

**POLITECNICO DI MILANO**

Scuola di Architettura Urbanistica Ingegneria delle Costruzioni

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria dei Sistemi Edilizi



**LA SICUREZZA ANTINCENDIO DEGLI  
EDIFICI DELL'800 NOVARESE DI  
ALESSANDRO ANTONELLI**

**RIFUNZIONALIZZAZIONE DI CASA BOSSI A NOVARA**

Relatore: Prof. Ing. Paolo Pietro SETTI

Tesi di laurea di:

Gabriele BIGNOLI, Matr. 853747

Carmen FALLITI, Matr. 820473

Anno Accademico 2017/2018





## Ringraziamenti

Ringraziamo tutti coloro che hanno reso possibile la redazione di questa tesi.

Prima di tutto il professor Setti che ci ha guidato nella stesura e nella scelta dei contenuti.

L'architetto Bordino e il "*Comitato d'Amore*" che con la loro passione verso Casa Bossi ci hanno saputo trasmettere l'interesse verso questo bene che fa parte della storia di Novara. Li ringraziamo anche per averci fornito alcuni suggerimenti fondamentali e materiale prezioso per il nostro lavoro, oltre per averci permesso di effettuare un sopralluogo dell'edificio per meglio capire e conoscere le problematiche che lo affliggono.

Ringraziamo il Comune di Novara, in particolare il settore archivio, che ci ha dato la possibilità di visionare i progetti di consolidamento eseguiti nel corso degli anni e i volontari della sezione novarese della biblioteca civica "Carlo Negroni" di Novara per averci aiutato a reperire il materiale per l'indagine storica.

In ultimo, ma non di secondaria importanza, ringraziamo le nostre famiglie per averci sostenuto durante questo lungo percorso, gli amici e i compagni di corso che ci hanno spronato nei momenti più difficili, dandoci la forza e la voglia per continuare e non mollare mai.



POLITECNICO DI MILANO

Scuola di Architettura Urbanistica Ingegneria delle Costruzioni



## Indice dei contenuti

<b>RINGRAZIAMENTI</b> .....	<b>I</b>
<b>INDICE DEI CONTENUTI</b> .....	<b>III</b>
<b>INDICE DELLE FIGURE</b> .....	<b>VII</b>
<b>INDICE DELLE TABELLE</b> .....	<b>XI</b>
<b>INDICE DEI GRAFICI</b> .....	<b>XIII</b>
<b>INDICE DELLE TAVOLE</b> .....	<b>XV</b>
<b>ABSTRACT – VERSIONE ITALIANA</b> .....	<b>XVII</b>
<b>ABSTRACT – ENGLISH VERSION</b> .....	<b>XVIII</b>
<b>CAPITOLO 1 - INTRODUZIONE</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPITOLO 2 - PROGETTO '800 NOVARESE</b> .....	<b>5</b>
2.1 INQUADRAMENTO GENERALE .....	5
2.2 L'INIZIATIVA .....	7
2.3 NOVARA DELL'OTTOCENTO .....	13
2.3.1 <i>Il contesto storico</i> .....	13
2.3.2 <i>Beni culturali novaresi ottocenteschi</i> .....	21
<b>CAPITOLO 3 - ALESSANDRO ANTONELLI</b> .....	<b>31</b>
3.1 LA VITA E LE OPERE.....	31
3.1.1 <i>Origini e primi studi</i> .....	31
3.1.2 <i>La maturazione stilistica di Antonelli</i> .....	37
3.1.3 <i>Opere di Antonelli nel periodo dal 1850 alla morte</i> .....	41
3.2 CRONOLOGIA DELLE OPERE .....	47
3.3 BENI ANTONELLIANI DI NOVARA .....	49



3.3.1 La Cupola di San Gaudenzio.....	49
3.3.2 Il Duomo di Novara.....	56
<b>CAPITOLO 4 - PREVENZIONE INCENDI NEI BENI CULTURALI.....</b>	<b>63</b>
4.1 PROBLEMATICHE DEL PATRIMONIO CULTURALE ITALIANO.....	64
4.2 CONSEGUENZE DI UN INCENDIO SUL PATRIMONIO STORICO.....	67
4.3 ANALISI DI ALCUNI INCENDI NELLA STORIA.....	71
4.4 NORMATIVA NAZIONALE ED INTERNAZIONALE.....	74
4.5 LA SICUREZZA IN CASO D'INCENDIO NELLE MAGGIORI OPERE ANTONELLIANE NOVARESI.....	76
<b>CAPITOLO 5 - CASA BOSSI.....</b>	<b>85</b>
5.1 CENNI STORICI.....	85
5.2 ANALISI DELLO STATO DI FATTO.....	102
5.3 IPOTESI PROGETTUALI DI RIFUNZIONALIZZAZIONE.....	111
<b>CAPITOLO 6 STUDIO PRELIMINARE DI SICUREZZA ALL'INCENDIO.....</b>	<b>133</b>
6.1 CLASSIFICAZIONE DELLE ATTIVITÀ.....	133
6.2 DEFINIZIONE DEI PROFILI DI RISCHIO.....	136
6.3 ACCESSO ALL'AREA.....	140
6.4 COMPARTIMENTAZIONE.....	141
6.5 REAZIONE AL FUOCO.....	153
6.6 ESODO.....	157
6.7 CONTROLLO DELL'INCENDIO.....	167
6.8 ANALISI DELLA SICUREZZA ALL'INCENDIO SECONDO LE LEGGI DEL 1992 E DEL 1995.....	174
6.8.1 Biblioteca.....	174
6.8.2 Attività museali.....	177
6.9 CENTRALE TERMICA.....	179
6.10 TEMPO DI EVACUAZIONE.....	184
6.10.1 Software B-RISK.....	185
6.10.2 Calcolo di ASET.....	186
6.10.3 Calcolo di RSET.....	196
6.10.4 Confronto tra ASET e RSET.....	211
<b>CAPITOLO 7 - I CONSOLIDAMENTI E L'INCENDIO.....</b>	<b>213</b>
7.1 I CONSOLIDAMENTI ESEGUITI.....	213
7.2 LE PRESCRIZIONI DI RESISTENZA DELLE STRUTTURE.....	214
7.3 COPERTURA.....	215
7.4 VOLTE IN MURATURA.....	220



7.5 CONSOLIDAMENTI DEI SOLAI.....	227
7.5.1 Solaio legno-legno – Stanza 02.1.....	228
7.5.2 Solaio in legno-legno – Stanza 03.1.....	230
7.5.3 Solaio in legno-legno – Stanza 20.1.....	233
7.5.4 Solaio legno-legno – Stanza 22.1.....	234
7.5.5 Nuovo solaio in legno lamellare – Stanza 28.1.....	236
7.5.6 Solaio in legno-legno – Stanza 124.1.....	238
7.5.7 Solaio in acciaio/cls – Stanza 4.1.....	240
7.5.8 Solaio in beola/acciaio – Stanza 33.1.....	241
7.6 TIRANTI METALLICI.....	242
<b>CAPITOLO 8 - CONCLUSIONI.....</b>	<b>245</b>
<b>RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....</b>	<b>249</b>



POLITECNICO DI MILANO

Scuola di Architettura Urbanistica Ingegneria delle Costruzioni





## Indice delle figure

<i>Figura 1 - Inquadramento geografico provincia di Novara.....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 2 - Veduta della città di Novara.....</i>	<i>6</i>
<i>Figura 3 - Logo DUP Novara 2017 – 2019.....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 4 - Broletto di Novara.....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 5 - Locandina del progetto di valorizzazione della Cupola di S. Gaudenzio.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 6 - Castello Visconteo Sforzesco di Novara.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 7 - Casa Bossi.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 8 - Interno del cineteatro Faraggiana.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 9 - Mappa del 1610 di Novara.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 10 - Mappa del 1724 di Novara.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 11 - Battaglia della Bicocca.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 12 - Rappresentazione di truppe durante la battaglia della Bicocca.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 13 - Mappa del 1858 di Novara.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 14 - Mappa del 1922 di Novara.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 15 - Principali edifici della Novara Ottocentesca.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 16 - Cupola e Basilica di S. Gaudenzio.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 17 - Casa Bossi.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 18 - Barriera Albertina.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 19 - Palazzo della Borsa.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 20 - Teatro Coccia.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 21 - Conservatorio Gallarini.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 22 - Duomo di Novara.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 23 - Fotografia A. Antonelli e quadro raffigurante la sua famiglia.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 24 - Progetto Palazzina Porta Bava, 1825.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 25 - Progetto Santuario di Boca, 1827.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 26 - Progetto di restauro del Tempio di Giove Ultore, 1827.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 27 - Progetto delle decorazioni di Piazza Castello a Torino, 1827.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 28 - Progetto della viabilità della Città di Maggiora, 1834.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 29 - Progetto della Chiesa di Bellinzago Novarese, 1836.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 30 - Progetto arco dedicato a Carlo Alberto, 1847.....</i>	<i>39</i>



