stata aperta attraverso il software **Visual Studio 2019** per poter creare l'applicativo sugli HoloLens. E' stato necessario impostare, sempre attraverso le indicazioni della linea guida "Nozioni di base MR 100: Introduzione a Unity", alcuni settaggi dell'ambiente di sviluppo integrato mostrati di seguito.

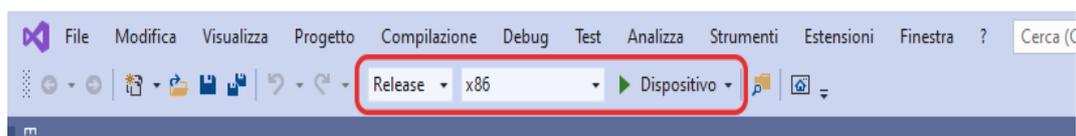


Figura 131: screen impostazioni Visual Studio

Una volta applicati questi parametri, collegando gli HoloLens al computer, è stato possibile produrre l'app mediante il comando "avvia senza eseguire il debug" ovvero andando a creare l'applicativo senza l'eliminazione di errori che, di fatto, andrebbero a limitare la creazione e la visualizzazione finale della Realtà Mista sugli HoloLens.

## 8. 2. 4. F A S E 4

L'ultima fase è quella di visualizzazione, attraverso gli HoloLens, dello scenario creato. La prima visualizzazione, una volta aperta l'applicazione è una schermata di avviamento in cui vi è la scritta "made with Unity", creato con Unity che, di fatto è il software generatore dell'ambiente grafico.



Figura 132: schermata di avvio applicazione sugli HoloLens

Sono stati analizzati 4 variabili di applicazione, interno/esterno, giorno/notte, per analizzare come, la luce, influisca sulle condizioni di visualizzazione del modello. Ovviamente, la visualizzazione reale, con gli HoloLens indossati e l'ambiente reale attorno, non può essere replicata attraverso dei semplici screenshot ma, per rendere un'idea della sperimentazione effettuata, risulta essere l'unica rappresen-



tazione in grado di riprodurla nel miglior modo, e il più fedelmente possibile. A tal proposito, di seguito, vengono illustrate le 4 casistiche di applicazione con una foto dello scenario visualizzato e una foto della visualizzazione attraverso gli HoloLens.

### Scenario 1 - Giorno, interno

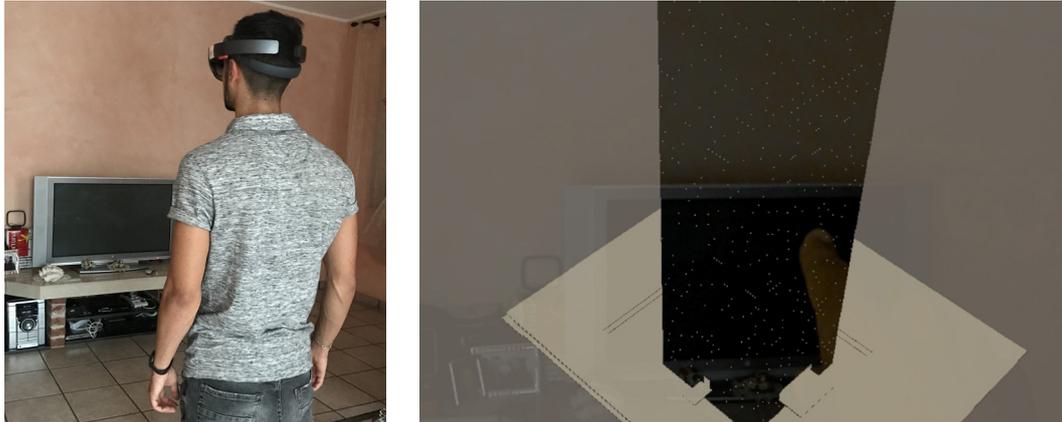


Figura 133: visualizzazione HoloLens

La visualizzazione dell'ologramma risulta normale in quanto non vi è presenza di luminosità eccessiva e, l'interazione tra modello e ambiente circostante non sono in conflitto. Sfondo e ologramma sono in armonia e collaborano perfettamente.

### Scenario 2 - Notte, interno

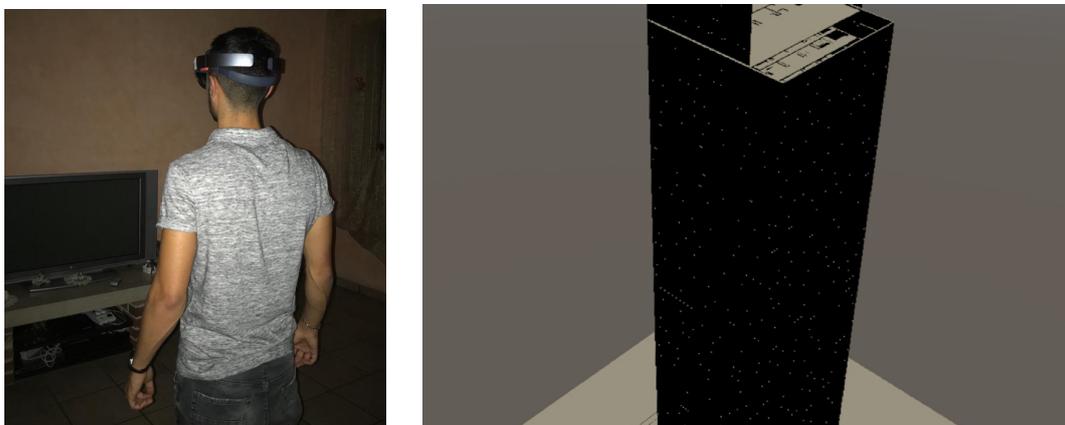


Figura 134: visualizzazione HoloLens



La visualizzazione, all'interno, di notte con illuminazione artificiale accesa non presenta particolari interferenze luminose. Sfondo e ologramma sono chiaramente visibili.



Figura 135: visualizzazione HoloLens

In questo caso, di notte in interno con l'illuminazione artificiale spenta, gli HoloLens non riconoscono alcun piano di proiezione dell'ologramma e, per tanto, non vi è proiezione corretta del modello. Una volta riaccesa l'illuminazione, il computer riconosce il piano di proiezione e torna alla visualizzazione precedentemente descritta.

### Scenario 3 - Giorno, esterno

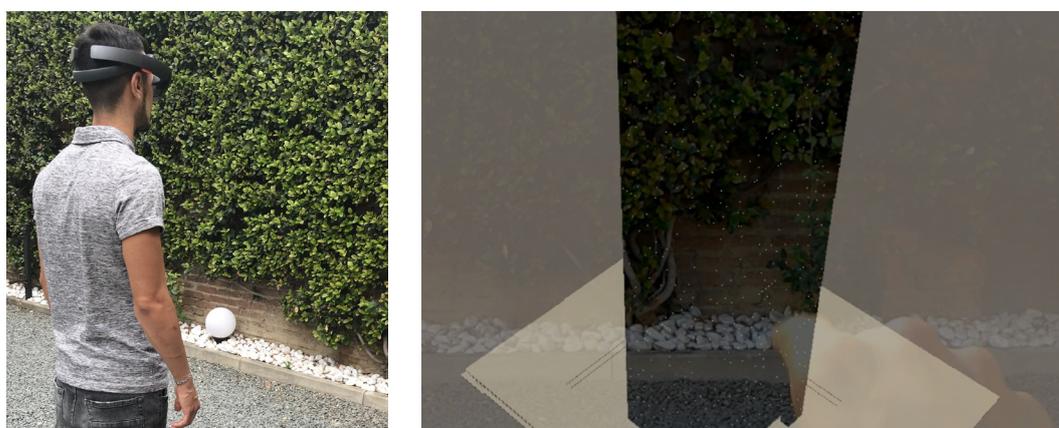
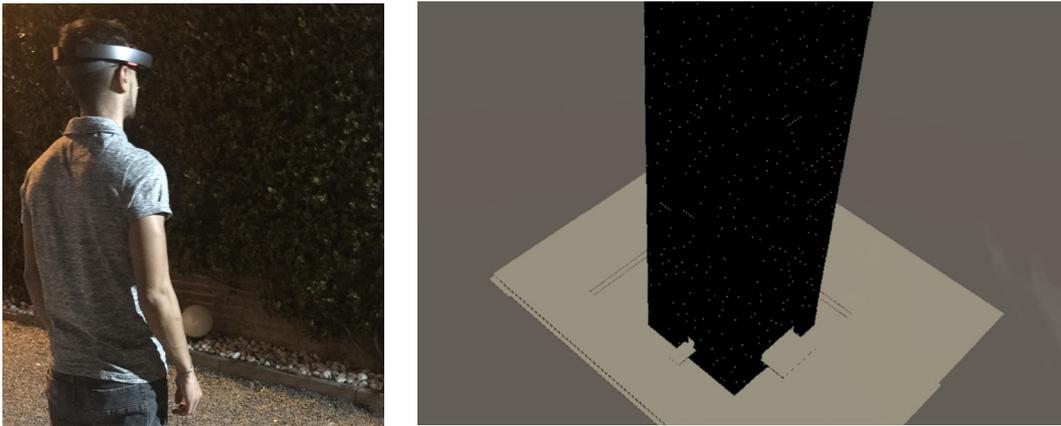


Figura 136: visualizzazione HoloLens



La visualizzazione è disturbata dalla forte luminosità e l'ologramma è poco visibile. Fasci solari di luce diretti sulle lenti rendono totalmente non visualizzabile il modello. In questo caso lo sfondo risulta più visibile dell'ologramma.

#### **Scenario 4 - Notte, esterno**



*Figura 137: visualizzazione HoloLens*

La visualizzazione non è disturbata dalla luce e l'ologramma risulta chiaramente visibile. Non vi sono interferenze particolari e, contrariamente al caso precedente l'ologramma è più visibile dello sfondo.



## 8.3. EPILOGO

Lo scopo della sperimentazione è stato quello di capire come un modello tridimensionale possa rapportarsi in uno scenario di realtà mista. Non vi era un obiettivo prefissato in termini di utilizzo del modello, ma di pura sperimentazione della tecnologia. Il risultato ottenuto è stato quello di sola visualizzazione tridimensionale olografica del modello in campo misto. Per poter rendere l'applicazione interattiva con l'oggetto tridimensionale non è sufficiente la conoscenza del linguaggio base di scrittura dei programmi. Infatti, l'effort richiesto dai motori grafici è molto elevato e richiede conoscenze di programmazione professionali, il che restringe l'utilità del software solamente ai professionisti del settore. Infine, è stato riscontrato che l'utilizzo di questa tecnologia applicata all'architettura è ancora oggi in fase di sperimentazione e richiede attrezzature molto costose, difficilmente avvicinabili.



# 9. RISULTATI OTTENUTI





## 9. RISULTATI OTTENUTI

La metodologia utilizzata in questa tesi ha permesso di sondare un nuovo panorama che ha affascinato l'essere umano ma che sembrava molto distante dal quotidiano. Andando a toccare con mano questo nuovo mondo ci si è resi conto che, parlando degli Oculus Rift, la semplicità di applicazione è sconcertante. Essa può essere applicata sì al campo architettonico, ma anche a qualsiasi altro come il gaming, le video-chat, la psicologia, la cucina e tanti altri... Purtroppo forse per il prezzo, forse per la scomodità del dispositivo, forse anche a causa della necessità di pc performanti, essa fa molta fatica a farsi spazio nelle nostre case.

Discorso differente per quanto riguarda gli HoloLens, i quali sono completamente opposti ai visori Oculus; essi sono decisamente più comodi, meglio applicabili alla realtà in quanto permettono di non estranearsi completamente, ma risultano molto difficile adoperarli nel miglior modo possibile in quanto richiedono capacità di programmazione non indifferenti. Se in futuro diventerà più semplice il loro utilizzo, allora sicuramente acquisiranno il monopolio del mercato dei visori.

Le prime fasi della tesi hanno consentito di migliorare il modello consegnato dal precedente team, ancora in fase di completamento, spaziando dalla modellazione architettonica, a quella strutturale, fino ad arrivare a sfiorare quella impiantistica.

Sulla base di questo modello si sono ricavati due diversi output a seconda dell'obiettivo prefissato; da un parte un output improntato verso il committente e l'altro con l'occhio rivolto al BIM coordinator. In base agli usi che se ne vuole fare, ci si può rivolgere a numerose



differenti figure i quali hanno obiettivi diversi.

Queste applicazioni consentono di effettuare un tour Virtuale all'interno del caso studio e vedere le rappresentazioni in Realtà Virtuale. A seconda dei filtri applicati a revit è possibile avere visualizzazioni diverse e quindi si può affermare che l'uso che se ne vuole fare dipende dal filtraggio della vista. Se il modello è rivolto al BIM coordinator si andranno a nascondere di conseguenza i controsoffitti, l'arredo, e tutte quelle componenti che distolgono l'attenzione dalla finalità ultima, facendo sì che si vedano i percorsi delle tubazioni; se invece la figura in questione è il cliente, si darà spazio a quello che è l'arredo, i materiali e le finiture.