<i>Figura 31 - Progetto del nuovo borgo di Vanchiglia, 1846.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 32 - Progetto portici della Stazione di Novara, 1857.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 33 - Progetto dell'Ospedale Maggiore della Carità di Novara, 1850.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 34 - Progetto Villa Caccia di Romagnano Sesia, 1846 .....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 35 - Progetto Chiesa di Borgolavezzaro, 1835.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 36 - Progetto Asilo di Bellinzago, 1873 .....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 37 - Primo, secondo e terzo progetto Cupola si S. Gaudenzio.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 38 - Pianta chiesa S. Gaudenzio .....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 39 - Archi d'imposta della Cupola.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 40 - Interno della Cupola di S. Gaudenzio.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 41 - Sistema di archi "dritti - rovesci" .....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 42 - Basilica e Cupola di S. Gaudenzio.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 43 - L'antico Duomo di Novara in stile romanico nel 1840 .....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 44 - Nuovo altare del Duomo di Novara – Progetto di A. Antonelli .....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 45 - Progetto del Duomo di Novara a cura di A. Antonelli .....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 46 - Esterno del Duomo di Novara .....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 47 - Interno del Duomo di Novara.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 48 - MUSEI ITALIANI, progetto della Direzione generale Musei del MiBAC.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 49 - Conseguenze dell'incendio della Quebec City Armoury, 2008.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 50 - Incendio del Castello di Windsor, 1992 .....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 51 - Incendio della Biblioteca Duchessa Anna, Weimar 2004 .....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 52 - Incendio della Cappella della Sacra Sindone, Torino 1997 .....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 53 - Incendio della Cattedrale della Trinità, San Pietroburgo 2006.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 54 - Incendio in una chiesa a Minneapolis nel 2012 .....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 55 - Effetti dell'incendio nella chiesa di Santo Domingo, Lisbona nel 1959.....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 56 - Possibili cause d'incendio all'intero delle chiese .....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 57 - Conseguenze dell'incendio nella chiesa di Fontaniva (PD), 2015.....</i>	<i>80</i>
<i>Figura 58 - Mole Antonelliana e Cupola di San Gaudenzio .....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 59 - Difficoltà di intervento dei Vigili del Fuoco .....</i>	<i>83</i>
<i>Figura 60 - Intervento con elicottero sulla Cupola di San Gaudenzio .....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 61 - Pianta dell'edificio seicentesco preesistente al progetto antonelliano.....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 62 - Prospetto di Casa Bossi in una foto di fine '800.....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 63 - Confronto tra il tessuto prima del 1865 e quello attuale.....</i>	<i>92</i>
<i>Figura 64 - Cartolina del 1898.....</i>	<i>93</i>
<i>Figura 65 - Luoghi occupati dai personaggi illustri e dalla società in Casa Bossi.....</i>	<i>94</i>
<i>Figura 66 - Alcuni inquilini di Casa Bossi: O. Biglieri, L. Vietti e S. Vassalli.....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 67 - Situazione di Casa Bossi nel 1980 .....</i>	<i>97</i>
<i>Figura 68 - Situazione di Casa Bossi nel 1999 prima dei lavori di recupero.....</i>	<i>98</i>



<i>Figura 69 - Logo dell'associazione COMITATO D'AMORE PER CASA BOSSI.....</i>	<i>99</i>
<i>Figura 70 – Il videoclip dei Negrita ed il servizio fotografico con Roberto Bolle .....</i>	<i>100</i>
<i>Figura 71 - Il Comitato d'Amore per Casa Bossi – Articolo del Corriere della Sera .....</i>	<i>102</i>
<i>Figura 72 - Inquadramento urbano di Casa Bossi .....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 73 - Facciata principale di Casa Bossi prospiciente Baluardo Q. Sella .....</i>	<i>104</i>
<i>Figura 74 - Sequenza di stanze al piano nobile; Vista della Cupola da uno dei locali del secondo piano; Panorama dal pronao del terzo piano .....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 75 - Vista della Cupola da una delle corti interne di Casa Bossi .....</i>	<i>106</i>
<i>Figura 76 - La scala di servizio e lo scalone nobiliare .....</i>	<i>107</i>
<i>Figura 77 - La scala secondaria ed uno dei lucernai presenti nelle scale .....</i>	<i>108</i>
<i>Figura 78 - Gli affreschi delle volte presenti in alcuni locali.....</i>	<i>109</i>
<i>Figura 79 - Alcune delle tipologie delle volte presenti all'interno di Casa Bossi .....</i>	<i>110</i>
<i>Figura 80 - Abitare l'inabitabile a Casa Bossi: un viaggio tra storia e bellezza.....</i>	<i>112</i>
<i>Figura 81 - La Casa Pensante: spazi per il co-working.....</i>	<i>114</i>
<i>Figura 82 - Soft Lab: per l'eccellenza artigiana .....</i>	<i>115</i>
<i>Figura 83 - Il sistema culturale Casa Bossi.....</i>	<i>116</i>
<i>Figura 84 - Alcune esposizioni temporanee tenutesi nel 2018 a Casa Bossi.....</i>	<i>118</i>
<i>Figura 85 - Alcuni eventi tenutesi negli anni a Casa Bossi .....</i>	<i>119</i>
<i>Figura 86 - Ipotesi di rifunzionalizzazione del piano interrato.....</i>	<i>121</i>
<i>Figura 87 - Ipotesi di rifunzionalizzazione del piano terra.....</i>	<i>123</i>
<i>Figura 88 - Ipotesi di rifunzionalizzazione del primo piano.....</i>	<i>126</i>
<i>Figura 89 - Ipotesi di rifunzionalizzazione del secondo piano.....</i>	<i>128</i>
<i>Figura 90 - Ipotesi di rifunzionalizzazione del terzo piano .....</i>	<i>129</i>
<i>Figura 91 - Schema 3D di Casa Bossi con l'individuazione delle zone .....</i>	<i>135</i>
<i>Figura 92 - Soluzioni adottate per la realizzazione delle compartimentazioni.....</i>	<i>143</i>
<i>Figura 93 - Tipologie delle nuove porte tagliafuoco adottate.....</i>	<i>144</i>
<i>Figura 94 - Tipologia delle vetrate tagliafuoco adottate .....</i>	<i>145</i>
<i>Figura 95 - Caldaia da esterno ipotizzata da utilizzare .....</i>	<i>180</i>
<i>Figura 96 - Posizionamento della centrale termica.....</i>	<i>181</i>
<i>Figura 97 - ASET e RSET .....</i>	<i>184</i>
<i>Figura 98 - Rappresentazione schematica del modello usato in B-Risk.....</i>	<i>185</i>
<i>Figura 99 - Schema di Calcolo di RSET.....</i>	<i>187</i>
<i>Figura 100 - Possibili riduzioni di larghezza delle vie di esodo .....</i>	<i>206</i>
<i>Figura 101 - Degrado della copertura di Casa Bossi prima dell'intervento .....</i>	<i>215</i>
<i>Figura 102 - Schema del metodo della sezione efficace .....</i>	<i>217</i>
<i>Figura 103 - Schema del consolidamento della volta con arco armato intradossale – Progetto ing. Jurina .....</i>	<i>224</i>
<i>Figura 104 - Arco armato nelle volte del piano interrato .....</i>	<i>225</i>



<i>Figura 105 - Fasi di preparazione per la prova svolta dai VVF.....</i>	<i>226</i>
<i>Figura 106 - Schema solaio stanza 02.1 – Progetto ing. Jurina .....</i>	<i>228</i>
<i>Figura 107 - Protesi in legno lamellare – Disegni realizzati dall'ing. Jurina .....</i>	<i>229</i>
<i>Figura 108 - Schema solaio 03.1 – Progetto ing. Jurina .....</i>	<i>231</i>
<i>Figura 109 - Schema solaio stanza 20.1 – Progetto ing. Jurina .....</i>	<i>233</i>
<i>Figura 110 - Schema solaio stanza 22.1– Progetto ing. Jurina.....</i>	<i>235</i>
<i>Figura 111 - Schema solaio stanza 28.1 – Progetto ing. Jurina.....</i>	<i>237</i>
<i>Figura 112 - Schema solaio stanza 124.1 – Progetto ing. Jurina .....</i>	<i>238</i>
<i>Figura 113 - Schema solaio stanza 4.1 – Progetto ing. Jurina .....</i>	<i>241</i>
<i>Figura 114 - Schema solaio stanza 124.1 – Progetto ing. Jurina .....</i>	<i>242</i>
<i>Figura 115 - Dettagli dei tiranti in acciaio inossidabile a Casa Bossi.....</i>	<i>242</i>



## Indice delle tabelle

<i>Tabella 1 - Monitoraggio visite Cupola S. Gaudenzio.....</i>	<i>9</i>
<i>Tabella 2 - Principali danni provocati dagli incendi negli edifici storici.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabella 3 - Stralcio dell'allegato 1 del DPR 151/2011 .....</i>	<i>134</i>
<i>Tabella 4 - Caratteristiche degli occupanti – Tabella G.3-1 dal D.M. 03/08/2015.....</i>	<i>137</i>
<i>Tabella 5 - Velocità prevalente di crescita dell'incendio – Tabella G.3-2 dal D.M. 03/08/2015 .....</i>	<i>138</i>
<i>Tabella 6 - Determinazione di Rvita – Tabella G.3-4 dal D.M. 03/08/2015.....</i>	<i>139</i>
<i>Tabella 7 - Profilo di rischio Rvita per alcune tipologie di destinazione d'uso – Tabella G.3-5 dal D.M. 03/08/2015.....</i>	<i>139</i>
<i>Tabella 8 - Determinazione di Rbeni – Tabella G.3-6 dal D.M. 03/08/2015.....</i>	<i>140</i>
<i>Tabella 9 - Massima superficie lorda dei compartimenti in m<sup>2</sup> – Tabella S.3-4 dal D.M. 03/08/2015 .....</i>	<i>142</i>
<i>Tabella 10 - Requisiti di reazione al fuoco dei materiali – Tabella G1 delle Linee Guida del MiBAC del gennaio 2016 .....</i>	<i>154</i>
<i>Tabella 11 - Calcolo dei parametri <math>\alpha</math> e <math>\beta</math>.....</i>	<i>156</i>
<i>Tabella 12 - Requisiti di reazione al fuoco ammesse – Tabella G3 delle Linee Guida del MiBAC del gennaio 2016 .....</i>	<i>156</i>
<i>Tabella 13 - Soluzioni progettuali in funzione dei parametri <math>\alpha</math> e <math>\beta</math> – Tabella G2 delle Linee Guida del MiBAC del gennaio 2016.....</i>	<i>157</i>
<i>Tabella 14 - Larghezze unitarie per le vie d'esodo orizzontali – Tabella S.4-11 dal D.M. 03/08/2015 .....</i>	<i>158</i>
<i>Tabella 15 - Larghezza unitaria per le vie d'esodo verticali in mm/persona – Tabella S.4-12 dal D.M. 03/08/2015.....</i>	<i>159</i>
<i>Tabella 16 - Vie d'esodo: variazioni percentuali <math>\delta m_i</math> in relazione ad ogni misura antincendio aggiuntiva – Tabella L4 delle Linee Guida del MiBAC del gennaio 2016.....</i>	<i>162</i>
<i>Tabella 17 - Massime lunghezze d'esodo e di corridoio cieco di riferimento – Tabella S.4-10 dal D.M. 03/08/2015.....</i>	<i>162</i>
<i>Tabella 18 - Incrementi della larghezza unitaria <math>L_{uo}</math> e <math>L_{uv}</math> ammessi – Tabella <math>L_s</math> delle Linee Guida del MiBAC del gennaio 2016.....</i>	<i>166</i>