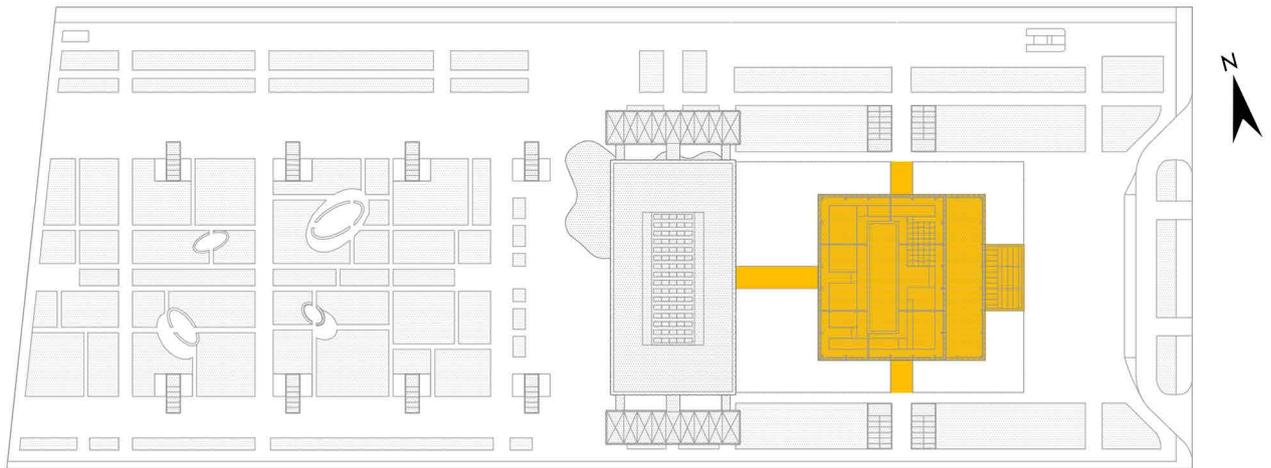
# 11. ELABORATI TECNICI

---

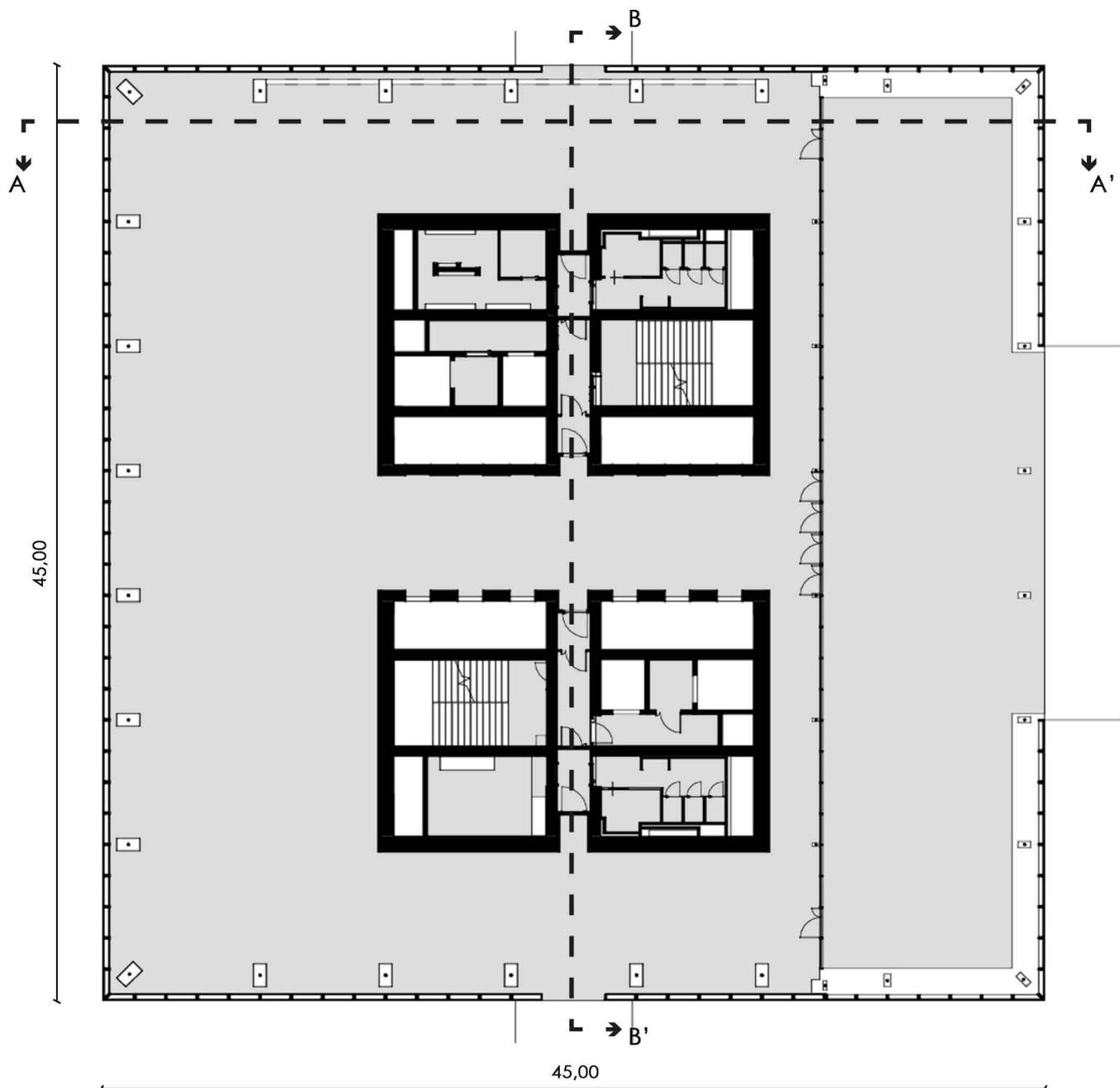


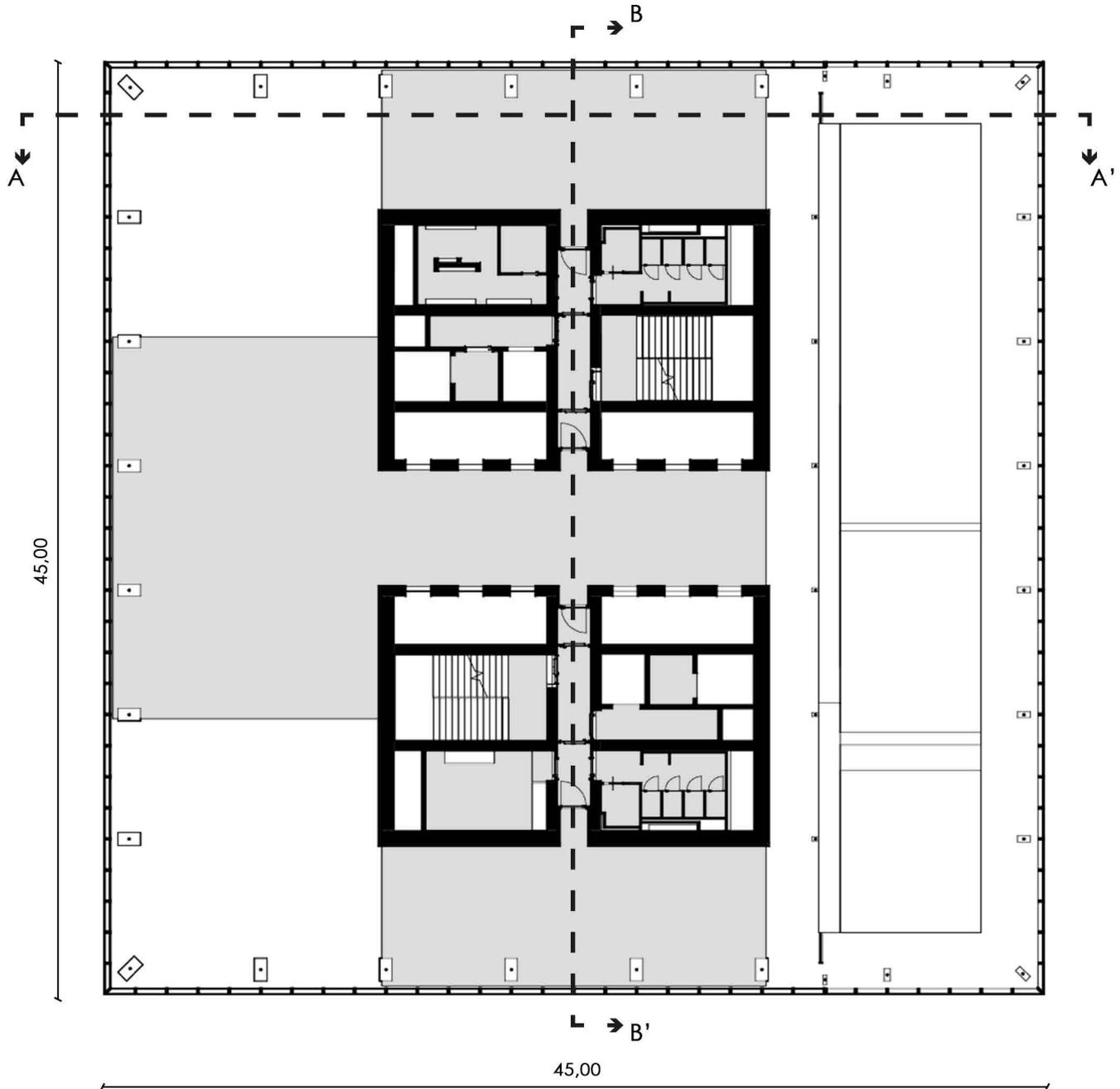


K-Plan - fuori scala



Pianta Piano Terra - Scala 1:300



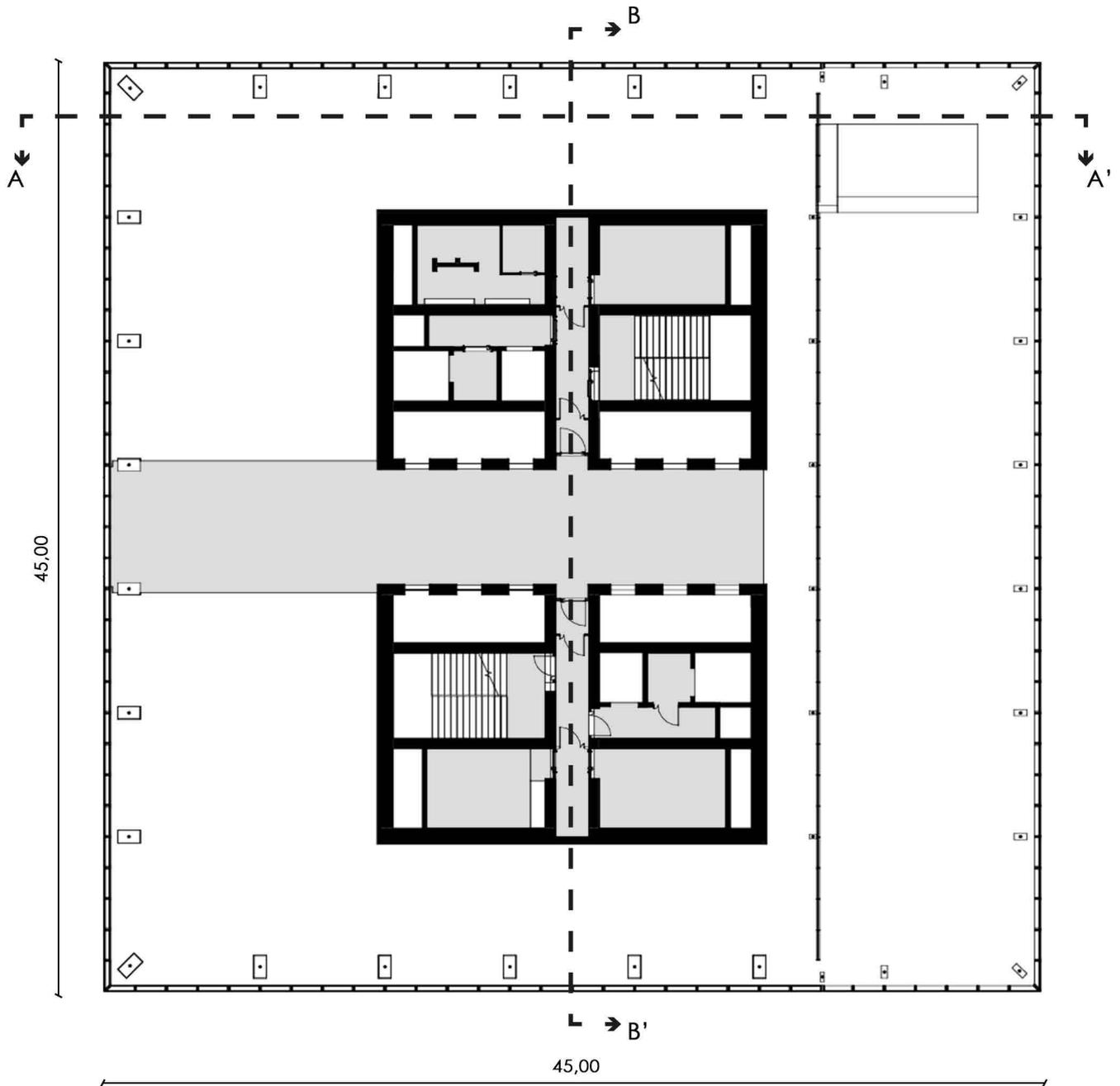


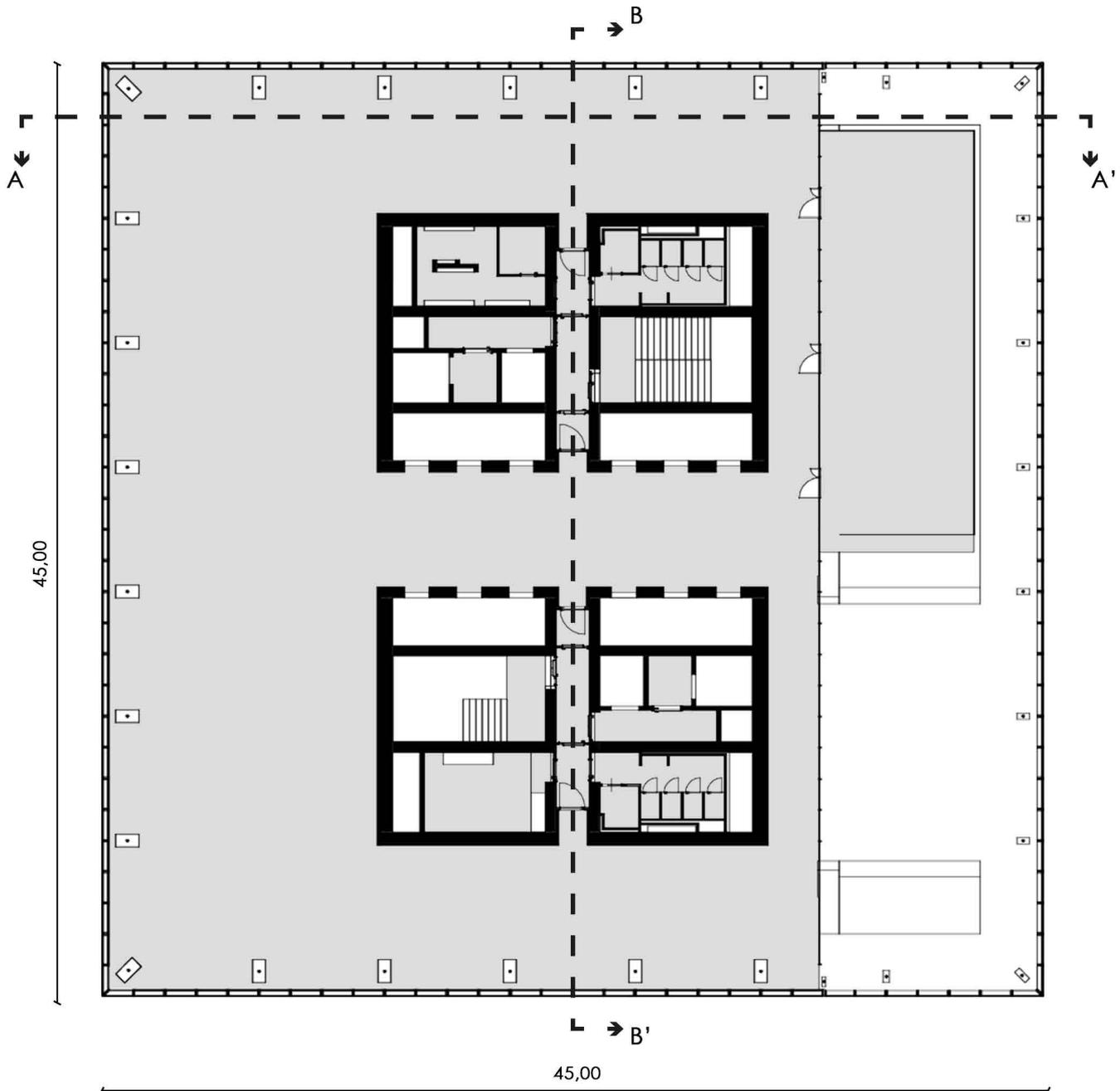
## ELABORATO 1

POLITECNICO DI TORINO - Dipartimento di Architettura e Design  
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN ARCHITETTURA COSTRUZIONE CITTA'  
Tesi di Laurea Magistrale :  
Modellazione BIM associata alla Realtà Virtuale VR e Realtà Mista MR.  
Caso studio : Torre Regione Piemonte.

Candidati: CASALINUOVO Enrico  
DAVINO Fabrizio







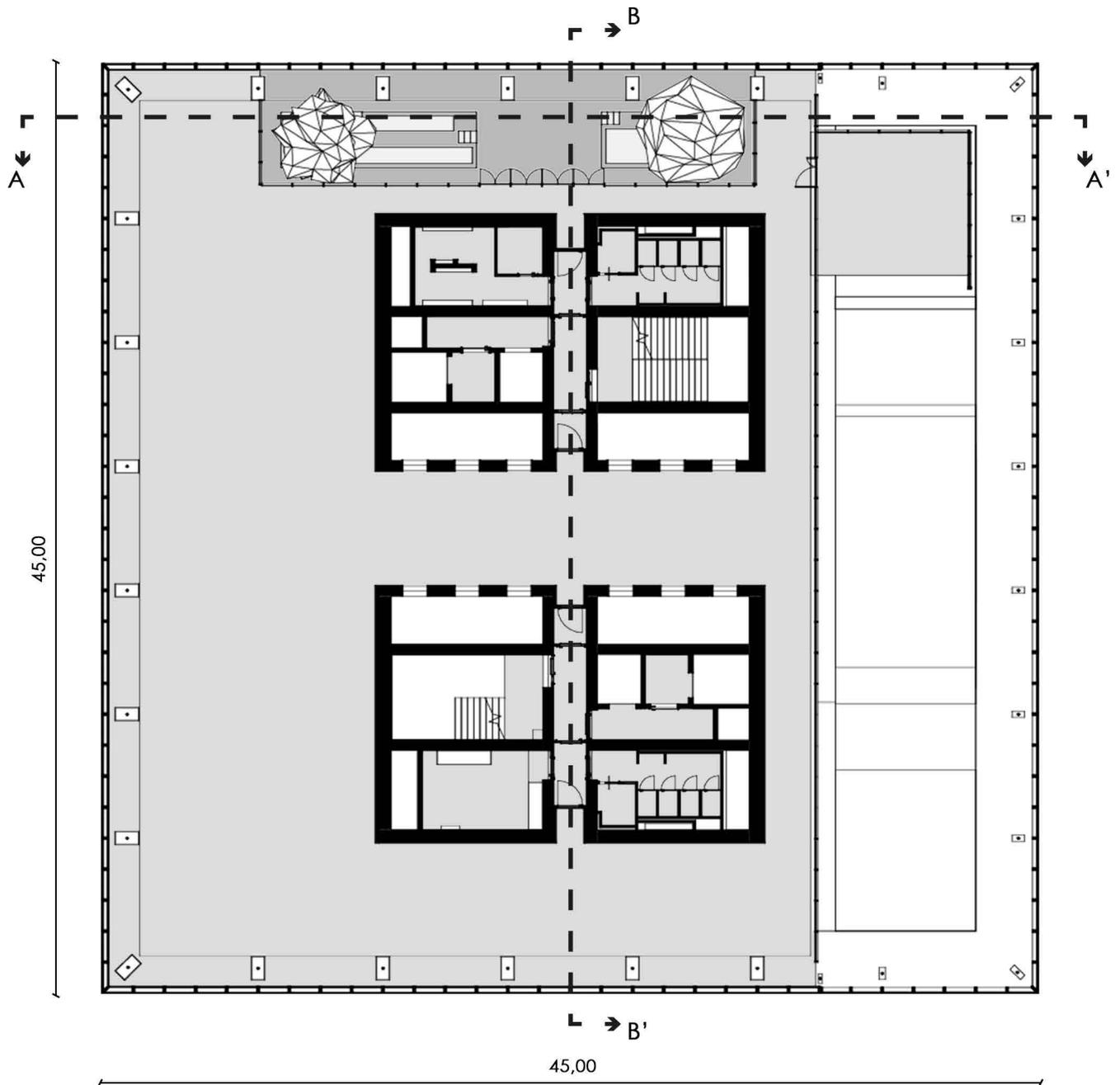
## ELABORATO 2

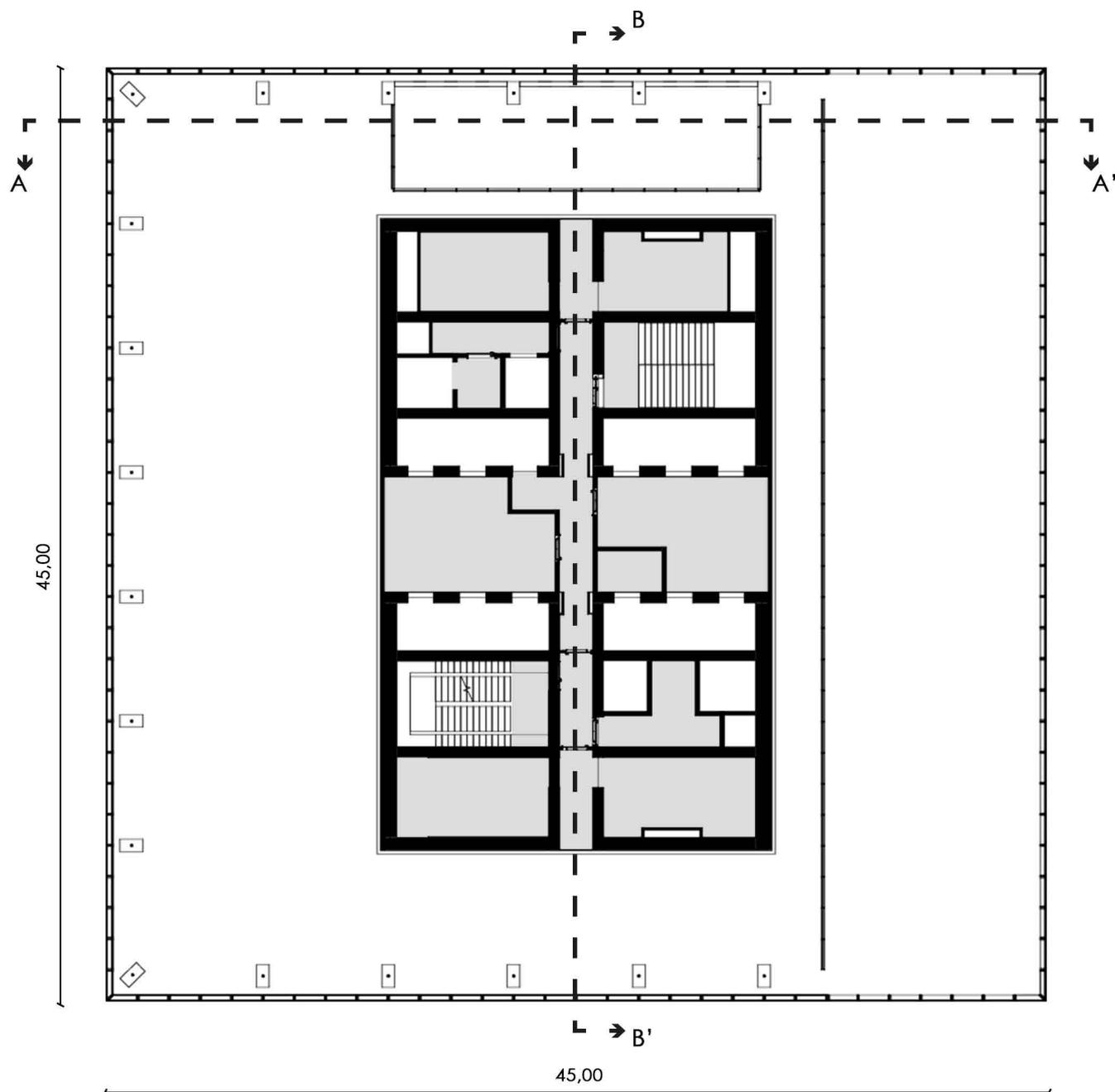
POLITECNICO DI TORINO - Dipartimento di Architettura e Design  
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN ARCHITETTURA COSTRUZIONE CITTA'  
Tesi di Laurea Magistrale :  
Modellazione BIM associata alla Realtà Virtuale VR e Realtà Mista MR.  
Caso studio : Torre Regione Piemonte.