<i>Tabella 19 - Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione – Tabella S.6-2 dal D.M. 03/08/2015.....</i>	<i>167</i>
<i>Tabella 20 - Tipologie di installazioni per il controllo o l'estinzione dell'incendio – Tabella N1 delle Linee Guida del MiBAC del gennaio 2016.....</i>	<i>168</i>
<i>Tabella 21 - Requisiti per la protezione di base – Tabella N2 delle Linee Guida del MiBAC del gennaio 2016 .....</i>	<i>168</i>
<i>Tabella 22 - Classi d'incendio secondo la norma europea EN2 – Tabella S.6-3 dal D.M. 03/08/2015.....</i>	<i>168</i>
<i>Tabella 23 - Estinguenti - Tabella S.6-4 dal D.M. 03/08/2015.....</i>	<i>169</i>
<i>Tabella 24 - Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione – Tabella S.7-2 dal D.M. 03/08/2015.....</i>	<i>171</i>
<i>Tabella 25 - Soluzioni conformi per la rilevazione ed allarme incendio – Tabella S.7-5 dal D.M. 03/08/2015 .....</i>	<i>171</i>
<i>Tabella 26 - Funzioni principali degli IRAI – Tabella S.7-3 dal D.M. 03/08/2015.....</i>	<i>172</i>
<i>Tabella 27 - Funzioni secondarie degli IRAI – Tabella S.7-4 dal D.M. 03/08/2015 .....</i>	<i>172</i>
<i>Tabella 28 - Estratto D.M. 12/04/1996 - Testo coordinato impianti termici a gas.....</i>	<i>181</i>
<i>Tabella 29 - Murature portanti in blocchi (Requisiti R,E,I,M) – Tabella S.2-41 dal D.M. 03/08/2015.....</i>	<i>182</i>
<i>Tabella 30 - Soglie limite dei gas asfissianti secondo CFPA-E No 19:2009.....</i>	<i>190</i>
<i>Tabella 31 - Limiti di sostenibilità per il calore CFPA-E No 19:2009 .....</i>	<i>192</i>
<i>Tabella 32 - Vari scenari comportamentali in base ai tipi di occupazione – Tabella D.1 dalla norma ISO-TR 16738.....</i>	<i>197</i>
<i>Tabella 33 - Tabella per la determinazione di tdet+ta in base al profilo Rvita.....</i>	<i>199</i>
<i>Tabella 34 - Tempi di attività pre-movimento suggeriti per diverse categorie di scenari comportamentali di progettazione – Porzione della tabella E.2 dalla norma ISO-TR 16738 .....</i>	<i>201</i>
<i>Tabella 35 - Movimento delle persone: il tempo di evacuazione.....</i>	<i>203</i>
<i>Tabella 36 - Calcolo della velocità di movimento orizzontale .....</i>	<i>203</i>
<i>Tabella 37 - Velocità di movimento e portate massime senza impedimenti per la corsa orizzontale e in salita – Tabella G.2 dalla norma ISO-TR 16738.....</i>	<i>204</i>
<i>Tabella 38 - Calcolo della velocità di movimento verticale.....</i>	<i>204</i>
<i>Tabella 39 - Calcolo del flusso specifico .....</i>	<i>205</i>
<i>Tabella 40 - Calcolo della capacità di flusso.....</i>	<i>207</i>
<i>Tabella 41 - Calcolo dei tempi di percorrenza .....</i>	<i>207</i>
<i>Tabella 42 - Calcolo dei tempi di passaggio .....</i>	<i>208</i>
<i>Tabella 43 - Velocità di carbonizzazione.....</i>	<i>217</i>
<i>Tabella 44 - Coefficienti di combinazione delle azioni .....</i>	<i>219</i>



## Indice dei grafici

<i>Grafico 1 - Soglie limite di CO ed HCN.....</i>	<i>189</i>
<i>Grafico 2 - Valori di CO (ppm) negli strati bassi .....</i>	<i>190</i>
<i>Grafico 3 - Valori di HCN (ppm) negli strati bassi .....</i>	<i>190</i>
<i>Grafico 4 - Calore radiante incidente negli strati bassi del muro .....</i>	<i>193</i>
<i>Grafico 5 - Temperatura negli strati bassi della parete.....</i>	<i>194</i>
<i>Grafico 6 - Valore limite di visibilità.....</i>	<i>196</i>
<i>Grafico 7 - Velocità di movimento in funzione della densità – Diagramma dalla CFPA-E No 19:2009.....</i>	<i>202</i>
<i>Grafico 8 - Flusso specifico in funzione della densità – Diagramma dalla CFPA-E No 19:2009.....</i>	<i>205</i>



POLITECNICO DI MILANO

Scuola di Architettura Urbanistica Ingegneria delle Costruzioni





## Indice delle tavole

<i>Tavola 1 - Pianta del piano interrato, Stato di fatto</i> .....	88
<i>Tavola 2 - Pianta del piano terra, Stato di fatto</i> .....	89
<i>Tavola 3 - Pianta del piano ammezzato tra piano terra e primo piano, Stato di fatto</i> .....	89
<i>Tavola 4 - Pianta del primo piano, Stato di fatto</i> .....	90
<i>Tavola 5 - Pianta del piano ammezzato tra primo piano e secondo piano, Stato di fatto</i> .....	90
<i>Tavola 6 - Pianta del secondo piano, Stato di fatto</i> .....	91
<i>Tavola 7 - Pianta del terzo piano, Stato di fatto</i> .....	91
<i>Tavola 8 - Pianta del piano interrato, Stato di progetto</i> .....	121
<i>Tavola 9 - Pianta del piano terra, Stato di progetto</i> .....	123
<i>Tavola 10 - Pianta del piano ammezzato tra piano terra e primo piano, Stato di Progetto</i> .....	124
<i>Tavola 11 - Pianta del primo piano, Stato di progetto</i> .....	126
<i>Tavola 12 - Pianta del piano ammezzato tra primo piano e secondo piano, Stato di progetto</i> .....	127
<i>Tavola 13 - Pianta del secondo piano, Stato di progetto</i> .....	128
<i>Tavola 14 - Pianta del terzo piano, Stato di progetto</i> .....	129
<i>Tavola 15 - Sezione A-A, Stato di progetto</i> .....	130
<i>Tavola 16 - Sezione B-B, Stato di progetto</i> .....	130
<i>Tavola 17 - Sezione C-C, Stato di progetto</i> .....	131
<i>Tavola 18 - Sezione D-D, Stato di progetto</i> .....	131
<i>Tavola 19 - Planimetria di accesso all'area</i> .....	141
<i>Tavola 20 - Dettagli dei filtri a prova di fumo del piano interrato</i> .....	146
<i>Tavola 21 - Dettagli dei filtri a prova di fumo del piano terra</i> .....	147
<i>Tavola 22 - Dettagli dei filtri a prova di fumo del piano ammezzato tra piano terra e primo piano</i> .....	148
<i>Tavola 23 - Dettagli dei filtri a prova di fumo del primo piano</i> .....	149
<i>Tavola 24 - Dettagli dei filtri a prova di fumo del piano ammezzato tra primo piano e secondo piano</i> .....	150
<i>Tavola 25 - Dettagli dei filtri a prova di fumo del secondo piano</i> .....	151
<i>Tavola 26 - Dettagli dei filtri a prova di fumo del terzo piano</i> .....	152



<i>Tavola 27 - Percorsi di esodo del piano interrato .....</i>	<i>163</i>
<i>Tavola 28 - Percorsi di esodo del piano terra.....</i>	<i>163</i>
<i>Tavola 29 - Percorsi di esodo del piano ammezzato tra piano terra e primo piano.....</i>	<i>164</i>
<i>Tavola 30 - Percorsi di esodo del primo piano.....</i>	<i>164</i>
<i>Tavola 31 - Percorsi di esodo del piano ammezzato tra primo e secondo piano .....</i>	<i>165</i>
<i>Tavola 32 - Percorsi di esodo del secondo piano.....</i>	<i>165</i>
<i>Tavola 33 - Percorsi di esodo del terzo piano .....</i>	<i>166</i>
<i>Tavola 34 - Verifiche centrale termica secondo le disposizioni di legge.....</i>	<i>183</i>
<i>Tavola 35 - Tipologie di volte del secondo impalcato .....</i>	<i>220</i>
<i>Tavola 36 - Tipologie di volte del terzo impalcato .....</i>	<i>221</i>
<i>Tavola 37 - Tipologie di volte del quarto impalcato.....</i>	<i>221</i>
<i>Tavola 38 - Tipologie di volte del quinto impalcato.....</i>	<i>222</i>
<i>Tavola 39 - Tipologie di volte del sesto impalcato .....</i>	<i>222</i>
<i>Tavola 40 - Tipologie di volte del settimo impalcato .....</i>	<i>223</i>
<i>Tavola 41 - Tipologie di volte dell'ottavo impalcato .....</i>	<i>223</i>
<i>Tavola 42 - Tipologie di solai del terzo impalcato .....</i>	<i>227</i>
<i>Tavola 43 - Tipologie di solai del quinto impalcato .....</i>	<i>228</i>



## **Abstract – Versione Italiana**

La problematica della sicurezza antincendio negli edifici storici e protetti dalle Belle Arti è un tema complesso ma molto attuale, dato l'elevato numero di palazzi che avrebbero le potenzialità per essere riqualificati e restituiti alla comunità in aggiunta a quelli già vissuti ma che necessitano di sostanziali adeguamenti per adempiere agli obblighi di legge.

La tesi inizialmente analizza il territorio novarese per poi soffermarsi sulle opere realizzate dall'illustre ed eccentrico architetto Alessandro Antonelli. Dopo aver analizzato dal punto di vista della sicurezza antincendio le differenti tipologie di architetture ideate dall'Antonelli nel corso della sua vita si è deciso di soffermare l'attenzione su uno dei suoi più importanti palazzi progettati e situato a Novara: Casa Bossi.