Candidati: CASALINUOVO Enrico  
DAVINO Fabrizio



Pianta Piano Tipo con giardino d'inverno - Scala 1:300





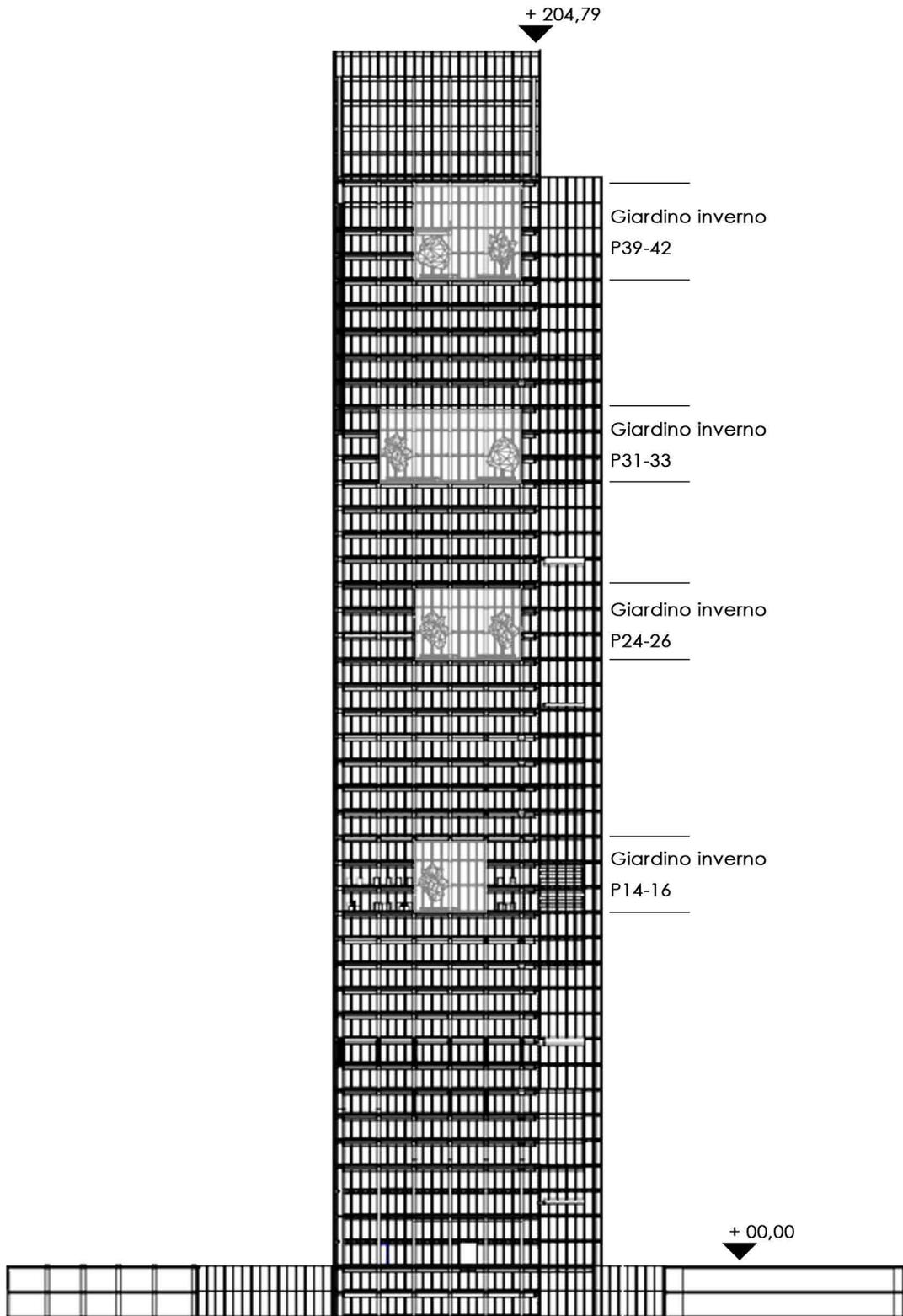
### ELABORATO 3

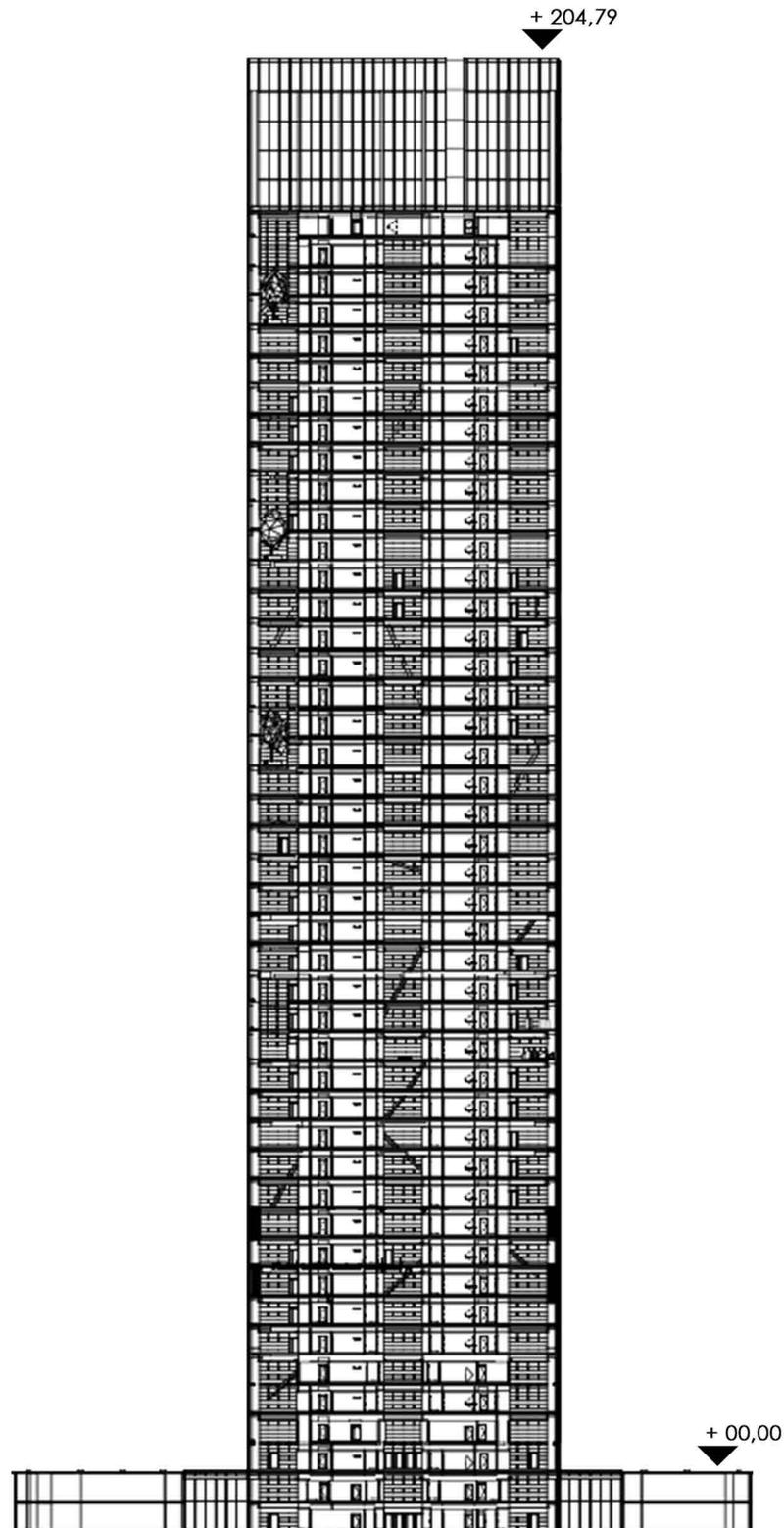
POLITECNICO DI TORINO - Dipartimento di Architettura e Design  
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN ARCHITETTURA COSTRUZIONE CITTA'  
Tesi di Laurea Magistrale :  
Modellazione BIM associata alla Realtà Virtuale VR e Realtà Mista MR.  
Caso studio : Torre Regione Piemonte.