La scelta di Casa Bossi come oggetto della Tesi, non è del tutto casuale, dato che nel corso degli anni, l'amministrazione comunale di Novara ha manifestato un forte interesse per la sua riqualificazione e rifunzionalizzazione. Dapprima il Palazzo è stato contestualizzato dal punto di vista storico e tecnico-architettonico, dopo di che sono state definite una serie di destinazioni d'uso compatibili con le esigenze della collettività e necessarie per poter sviluppare un'accurata progettazione antincendio. Oltre alle verifiche di adempienza e agli obblighi normativi è stata sviluppata una simulazione di un possibile scenario d'incendio, a cui è seguito lo studio approfondito dell'esodo degli occupanti dell'edificio.

Per concludere ci si è soffermati sul comportamento, in caso d'incendio, di alcuni consolidamenti strutturali che sono stati eseguiti.



## **Abstract – English Version**

The problem of fire safety in historic buildings is a complex issue, but current because of the large number of buildings that would have the potential to be redeveloped and returned to the community, in addition to those already used but predisposed to substantial adjustments for comply legal obligations.

The thesis initially analyzes the territory of Novara and then dwells on the buildings realized by the famous and eccentric architect Alessandro Antonelli. After analyzing the fire safety of different types of buildings designed by Antonelli in the course of his life, it was decided to focus on one of his most important buildings designed and located in Novara: Casa Bossi.

The choice of Casa Bossi like subject of this degree thesis is not casual, given that, over the years, the municipal administration has shown a strong interest in its redevelopment. First of all, the building has been contextualised from the historical and technical-architectural point of view, after that the defination of use destinitions, compatible with the needs of the community, has been developed to determine an accurate fire-fighting design.

In addition to the verification of compliance and regulatory obligations, was developed a simulation of a possible fire scenario, followed by an in-depth study of the exodus of the building occupants.

To sun up, we focused on the functioning, in case of fire, of some structural reinforcings that were performed.



POLITECNICO DI MILANO

Scuola di Architettura Urbanistica Ingegneria delle Costruzioni





# CAPITOLO 1

## INTRODUZIONE

Gli edifici storici rappresentano una parte fondamentale del nostro patrimonio culturale perché in essi sono non c'è solo l'arte e la tecnica del costruire di un certo periodo storico, ma anche lo stile di vita che ha caratterizzato tale epoca. Per questo motivo è importante che questi edifici vengano preservati negli anni e messi in sicurezza contro qualsiasi tipo di evento che potrebbe danneggiarli irreparabilmente.

Per i Vigili del Fuoco la tematica della sicurezza all'incendio dei beni culturali risulta di primaria importanza e dal 1965, anno in cui fu redatto il primo elenco di attività soggette ai controlli obbligatori di sicurezza antincendio, fu inserita la categoria di "Edificio pregevole per arte e storia". Tutto ciò non è stato sufficiente ad evitare, nel corso degli anni, numerosi eventi che hanno colpito l'opinione pubblica sia a livello nazionale che internazionale.

Il quadro normativo italiano, per quanto riguarda la sicurezza antincendio, non aiuta, in quanto risulta di complessa applicazione nell'ambito degli edifici sottoposti a tutela.

Nei progetti di rifunzionalizzazione di edifici storici, che possiedono le caratteristiche di bene storico/artistico, intervengono svariate figure professionali: dall'architetto all'ingegnere specialista fino all'esperto in restauro e conservazione dei beni artistici; tutte queste figure professionali devono collaborare in maniera efficace e duratura senza interferirsi a vicenda.

La tesi non vuole essere un lavoro di sola progettazione antincendio ed un esempio di strumento di analisi più appropriato delle particolari necessità di questi edifici ed essere utile ad accordare l'operato delle differenti figure professionali consentendo



ai tecnici di svolgere sempre al meglio la loro attività, fornendo un più elevato livello di protezione dei beni che ci sono stati lasciati in eredità da nostri avi, per fare in modo che anche le generazioni future passano ancora viverli e goderli appieno.

Si decide di applicare e sviluppare queste tematiche ad un edificio caro alla comunità novarese, con l'obbiettivo di eseguire, non un vero e proprio progetto antincendio ma, un lavoro propedeutico alla redazione dello stesso realizzando un progetto preliminare/studio di fattibilità in base alla proposta di recupero del bene ipotizzato. Per fare questo ci si è avvalsi, in prima battuta, della normativa generale in materia di sicurezza all'incendio attualmente in vigore sul territorio nazionale (D.M. 03/08/2015 e Linee guida per gli edifici sottoposti a tutela del 2016) ed in seguito delle normative specifiche per le diverse attività ipotizzate nel progetto di rifunzionalizzazione (Biblioteche, Musei ed attività espositive e Centrali termiche). Dopodiché si sono raffrontati i risultati ottenuti seguendo, prima un approccio moderno basato sul principio prestazionale, poi con quelli ottenuti attraverso un approccio di tipo prescrittivo ancora in vigore, ma che risultano ormai superati dai nuovi criteri ingegneristici.

La tesi, dopo aver inquadrato la situazione attuale di Novara, si focalizza sui beni storici ottocenteschi di maggiore importanza presenti in città. All'interno di questi si analizzano in maniera più approfondita, quelli di Alessandro Antonelli: grande architetto novarese di cui si è esposta brevemente la vita e si sono accennate le sue maggiori opere a livello nazionale.

Successivamente, vengono analizzate peculiarità e problematiche del patrimonio culturale italiano e di pari passo sono state studiate le conseguenze che un incendio può avere sul patrimonio storico.

Lo studio si concentra poi sulla sicurezza all'incendio delle maggiori opere dell'architetto Antonelli presenti sul territorio novarese: la Cupola e le chiese, data l'unicità della prima e il basso rischio d'incendio delle seconde, si sceglie, come caso di studio un palazzo storico (sempre progettato dall'Architetto): Casa Bossi.

Per meglio sviluppare lo studio preliminare di sicurezza all'incendio del bene, è stata svolta un'analisi storica e tecnologia tramite il reperimento di documentazioni all'Archivio di Stato, all'ufficio tecnico del Comune di Novare e alla Biblioteca Civica "Carlo Negrone" di Novara: grazie a questa ricerca, sono state definite delle possibili destinazioni d'uso da attribuire al bene.





Partendo da una fattibile ipotesi di rifunzionalizzazione di Casa Bossi, sono stati approfonditi tutti gli aspetti presenti all'interno della normativa vigente in materia di sicurezza all'incendio: dai punti più generici di accesso all'area e compartimentazione fino ad arrivare a quelli più specifici di reazione al fuoco, esodo e controllo dell'incendio.

Per completezza, ci si è soffermati sul calcolo del tempo d'evacuazione dell'edificio, mettendolo in relazione con quello che gli occupanti hanno a disposizione per evacuare senza arrecare danno a loro stessi.

In conclusione, dato che, negli anni passati, l'edificio è stato oggetto di una serie di interventi di manutenzione straordinaria e di consolidamento strutturale, si è verificato come queste operazioni di miglioramento strutturale presenti all'interno di Casa Bossi reagiscono al fuoco e quali accorgimenti sarebbe opportuno realizzare per poter soddisfare appieno i requisiti normativi.



POLITECNICO DI MILANO

Scuola di Architettura Urbanistica Ingegneria delle Costruzioni



## CAPITOLO 2

# PROGETTO '800 NOVARESE

### 2.1 Inquadramento generale

Novara, con una superficie comunale di circa 103 kmq e con i suoi oltre centomila abitanti, è la seconda città più popolosa del Piemonte. Situata nella Pianura Padana, nell'area centro-occidentale compresa tra i fiumi Sesia e Ticino, la città confina con i Comuni di Caltignaga, Cameri, Casalino, Galliate, Garbagna Novarese, Granzo, Monticello, Nibbiola, Romentino, San Pietro Mosezzo e Trecate ed è posizionata a 159 metri sopra il livello del mare.



*Figura 1 - Inquadramento geografico provincia di Novara*



La sua posizione geografica, a soli trentacinque chilometri da Milano, ne fa un importante crocevia del traffico commerciale, favorendo una sua connotazione di rilievo nell'ambito della logistica e dell'intermodalità. Posta all'intersezione di due corridoi europei (il 5 e il 24), la città risulta infatti collocata in una posizione baricentrica rispetto ai sistemi infrastrutturali di collegamento che vanno da est a ovest (Autostrada A4 Torino - Milano e Linea ferroviaria TAV Torino - Milano) e rispetto alle previsioni di una futura bretella "piemontese" di collegamento con l'Hub aeroportuale di Malpensa.

I simboli della città sottolineano la sua affinità con le grandi metropoli limitrofe: da un lato c'è la Cupola dell'Antonelli, che svetta sulla basilica di San Gaudenzio richiamando la Mole Antonelliana, che nel mondo significa Torino; dall'altro, c'è il Castello Visconteo, restaurato e riaperto recentemente, che rimanda a quel profondo legame con la Lombardia.

A Novara il territorio urbanizzato, inteso come somma delle aree residenziali, industriali, delle infrastrutture e del verde urbano, rappresenta circa il 23% della superficie comunale. Il consumo di suolo, in termini di aree interessate da usi urbani, è stato quindi piuttosto contenuto, a fronte della quantità di edificato realizzato. Il suolo non urbanizzato è invece a quasi esclusiva vocazione agricola (70% dell'intero territorio comunale), fortemente caratterizzata dalla destinazione a risaia e dall'assenza di elementi vegetali. Quasi il 60% delle aree agricole sono destinate alla coltivazione del riso ed il 20% a quella del mais.



*Figura 2 - Veduta della città di Novara*



## 2.2 L'iniziativa

Il punto di partenza per la nascita del “Progetto ‘800” è stato individuato nei documenti di programmazione del Comune e, in particolare, nel “Documento Unico di Programmazione” (DUP) 2017-2019 del Comune di Novara.