Candidati: CASALINUOVO Enrico  
DAVINO Fabrizio



Sezione A-A' - Scala 1:1000





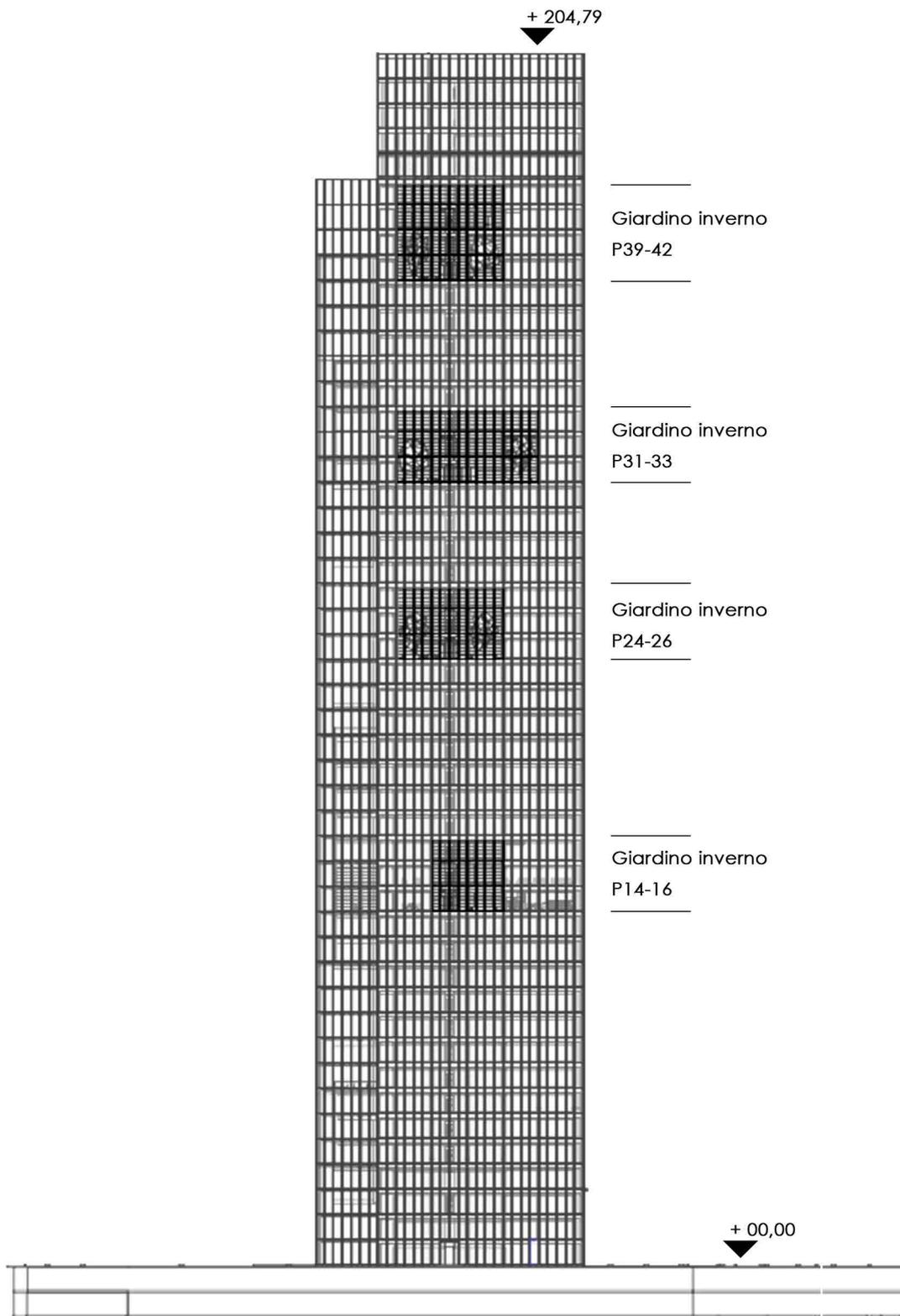
ELABORATO 4

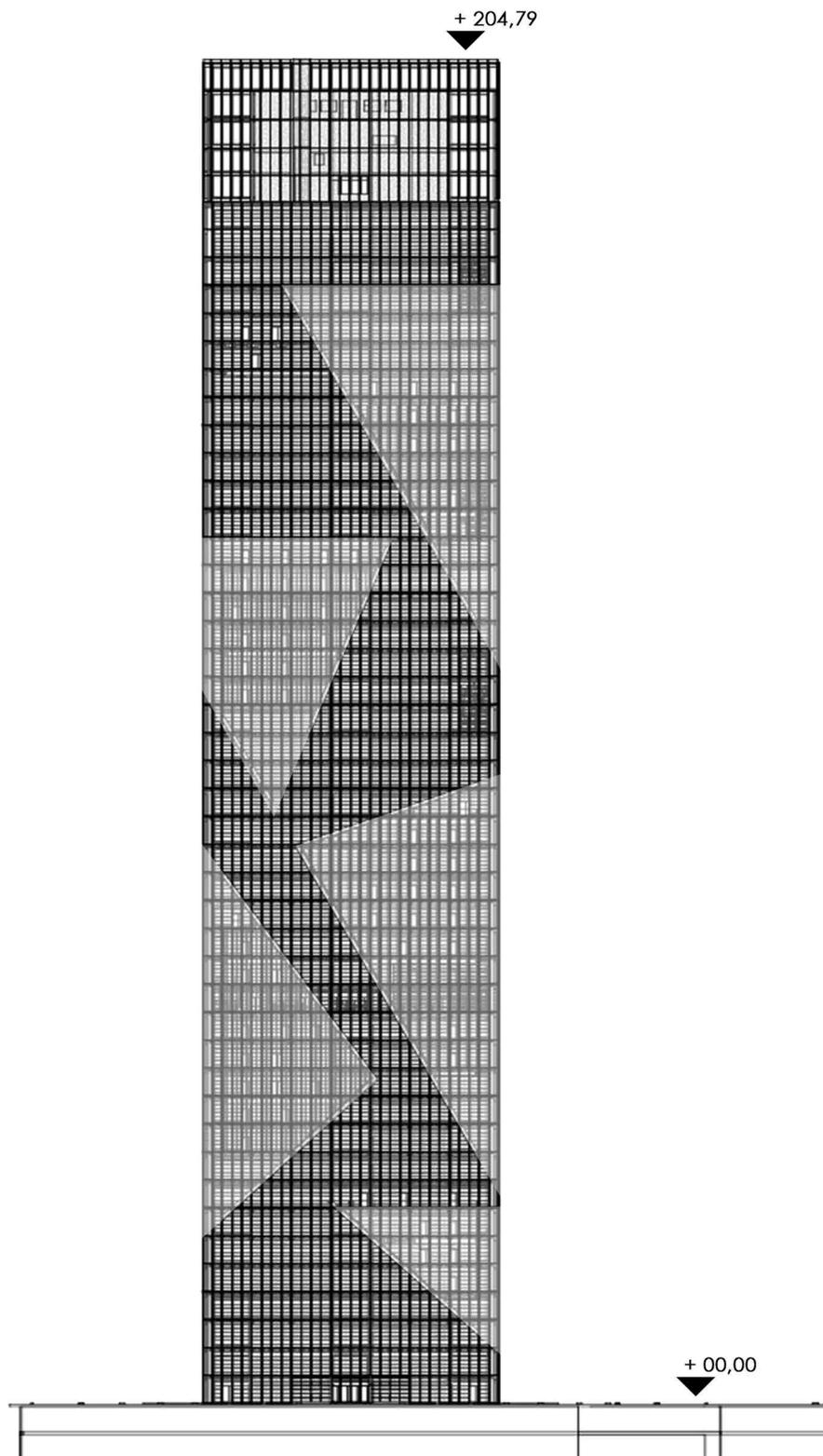
POLITECNICO DI TORINO - Dipartimento di Architettura e Design  
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN ARCHITETTURA COSTRUZIONE CITTA'  
Tesi di Laurea Magistrale :  
Modellazione BIM associata alla Realtà Virtuale VR e Realtà Mista MR.  
Caso studio : Torre Regione Piemonte.

Candidati: CASALINUOVO Enrico  
DAVINO Fabrizio



Giardini d'inverno





ELABORATO 5

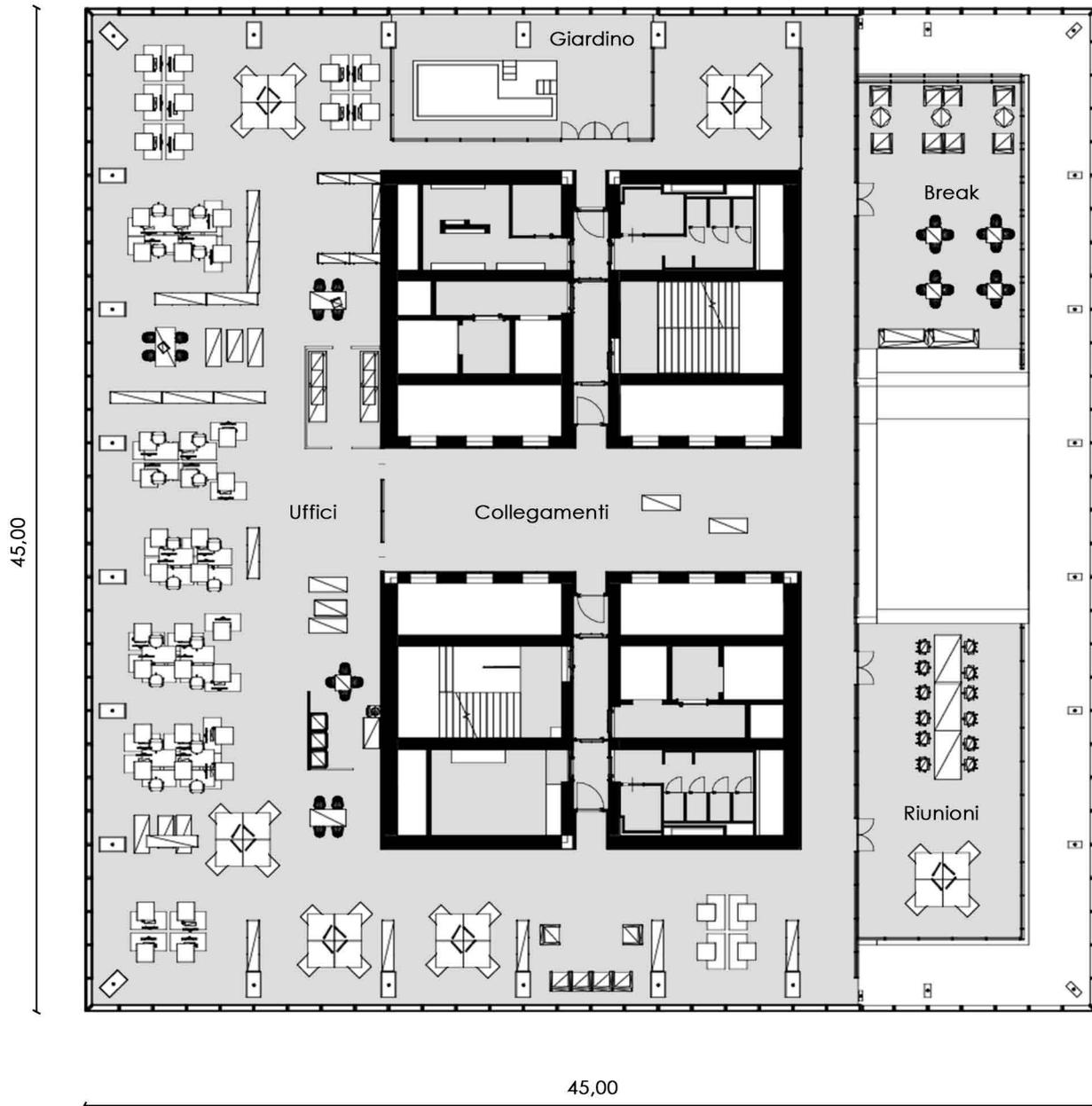
POLITECNICO DI TORINO - Dipartimento di Architettura e Design  
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN ARCHITETTURA COSTRUZIONE CITTA'  
Tesi di Laurea Magistrale :  
Modellazione BIM associata alla Realtà Virtuale VR e Realtà Mista MR.  
Caso studio : Torre Regione Piemonte.