Figura 3 - Logo DUP Novara 2017 – 2019

Il DUP indica, secondo un approccio strategico-operativo, gli obiettivi prioritari da perseguire, collegandoli agli strumenti e alle risorse umane e finanziarie; nello specifico, il DUP del Comune di Novara individua otto indirizzi strategici:

1. Novara per il lavoro e lo sviluppo
2. A Novara la cultura è per tutti
3. Novara si trasforma
4. A Novara si vive sicuri
5. Il Comune efficiente ascolta i cittadini
6. Ci siamo per le famiglie, per i bambini, per i disabili, per gli anziani
7. La casa, la scuola, lo sport
8. Novara verde e in movimento

Da questo quadro di riferimento scaturisce l'individuazione degli ambiti territoriali prioritari di riferimento per le politiche urbane di sviluppo per i prossimi decenni.

Tra questi assume un ruolo fondamentale il centro storico di Novara, dove si collocano gli interventi candidati dall'Autorità Urbana di Novara inerenti ai beni da conservare, riqualificare e valorizzare. La città di Novara vanta numerosi beni



attrattori che rendono la cultura uno dei suoi elementi caratterizzanti; negli anni passati ci sono stati importanti tentativi, finanziati da soggetti pubblici e privati, per promuovere una immagine nuova e culturalmente attiva della città. Tra questi si riportano:

- Progetto “Il Sistema Culturale Integrato Novarese tra innovazione e tradizione” del 2011 nell’ambito del bando “Valorizzare il patrimonio culturale attraverso la gestione integrata dei beni”;
- Progetto “L’Ottocento novarese. Tra grandi personaggi e istanze di modernità” nell’ambito del bando “le risorse culturali e paesaggistiche del territorio: una valorizzazione a rete” del 2012;
- Progetto “Il cuore verde di Novara. Costruzione del sistema dello spazio pubblico tra il Castello, il Parco dei bambini e i Baluardi della città” nell’ambito del bando “Emblematici maggiori” del 2015.

Le azioni avviate, anche grazie ai contributi di cui sopra, hanno permesso di avviare il processo di rafforzamento dell’identità novarese come territorio culturale d’eccellenza attraverso la valorizzazione dei beni del patrimonio culturale; in particolare:

- *Complesso monumentale del Broletto*: complesso architettonico medievale costituito da 4 edifici storici sorti in epoche diverse, restituito alla città grazie al restauro e impiegato come luogo per eventi di varia natura. La valorizzazione del complesso monumentale è avvenuta anche grazie all’apertura della Caffetteria del Broletto, recupero di uno spazio fino a quel momento rimasto inutilizzato e che ha incrementato la centralità dell’immobile.



Figura 4 - Broletto di Novara



- *Cupola di S. Gaudenzio*: frutto del genio di Alessandro Antonelli, da sempre il simbolo dell'identità della comunità cittadina, è stata restituita ai cittadini e riaperta nel 2012. Nell'ottica dell'apertura del Museo della Basilica, è stata aperta al pubblico la Sala del Compasso attraverso l'inserimento di un ascensore all'interno del campanile della basilica e la realizzazione di una nuova passerella di collegamento completamente di vetro dalla quale è possibile ammirare il panorama a quota 24,13 metri. Grazie agli ultimi interventi, è possibile accedere all'esterno della cupola e salire fino al primo livello a circa 45 metri di altezza;

(fonte: dati elaborati dai Servizi di Promozione Culturale e Sportiva – unità musei)

	anno 2013	anno 2014	anno 2015	anno 2016
n. visitatori Cupola	7.282	4.214	7.335	7.618

(nell'anno 2013 la visita alla Cupola era gratuita)

Tabella 1 - Monitoraggio visite Cupola S. Gaudenzio



Figura 5 - Locandina del progetto di valorizzazione della Cupola di S. Gaudenzio

- *Castello Visconteo-Sforzesco*: l'impianto originario risale al periodo romano/altomedievale, ma la struttura attuale è il risultato di una serie di stratificazioni storiche e di cambi di destinazione d'uso che si sono succeduti nel tempo e che ne hanno notevolmente stravolto l'impianto originario. All'inizio del XIX° secolo, in particolare, il castello divenne carcere e pertanto furono eseguiti molteplici interventi di trasformazione e di destinazione d'uso dei vari locali e delle corti interne. A partire dal XX° secolo la riqualificazione del Castello è stata al centro



di vivaci dibattiti culturali. Nel 1973 cessa l'attività carceraria con il trasferimento dei detenuti in altra sede; da allora il castello è stato abbandonato a sé stesso, fatta eccezione per qualche piccolo intervento manutentivo, sino ai primi anni 2000, quando si avvia un serio intervento di recupero, che ha condotto al restauro delle parti esistenti sui lati Est e Nord, la ricomposizione delle parti demolite, in particolare l'ala ovest, il completamento dell'ala Sud e la ricostruzione della torre che si affaccia sull'accesso principale;



*Figura 6 - Castello Visconteo Sforzesco di Novara*

- *Casa Bossi*: residenza neoclassica progettata anch'essa dall'Antonelli, oggetto di un primo intervento di rifunzionalizzazione (messa in sicurezza di facciata);



*Figura 7 - Casa Bossi*





- *Cinema Teatro Faraggiana*: edificato originariamente tra il 1902 e il 1904 a spese del senatore Faraggiana, che, dopo una lunga e gloriosa attività nel corso del XIX° secolo sia come sala cinematografica sia come teatro, venne chiuso al pubblico dal 30 giugno 1999 a causa della mancanza dei requisiti di sicurezza indispensabili per ottenere l'agibilità sia della struttura architettonica sia della relativa parte impiantistica. A partire dal 2005, al fine di ripristinarne la funzionalità e restituirlo alla pubblica fruizione, l'immobile è stato oggetto di interventi di recupero e ristrutturazione a cura dell'Amministrazione Comunale, che ne hanno dapprima interessato la copertura e le facciate esterne e, in un secondo momento, i locali interni e l'immobile nel suo complesso. È stato riaperto nell'anno 2016 con l'affidamento della gestione ad una Fondazione costituita da realtà novaresi della cultura.



*Figura 8 - Interno del cineteatro Faraggiana*

Dall'analisi degli interventi realizzati negli anni passati, si deduce come la tutela e la valorizzazione di beni di interesse storico è un tema di forte interesse, che si inserisce in un contesto molto più ampio di tutela del territorio novarese su cui il comune vuole ancora investire.

Il progetto di città che si vuole realizzare deve poter raggiungere tre obiettivi misurabili: più abitanti, più ricchezza, più bellezza. È proprio in questo ultimo punto che rientrano una seria riqualificazione di aree dismesse o abbandonate: l'ex Centro Sociale di Viale Giulio Cesare, casa Bossi, le ex caserme, l'ex macello comunale, la zona di Sant'Agabio e quella che sarà l'area del vecchio ospedale, a seguito della realizzazione della nuova Città della Scienza e della Salute.



Nello specifico, tra gli indirizzi strategici individuati dal DUP 2017-2019, nell'ambito del progetto "Cultura: vivacità urbana, spazi e beni culturali", trova particolare spicco la volontà di promozione di Novara quale città di Antonelli attraverso un percorso culturale che ha il suo fulcro nella Cupola di San Gaudenzio ma che spazia anche su altri beni architettonici dell'artista che risalgono al periodo Ottocentesco; da qui il nome dell'iniziativa *"Progetto Ottocento Novarese"*.

Si colloca qui la definizione di un piano di recupero degli spazi di Casa Bossi, insieme ad altri edifici novaresi, come è spiegato nell'articolo datato 01/05/2018, pubblicato su "La Stampa", in cui si riporta che: *"Il Comune socio di un investitore pubblico per un progetto di riqualificazione urbana che, con un investimento nell'ordine dei 40 milioni di euro, permetterà in un colpo solo il recupero di Casa Bossi e dell'ex Macello. È molto più di un'affascinante idea quella intorno alla quale sta lavorando da mesi il sindaco Alessandro Canelli. Tanto che un paio di settimane fa, il 19 aprile, si è recato a Roma con il direttore generale Roberto Moriondo per illustrarla ai vertici di Invimit Spa. È una Sgr (società di gestione del risparmio) del ministero dell'Economia e delle Finanze, sorta nel 2013 per contribuire allo sviluppo e alla valorizzazione del patrimonio immobiliare pubblico, con un ruolo di «cerniera» tra i soggetti proprietari e il mercato. [...] Gli aspetti innovativi sono diversi, a cominciare da quello di trattare i due beni in un pacchetto unico e in un'operazione a capitale esclusivamente o comunque in maggioranza pubblico. «Il progetto - dice Canelli - è già ad un livello avanzato sia come impianto giuridico sia per la sostenibilità economica sia per gli aspetti architettonici. Abbiamo già fatto numerosi sopralluoghi e avuto incontri con la Soprintendenza». Ma cosa si intende fare nei due immobili? «Casa Bossi - spiega Canelli - resterà a valenza prevalentemente culturale e formativa. Una parte sarà adibita a foresteria per studenti o insegnanti. Un'altra, al piano terra, sarà riservata alle attività che da anni porta avanti il Comitato d'amore dei cittadini. E resta sempre in campo l'ipotesi di farne la sede di un centro di documentazione sull'architettura del Novecento dell'Università della Svizzera Italiana di Lugano». [...] Mesi fa il Comune per i due beni ha ricevuto una manifestazione d'interesse da Ream, una Sgr di cui sono azionisti sei fondazioni bancarie, con i pacchetti più importanti in mano a Crt e Cassa di Risparmio di Asti. «Ream - spiega Canelli - è una società di gestione immobiliare. Se vincerà il bando potrebbe occuparsi della gestione. Il Comune sarà socio di Invimit nell'operazione conferendo gli immobili e*



*ne ricaverà una percentuale annua degli utili da destinare alla spesa corrente. Tutto senza spendere un euro»”.*

## 2.3 Novara dell'Ottocento

La provincia di Novara si estende nella parte nord-est del Piemonte. Il suo territorio si sviluppa tra il Po e le Alpi, il lago Maggiore, il Ticino, la Dora Baltea e la catena del monte Rosa. Ha una conformazione montuosa nella parte settentrionale e centrale, mentre è pianeggiante nella parte centrale; si può affermare che è per due terzi in montagna e per un terzo in pianura. Sin dal passato, Novara risulta essere una bella città con influenze lombarde sia per quanto riguarda la fisionomia che le tradizioni e i dialetti. Posta in una posizione elevata rispetto al territorio circostante gode di un magnifico panorama che si estende dal Monviso al monte Rosa fino al Resegone sul lago di Como. I dintorni della città abbondano di case, giardini, orti ma soprattutto di risaie.

### 2.3.1 Il contesto storico

Dal punto di vista storico Novara cessa di essere un avamposto militare nel 1839; l'evoluzione della morfologia della città è strettamente legata alle varie dominazioni e alle condizioni politico-sociali che si sono susseguite.



Figura 9 - Mappa del 1610 di Novara



Fino ai primi anni del '700 è presente la dominazione spagnola; il governo iberico non si impegnò in grandi opere se non quelle di interesse militare, e, nonostante si interessò poco del benessere della popolazione, lasciò piena autonomia alle comunità locali.

Nel momento in cui il governo austriaco succedette a quello spagnolo, per tutto il periodo del loro potere (1706-1733) non vennero alterati gli equilibri raggiunti, se non dal punto di vista fiscale; le famiglie che contavano erano sempre le stesse e avevano in città e nel contado un potere assoluto.

Le statistiche confermano che, nei primi del Settecento, Novara era una città piccola, con meno di 9000 abitanti di cui 5600 nelle mura e il resto nei sobborghi. Il contado è più popolato, 70000 abitanti, ma senza strutture. Il capoluogo pesava poco, anche come produttività, però era il centro della vita amministrativa, civile, militare ed ecclesiastica; inoltre era residenza delle famiglie più ricche e potenti.



*Figura 10 - Mappa del 1724 di Novara*



Nel 1734 Novara e il suo contado passarono sotto il Regno di Sardegna e dopo quattro secoli cessò la dipendenza del Novarese da Milano. Contemporaneamente incominciò un periodo che vide affermarsi le ambizioni di espansione di casa Savoia nella pianura Padana, ma aumentarono anche le paure della classe dirigente cittadina, timorosa che le minori dimensioni dello Stato e la maggiore vicinanza del sovrano potessero essere causa di spiacevoli ingerenze nella propria sfera di interesse. In realtà nulla cambiò poiché il re Carlo Emanuele III decise di prendere tempo prima di estendere le leggi sabaude al Novarese, che continuò a reggersi secondo i suoi vecchi statuti. Solo nel marzo 1750, a seguito dell'annessione delle zone ancora mancanti, il governo piemontese cominciò a far sentire la propria presenza con la nomina di un "intendente generale" per tutta l'area compresa tra i fiumi Sesia e Ticino, dal Po alle Alpi. La situazione novarese fotografata dagli intendenti è molto indicativa: la classe dirigente è una casta chiusa, non esiste una società civile, una borghesia partecipe della vita cittadina; il contado è strettamente dipendente dalle famiglie nobili residenti in città.

Sotto il governo sabaudo vi furono i primi interventi significativi per la città: la canalizzazione delle acque stagnanti nei fossati delle fortificazioni, la sistemazione della piazza davanti al castello, la realizzazione dei viali alberati sui baluardi e venne creato il giardino dell'Allea. In contemporanea si eresse il primo vero e proprio teatro (sul luogo dove a fine Ottocento sorgerà il più grande teatro Coccia). Benedetto Alfieri curò la costruzione del campanile di San Gaudenzio, venne realizzata la chiesa del Carmine, vennero abbellite diverse altre chiese e vennero ristrutturati o edificati ex novo diversi palazzi, tra cui la sede del seminario.

Gli ultimi anni del regno di Carlo Emanuele III (tra il 1765 e il 1773) segnarono la decisiva svolta verso lo stato moderno; attraverso l'imposizione della "protezione regia" venne messa in discussione l'autorità del vescovo di Novara e del suo secolare feudo del lago d'Orta, vennero riviste le norme delle Regie Costituzioni ed estese a tutto il Novarese. Lo Stato assume anche la direzione dell'istruzione e venne emanato il Regolamento dei Pubblici che tende a uniformare l'impostazione e il funzionamento dell'amministrazione nelle varie comunità del regno. La situazione economica volge costantemente al meglio in tutta la metà del Settecento ma si ha un malcontento crescente dovuto anche ai dazi piemontesi più salati.

Nel maggio 1800 il potere passò sotto le mani dei Francesi e il Novarese passa sotto la Repubblica Cisalpina e finalmente, dopo essere stata privata del suo ruolo di



capoluogo a vantaggio di Vercelli, si ritrovò a capo del dipartimento dell'Agogna, vasto territorio confinante con il Po a sud, con il fiume Sesia per tutto il suo corso a ovest, il Ticino e il lago Maggiore a est e la catena alpina a nord. Grazie alla posizione guadagnata, nella città si concentravano tutti gli edifici pubblici e la città si modificò sotto vari profili: economico, sociale, culturale, edilizio e delle infrastrutture. Si ampliò e rafforzò la fascia di popolazione classificabile come commerciale e si diffusero gli svaghi colti (lettura e teatro); inoltre le esigenze di decoro pubblico portarono al recupero o alla ricostruzione del patrimonio immobiliare. Ad esempio, nel 1809 vennero avviati i lavori per la costruzione del ponte sul Ticino tra San Martino di Trecate e Boffalora (completato poi nel 1827), vennero riordinate e selciate le strade cittadine e vennero realizzati i servizi di illuminazione a gas, fognatura, distribuzione dell'acqua. Altri importanti interventi per la vita sociale furono la creazione del liceo convitto (1806-1807) e la trasformazione della ex chiesa della Maddalena in Archivio notarile (1806).

La Novara del Regno d'Italia (succeduto dal 17 marzo 1805 alla Repubblica, Cisalpina prima e Italiana poi) cambiò volto rispetto a pochi anni prima. La produzione agricola diede i suoi risultati e i proprietari terrieri cercarono sbocchi in cui indirizzare le loro ricchezze. I capitali vennero impiegati nell'acquisto dei beni degli enti ecclesiastici, espropriati dal regime e posti in vendita, e delle piccole comunità, in fase di alienazione a causa dei nuovi assetti politico-sociali nelle campagne. La ricchezza si riversò poi nei consumi e nell'adeguamento alle mode. Tuttavia le continue campagne militari causarono ampie crepe nella solida impalcatura imperiale napoleonica e quando, il 26 aprile 1814, le truppe austriache fecero il loro ingresso in Novara si avvertì un senso di sollievo poiché erano finite le guerre e gli esborsi in termini di denaro, materiali e uomini.

A seguito del congresso di Vienna (1814-1815) la città passò ancora una volta sotto il regno di Sardegna, e dunque entro i confini del Piemonte e per volere del re Vittorio Emanuele I (il principe si era sposato a Novara nel 1789) venne rimosso tutto quanto attuato durante il periodo napoleonico. Grande malcontento si ebbe nella classe borghese che vide gli aristocratici avanzare pretese su antichi privilegi. L'insofferenza sfocia nei moti del marzo 1821.

I novaresi non parteciparono al moto ma la città divenne un campo di battaglia nella fase finale dell'episodio rivoluzionario.



*Figura 11 - Battaglia della Bicocca*

L'8 aprile si verificò un breve scontro nei campi a sud di Novara, tra l'Agogna e la Bicocca, dove i lealisti appoggiati da truppe austriache sconfissero i costituzionalisti che si diedero alla fuga.

Il regno del nuovo sovrano Carlo Felice, nato nel segno delle repressioni di ogni aspirazione liberale, proseguì nel più rigoroso rispetto dei principi della restaurazione. Per mantenere sotto controllo il paese, il re non utilizzò solo metodi di polizia, ma rafforzò anche i legami personali con le classi dirigenti locali attraverso un giuramento di fedeltà che non venne percepito come l'obbligo di inchinarsi al volere del re ma come una sorta di riconoscimento del proprio ruolo e dei propri diritti.

Questo governo, conservatore ed assolutistico, da un lato scoraggiò qualsiasi rivolta politica e dall'altro fu garanzia di stabilità e tranquillità, condizione favorevole per lo sviluppo dei fermenti economici già manifestatisi nell'epoca napoleonica.

Con la salita al trono di Carlo Alberto, il 27 aprile 1831, si assistette ad una ristrutturazione dello Stato piemontese; vennero abbattuti i residui privilegi feudali, riordinata la giustizia (codici civile e penale), l'istruzione, la cultura e l'esercito. Si assistette anche ad una progressiva ascesa delle categorie sociali emergenti e diminuì il ruolo e il peso del clero. Venne dato un forte impulso al progresso agricolo e alle attività industriali avviando la progettazione e la realizzazione di infrastrutture.



*Figura 12 - Rappresentazione di truppe durante la battaglia della Bicocca*

Nel territorio novarese comparvero i primi cotonifici e le prime filature, mentre l'industria del laterizio, legata allo sviluppo edile, si adeguò per tecnica e dimensione alle esigenze di un massiccio incremento della domanda. I laboratori e le officine meccaniche assunsero maggiormente l'aspetto di fabbriche e venne aperta la prima scuola di arti e mestieri; si può quindi affermare che in questo periodo vennero poste le basi della futura "rivoluzione industriale".

Intorno al 1840 il re concede l'abbattimento delle fortificazioni dell'epoca spagnola, che impedivano alla città di svilupparsi come avrebbe voluto. A questi anni risalgono numerosi cantieri di costruzione e ristrutturazione di edifici pubblici e privati tra i quali il più importante e imponente è sicuramente quello per la Cupola di San Gaudenzio, aperto nel 1844 dall'architetto Alessandro Antonelli. Altri lavori furono la realizzazione della Barriera daziaria, denominata "Albertina", il palazzo sede della guardia civica, il monumento a Carlo Emanuele III e l'edificio della nuova scuola di arti e mestieri. In questi anni venne anche terminato il Palazzo della Borsa con tutte le sue strutture.

La prima guerra d'Indipendenza coinvolse in pieno Novara, che il 23 marzo 1849 divenne campo di battaglia. Le conseguenze della sconfitta, oltre alla dominazione austriaca fino al 26 agosto 1849, furono innumerevoli: perdita di uomini, distruzione di edifici e campi e continui saccheggi. Tuttavia, la città si rivelò capace di andare avanti senza troppi traumi, segno di una crescita economica e sociale molto robusta. Anche l'abdicazione di Carlo Alberto, avvenuta a Palazzo Bellini nella sera del 23 marzo 1849, seppur di rilevante importanza nel processo politico-diplomatico-





militare del Risorgimento, non influì sul piano dello sviluppo delle attività cittadine. Ulteriori grandi opere vennero realizzate, come ferrovie, strade e caserme.