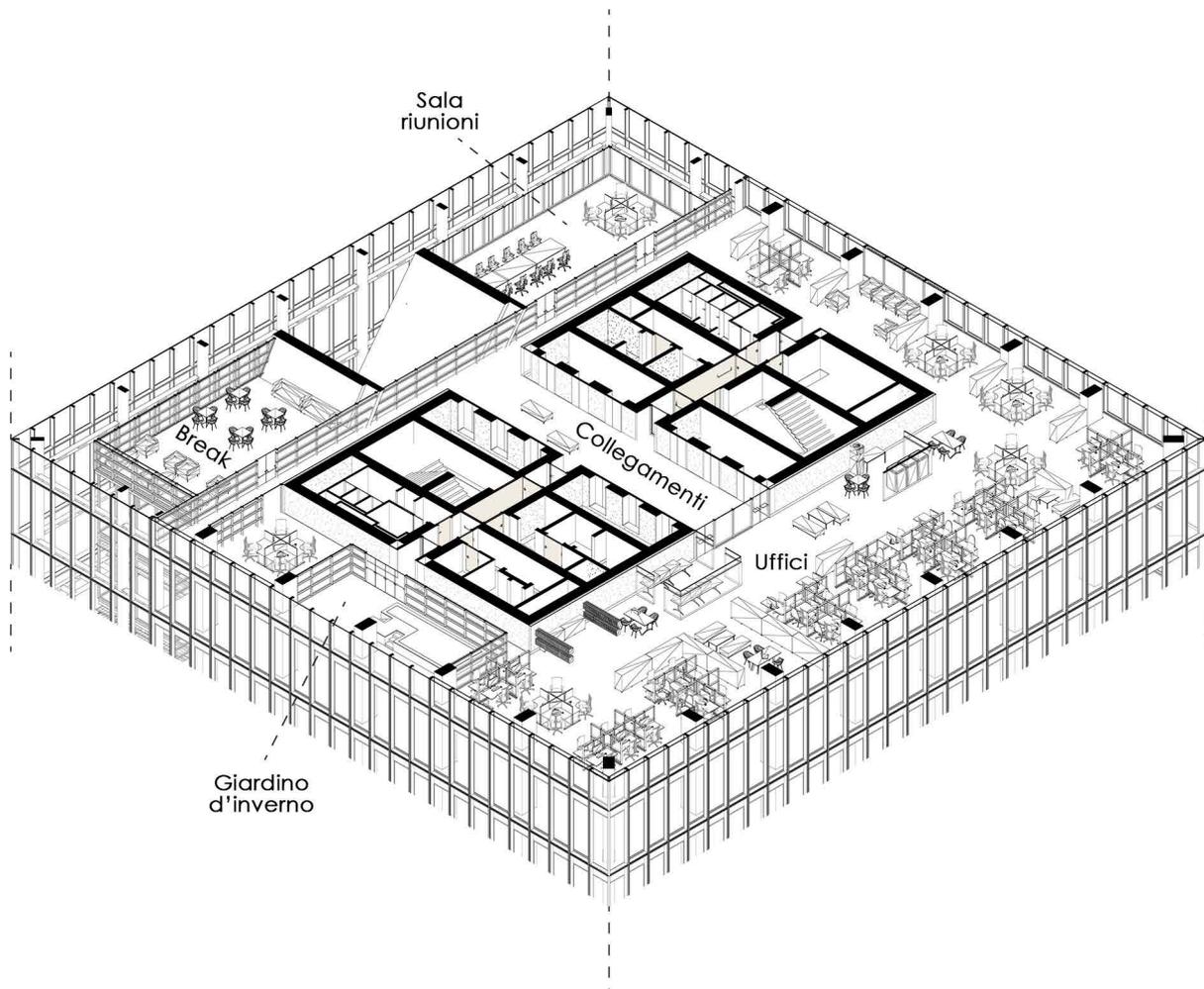
Candidati: CASALINUOVO Enrico  
DAVINO Fabrizio



Pianta piano 14 - Scala 1:300

Arredo





ELABORATO 6

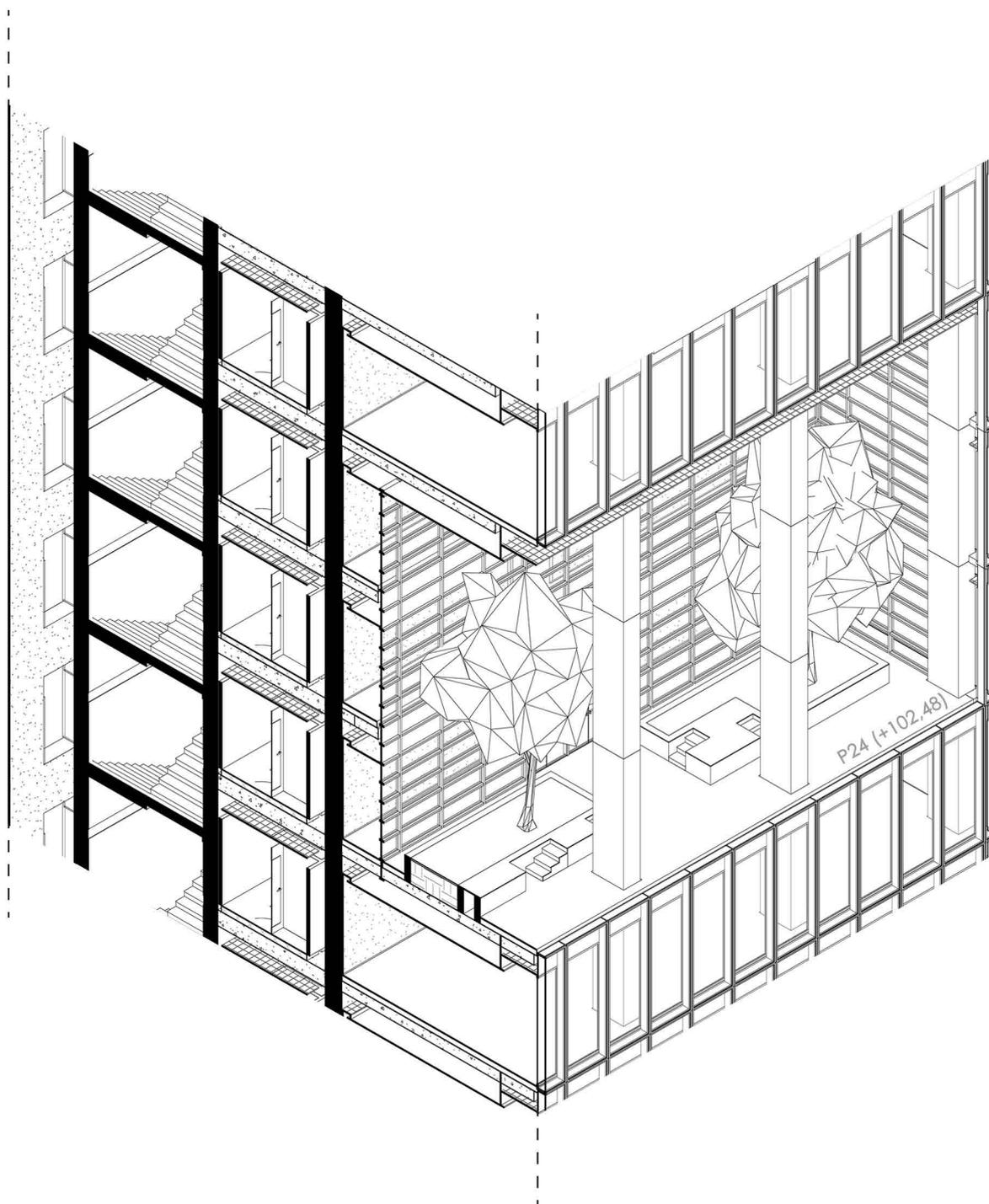
POLITECNICO DI TORINO - Dipartimento di Architettura e Design  
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN ARCHITETTURA COSTRUZIONE CITTA'  
Tesi di Laurea Magistrale :  
Modellazione BIM associata alla Realtà Virtuale VR e Realtà Mista MR.  
Caso studio : Torre Regione Piemonte.