Nel 1861, alla proclamazione dell'Unità d'Italia (dopo aver visto di nuovo la guerra da vicino nel 1859 e il passaggio di re Vittorio Emanuele II e dell'Imperatore Napoleone III) Novara si poté ormai definirsi una città e non più solo un borgo amministrativo avendo ormai superato i 25000 abitanti.

La crescita demografica ed economica della città e del suo territorio, secondo le dinamiche indicate proseguì per tutto il secolo, con delle battute d'arresto dovute a crisi cicliche o particolari, in linea con gli andamenti nazionali e internazionali.

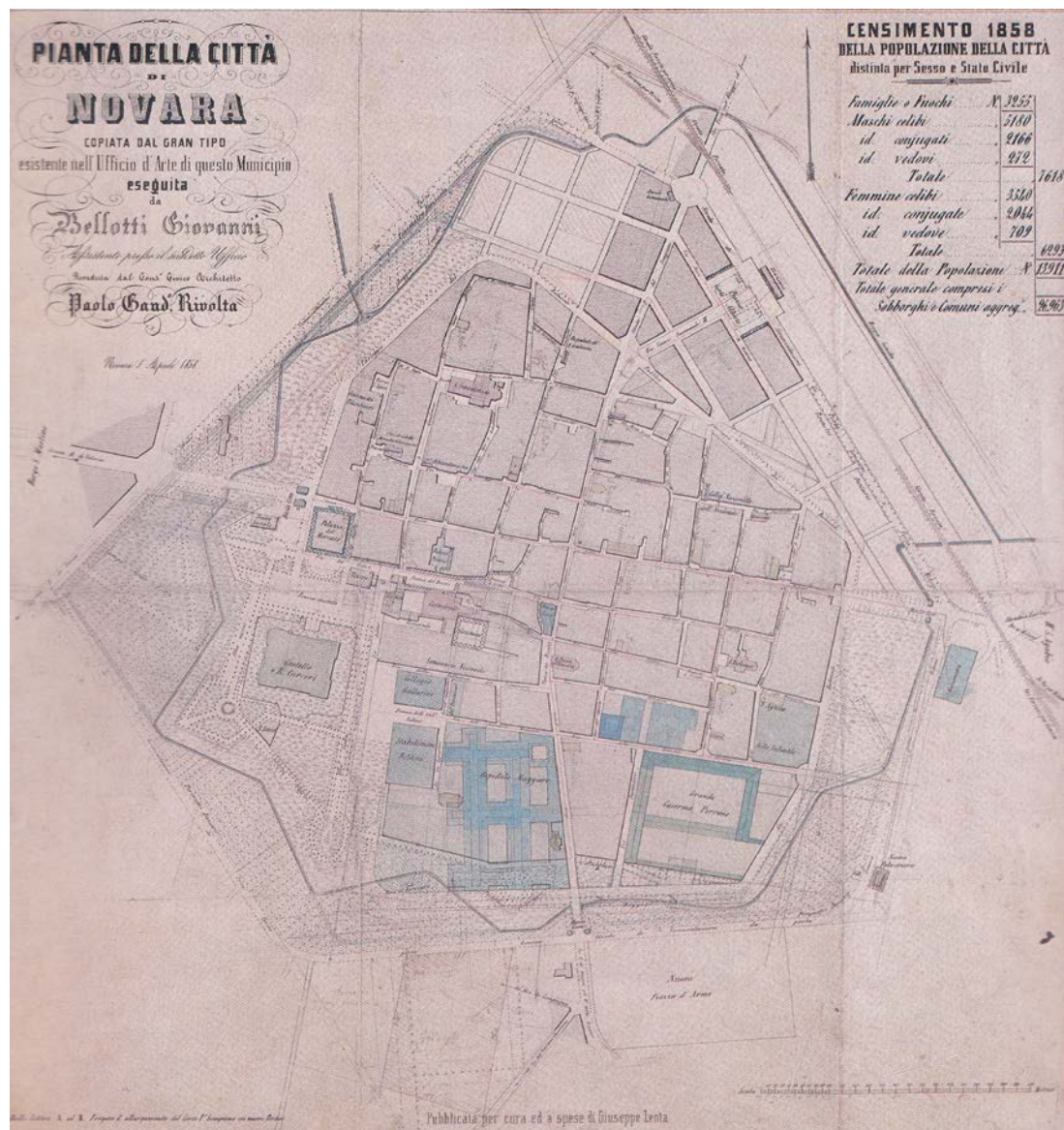


Figura 13 - Mappa del 1858 di Novara



Nacquero nuove industrie, canali di irrigazione (Cavour e Quintino Sella), magazzini, il padiglione centrale dell'Ospedale Maggiore (finito nel 1864), il nuovo Duomo antonelliano (1864-1869), la Cupola completata (1888), il ricostruito e ingrandito Teatro Coccia (inaugurato nel 1888), le grandi caserme (1885 – 1891). A fine secolo si raggiunsero i 40000 abitanti e il profilo della città cambiò completamente.

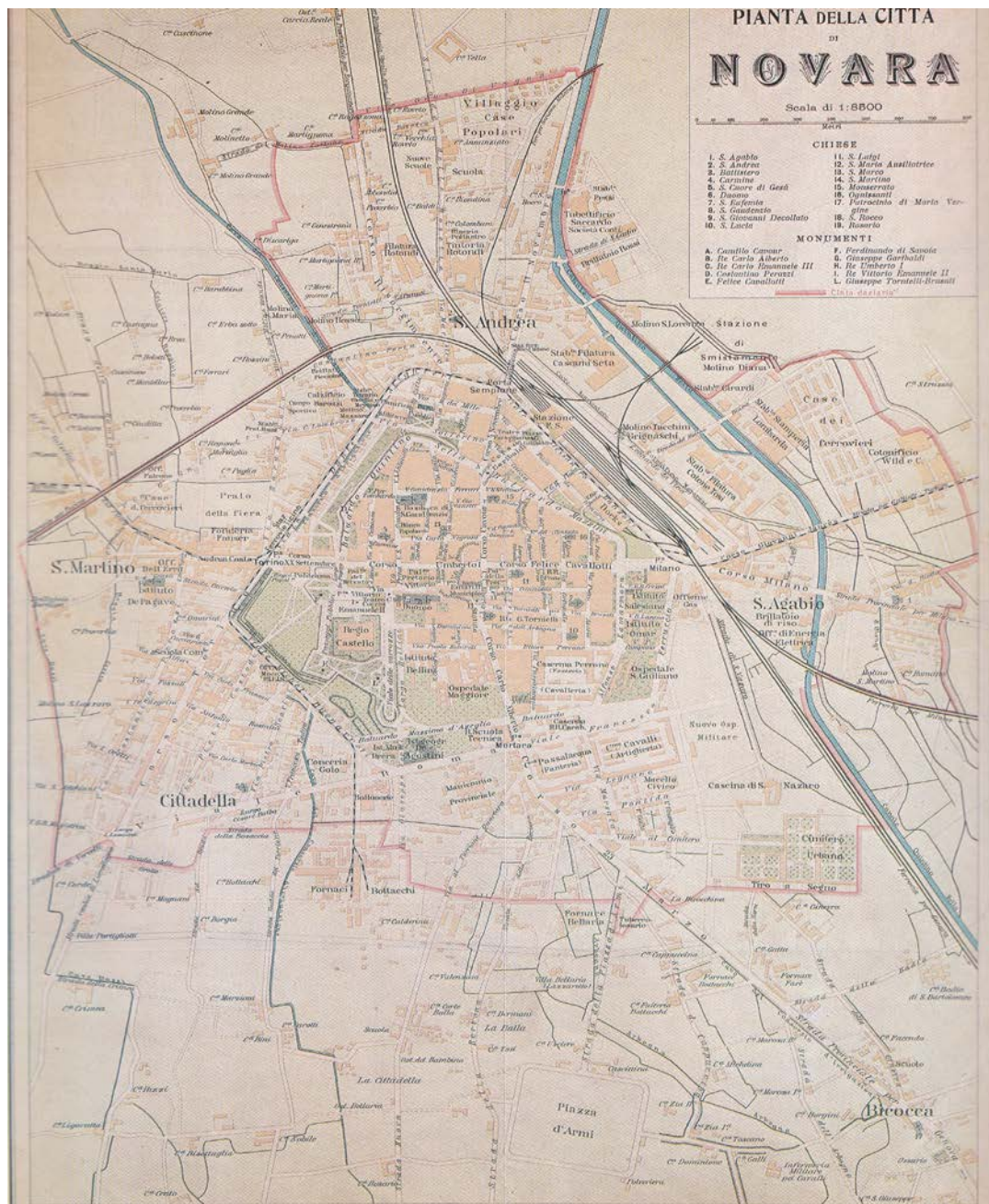


Figura 14 -Mappa del 1922 di Novara



### **2.3.2 Beni culturali novaresi ottocenteschi**

Durante il XIX secolo la città di Novara riesce a trasformarsi in un vero e proprio centro urbano, motore di attività commerciali e produttive, di sviluppo economico e edilizio, sede di istituti finanziari e di istruzione, luogo di promozione sociale e culturale, aspetti che la caratterizzano ancora oggi.

Nell'Ottocento la città fu caratterizzata da una intensa attività edilizia pubblica e privata, grazie al forte periodo di ripresa economica; gli interventi cominciarono nel 1841 con l'abbattimento delle mura spagnole e proseguirono per tutto il corso del XIX secolo. L'andamento positivo dell'economia non fu il solo elemento scatenante; ciò che determinò il nuovo assetto urbano fu anche la riscoperta dei valori civici municipali, basati su una nuova e più consapevole conoscenza storica che coinvolgeva in misura sempre maggiore il ceto borghese e imprenditoriale.

In ambito architettonico la figura di maggiore spicco fu certamente quella di Alessandro Antonelli, ideatore dei progetti urbani più prestigiosi del tempo; a lui si deve la Cupola della Basilica di San Gaudenzio e l'attuale Duomo, oltre che l'ampliamento dell'Ospedale Maggiore della Carità, di Casa Avogadro, di Casa Giovannetti in corso Cavour e di Casa Bossi.