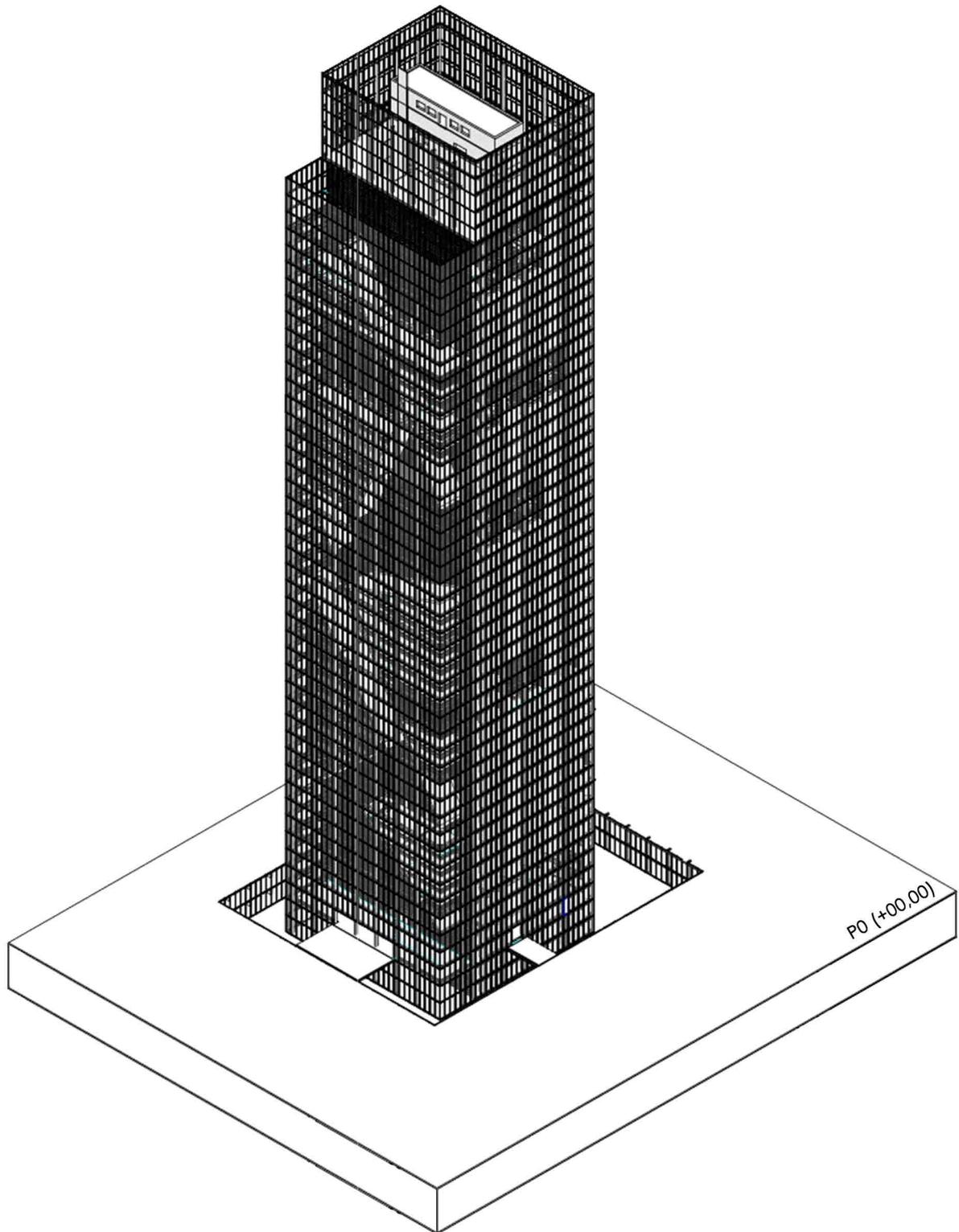
Candidati: CASALINUOVO Enrico  
DAVINO Fabrizio



Spaccato assonometrico - Fuori scala

Giardino d'inverno





---

ELABORATO 7

POLITECNICO DI TORINO - Dipartimento di Architettura e Design  
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN ARCHITETTURA COSTRUZIONE CITTA'  
Tesi di Laurea Magistrale :  
Modellazione BIM associata alla Realtà Virtuale VR e Realtà Mista MR.  
Caso studio : Torre Regione Piemonte.

Candidati: CASALINUOVO Enrico  
DAVINO Fabrizio



# 11. RIFERIMENTI

---





## SITOGRAFIA

- [1] <https://www.assobim.it/e-online-il-bim-report-2019/>
- [2] <https://www.assobim.it/e-online-il-bim-report-2019/>
- [3] <https://www.assobim.it/e-online-il-bim-report-2019/>
- [4] <https://www.assobim.it/e-online-il-bim-report-2019/>
- [5] <https://www.01building.it/bim/collaborazione-multidisciplinare-piattaforma-aperta/>
- [6] UNI8290 classi di unità tecnologiche
- [7] UNI8290 classi di unità tecnologiche
- [8] Codice masterformat file:///C:/Users/Fabrizio/Downloads/2017\_07\_POLLARA%20(1).pdf
- [9] <https://www.graitec.it/blog/entry/4-consigli-per-iniziare-ad-utilizzare-la-realta-virtuale-in-architettura>
- [10] <https://www.graitec.it/blog/entry/4-consigli-per-iniziare-ad-utilizzare-la-realta-virtuale-in-architettura>
- [11] consultabile al sito internet: <https://unity.com/>
- [12] consultabile al sito internet: <https://visualstudio.microsoft.com/it/>
- [13] consultabile al sito internet: <https://docs.microsoft.com/it-it/hololens/hololens1-hardware>
- [14] Inteso come totalmente libero da vincoli quali sensori fissi, joystick e fili.

## LIBRI E CONSULTATI

- Carboni M., *Unity. Guida pratica per creare videogiochi, app, realtà aumentata e virtuale*, HOEPLI - Informatica, 2018
- Del Pozzo C., Negri F., Novaga A. *La realtà virtuale. Dispositivi, estetiche, immagini*, Mimesis / Filosofie, 2018
- Di Giuda G., *Il BIM per la gestione dei patrimoni immobiliari*, HOEPLI, 2017
- Dubodelov S, *Metodologia della Realtà Aumentata: Oggi, i dispositivi con supporto per VR (realtà virtuale) e AR (realtà aumentata) stanno diventando sempre più popolari nel campo dell'istruzione*, Scienza Script, 2020
- La Trofa F., *#VR DEVELOPER. Il creatore di mondi in realtà virtuale ed aumentata*, FrancoAngeli, 2018
- Osello A. *Il futuro del disegno con il BIM per ingegneri e architetti*,



Flaccovio, 2012

- Rizzarda, Chiara C., *La sfida del BIM. UN percorso di adozione per progettisti e imprese*, Tecniche nuove, 2017

## ARTICOLI

- De Robertis R, *La realtà virtuale per la revisione progettuale di uno studentato a firenze*, BIM portale, 2020
- Carema V, *VRUMUS, a bologna apre il centro di riferimento per la realtà virtuale*, BIM portale, 2019
- Negri R., *Il BIM fra Reale e Virtuale*, BIM portale, 2018
- Galli G., *Realtà aumentata in edilizia: il futuro è in un casco*, BIM portale, 2017

## TESI

- Brruku F, Cigliutti C., *HBIM, Realtà virtuale e aumentata a supporto della condivisione del modello BM Social del Santuario del Trompone = HBIM, Virtual Reality and Augment Reality supporting the sharing of the BIM Social model of the Sanctuary of the Trompone*, Rel Osello A., Lovreglio R., Del Giudice M., Politecnico di Torino, Corso di Laurea magistrale in architettura Costruzione e Città, 2019
- Le Cause Giuseppe, *La modellazione di dettaglio con il BIM. Il caso studio della Torre Regione Piemonte = Detailed modelling with BIM Case study: Torre Regione Piemonte*, Rel. Caldera C., Osello A., Del Giudice M., Politecnico di Torino, Corso di Laurea magistrale in Ingegneria Edile, 2019
- Luuria S., Tarantino T., *BIM, realtà virtuale e aumentata per la gestione della manutenzione; il caso studio : il Castello di Parella*, Rel Osello A, Lucibello G., Politecnico di Torino, Corso di laurea magistrale in Architettura Per il Progetto Sostenibile, 2017





Enrico

Giunto al termine di questo intenso percorso accademico ringrazio vivamente la professoressa Anna Osello per avermi permesso di intraprendere questa avventura. Un sentito grazie anche a Matteo Del Giudice per la sua guida ineccepibile. Ringrazio i miei genitori e mio fratello per essermi stati sempre vicini nelle gioie e nei dispiaceri affrontati in questo viaggio, assecondando le mie scelte, condividendo le mie ansie e combattendo le difficoltà assieme a me. Un percorso tortuoso, difficile, pieno di sorprese, ma che rifarei altre mille volte al mondo. Ringrazio te, che sei stata mia amica prima che la mia fidanzata, te che mi hai regalato tranquillità in momenti difficili, che hai gioito e sofferto con me, che mi sei sempre stata vicino. Infine ringrazio il mio collega, nonché grande amico, Fabrizio per aver intrapreso questo cammino assieme a me, instaurando un feeling lavorativo impeccabile.

Fabrizio

*Arrivato alla fine di lungo e tortuoso percorso ringrazio la professoressa Anna Osello per avermi dato l'opportunità di vivere questa esperienza. Matteo del Giudice per avermi accompagnato in questo percorso e avermi dato l'occasione di incrementare il mio bagaglio personale. Non posso non ringraziare la mia famiglia che è stata sempre al mio fianco e ha continuato a credere in me lungo tutti questi anni, aiutandomi a raggiungere il mio obiettivo. Per ultimo, ma non per importanza, ringrazio il mio compagno, nonché mio amico, Enrico, il quale ha intrapreso con me sia il percorso universitario che di tesi di laurea, dividendo con me difficoltà ma anche momenti felici.*





*...Se non ci fosse  
l'architettura non  
esisterebbero i  
ricordi...*