Durante la seconda metà dell'Ottocento vennero costruiti altri edifici: la stazione ferroviaria, la sede dell'Istituto di Arti e Mestieri Bellini, l'ampliamento e sistemazione del cimitero urbano, la realizzazione su progetto di Luigi Broggi della piramide dell'Ossario in ricordo della battaglia della Bicocca del 23 marzo 1849, la costruzione del Teatro Coccia. Espressioni dell'architettura romantica neo-gotica sono identificabili nelle costruzioni in cotto di Casa Silvia in via Torielli e nel Collegio Gallarini, oltre che in edificazioni di palazzi nobiliari come Palazzo Faraggiana in via Gaudenzio Ferrari, oggi sede del Museo di Storia Naturale Faraggiana Ferrandi.

In opposizione a quanto accadeva nel centro della città, nella zona posta a sud vennero edificate le caserme: Caserma Perrone, Caserma Passalacqua e Caserma Cavalli.

Nella successiva mappa si possono identificare i beni sopraelencati, di cui si darà una breve descrizione in seguito.

**Arch. Alessandro ANTONELLI (1798-1888)**

- 1 1832/36 - Altare maggiore della Cattedrale
- 2 1836 - Facciate delle ex chiese di S. Maddalena e S. Agnese (mai realizzate)
- 3 1840 - Rinnovo di Palazzo Avogadro
- 4 1841-1844/45-1858/64-1872/78-1882/85 Cupola di S. Gaudenzio
- 5 1841 - Barriera per Porta Milano (mai realizzata)
- 6 1841 - Ricostruzione di Casa Stoppani (demolita)
- 7 1844/48 - Casa Giacomo Giovanetti
- 8 1850 - Ampliamento dell'Ospedale Maggiore
- 9 1854/68 - Duomo di Novara
- 10 1856/62 - Infermerie dell'Ospedale Maggiore
- 11 1857 - Portici della stazione ferroviaria (mai realizzati)
- 12 1858 - Teatro (mai realizzato)
- 13 1857/64 - Casa Desanti/Bossi

**Arch. Luigi ORELLI (1768-1843)**

- 1 1817/42 - Palazzo del Mercato
- 2 1803/09 - Progetto per l'area del Cimitero
- 3 1806 - Progetto dell'Archivio Notarile nell'ex convento della Maddalena
- 4 Dal 1808 - Progetti per i cimiteri di alcuni quartieri di Novara
- 5 1824 - Biblioteca per l'Archivio Notarile nell'ex convento della Maddalena
- 6 Ristrutturazione dell'isolato di S. Agnese - della Munizione
- 7 Palazzo Falcone (c.so Cavallotti, angolo via S. Pellico)
- 8 Collegio Gallarini

**Arch. Paolo Lorenzo RIVOLTA (1818-1873)**

- 1 1846 - Progetto per la facciata di Casa Isola (via A. Costa)
- 2 1849 - Sistemazione per Palazzo Civico di Novara
- 1850 - Sistemazione della zona retrostante
- 1856 - Progetto per il monumento a Carlo Alberto
- 3 1850 - Perizia per la sistemazione del Collegio Convitto Nazionale
- 4 1850 - Vestibolo antistante la chiesa del Rosario per il Venerdì Santo
- 5 1854 - Ristrutturazione di Casa Cerri (p.za Gramsci, angolo via Tornielli)
- 6 1855 - Facciata della chiesa del Monserrato
- 7 1856 - Progetto per l'ampliamento di C.so Cavour
- 8 1856 - Facciata di Casa Isola (p.za Garibaldi)
- 9 1857 - Casa Elena (c.so Cavour, 10)

**Arch. Stefano Ignazio MICHELONI (1765-1837)****Giovanni Antonio MICHELONI (1796-1852)**

- 1 1790 - Chiesa dei SS. Michele Arcangelo ed Antonio Abate nell'Ospedale Maggiore (ora magazzino)
- 2 1790/1833 - Primo ampliamento dell'Ospedale Maggiore (seguirà poi quello antonelliano)
- 3 1793 - Rifacimento della facciata di Palazzo Leonardi
- 4 1808/35 - Ponte sul Ticino
- 5 Opere a S.Gaudenzio
- 1811 - Altare del Crocifisso
- 1820 - Monumento al Conte Carlo Gaudenzio Bellini
- 1829 - Altare di S. Adalgiso
- 6 1825 - Riplasmazione di Casa Giacomo Giovanetti
- 7 Opere al Duomo
- 1826/27 - Restuaro della cella campanaria
- 1831 - Ricostruzione del presbitero e del coro
- 8 1828 - Cappella del Seminario - Chiesa dell'Annunziata
- 9 Restauro della facciata dell'Ospedale con inserimenti del portale
- 10 1836/44 - Ampliamento del Collegio Gallarini (figlio)
- 11 1842/48 - Ampliamento dell'infermeria donne all'Ospedale Maggiore (figlio)

**Arch. Antonio AGNELLI (1788-1865)**

- 1 1831 - Progetto per la ristrutturazione del Teatro
- 1837 - Sistemazione della contrada e di P.za Duomo (rivisto nel 1888 per la ristrutturazione del Teatro Coccia)
- 2 1836 - Progetto per la Barriera Albertina (Porta Torino o Vercellina)
- 3 1838 - Pavimentazione della Basilica di S.Gaudenzio e del presbitero
- 4 1843 - Progetto per i Baluardi della città
- 5 1863 - Ampliamento dell'Istituto De Pagave

**Ing. Antonio BUSSER (1795-1872)**

- 1 1850 - Progetto per la facciata del Palazzo Della Porta de Carli
- 2 1836 - Facciata della ex chiesa della Maddalena - Archivio Notarile
- 3 1863 - Ampliamento dell'Istituto De Pagave

**Don Ercole MARIETTI (1825-1906)**

- 1 Dal 1854 - Collegio Gallarini, modifiche al progetto di Micheloni
- 2 1858 - Casa Silvia (via Tornielli)
- 3 1860 - Muro di cinta in baluardo Quintino Sella
- 4 1887 - Arco di accesso al cortile interno del Palazzo Episcopale
- 5 Portale di casa posta in p.za Santa Caterina da Siena

Figura 15 - Principali edifici della Novara Ottocentesca



### **Cupola di San Gaudenzio**

L'idea di fornire un coronamento monumentale alla Basilica di San Gaudenzio era nell'aria praticamente da sempre, ma sarà solo dopo il 1825 che si creeranno le condizioni ideali per poter finalmente metter mano al progetto. In quell'anno il re Carlo Felice di Savoia concesse alla Fabbrica Lapidea, il diritto di usufruire dei proventi derivati dall'imposta del sesino e nell'arco di qualche anno riuscirono così a reperire i fondi per poter dare inizio ai lavori.

Nel 1840 i fabbricieri presero contatti con l'Antonelli e gli affidano la costruzione della Cupola.

La prima versione della Cupola è molto diversa dalla cupola-torre di 121 metri che oggi svetta sulla città, frutto di diversi progetti e di numerose modifiche apportate dall'architetto durante gli oltre 40 anni di cantiere.

L'esterno della struttura è scandito da una geometria di vuoti e di pieni e da due colonnati che contribuiscono a dare la sensazione di ancora maggior slancio. La Cupola è sostenuta da quattro coppie di archi in muratura che, disposti a quadrato, vanno ad innestarsi sui pilastri d'angolo del presbiterio tardo-cinquecentesco.

L'impresa costituisce un unicum nella storia dell'architettura mondiale e rappresenta una delle strutture murarie più ardite mai concepite. I lavori vennero completati entro il 1887, anno in cui il vescovo poté celebrarne la conclusione durante la festività patronale. Le operazioni di consolidamento di volte e sottofondazione proseguirono comunque fino all'anno successivo.



*Figura 16 - Cupola e Basilica di S. Gaudenzio*



### **Casa Bossi**

Casa Bossi di Novara è tra gli edifici di maggiore interesse in città. Riconosciuta dagli studiosi come uno dei maggiori esempi di architettura civile, Casa Bossi è sita in posizione elevata, lungo il margine occidentale della città. L'edificio non si rivolge verso il contesto urbano, bensì verso il vasto paesaggio sottostante. Di notevole interesse sono le soluzioni progettuali operate dall'Antonelli all'interno dell'edificio. I vari ambienti sono stati realizzati tenendo conto della destinazione d'uso; anche l'impianto decorativo è diverso da zona a zona, determinando un forte impatto emotivo nel visitatore. Il succedersi dei proprietari, dopo la morte del committente, Luigi Desanti, fece sì che l'edificio venisse deturpato in molte delle sue parti, cadendo in uno stato di totale abbandono. Arredi originali e decorazioni sono stati oggetto di varie incursioni da parte di vandali.



*Figura 17 - Casa Bossi*

### **Barriera Albertina**

Nel 1836, a seguito della decisione di demolire le quattro porte urbane, si decise di sostituirle con delle strutture architettoniche aventi funzione di caselli daziari. La prima ad essere realizzata fu quella per l'ingresso di ponente.

Il progetto fu realizzato dall'ing Antonio Agnelli, membro della commissione di Pubblico Ornato dal 1833 che inserì tale intervento in un più ampio disegno urbanistico volto a risolvere i problemi di collegamento tra il nucleo antico della città e i borghi periferici in espansione. L'area di accesso di ponente venne ridisegnata prevedendo due edifici gemelli, simmetricamente orientati, uno destinato al Servizio di Guardia e il secondo per l'aroscossione del Dazio, con i rispettivi prospetti principali a delimitare la strada carrabile di attraversamento della città. La nuova barriera doganale venne collocata al termine della lunga e stretta Strada Regia, oggi



*Figura 18 - Barriera Albertina*

via XX Settembre, e venne dedicata a Carlo Alberto. I due manufatti hanno pianta quadrata, un solo piano e copertura piana; un pronao esastilo di ordine dorico, coronato da un timpano; i muri esterni sono caratterizzati da un liscio bugnato che in direzione est ed ovest è interrotto da lesene doriche che separano le finestre.

### **Palazzo della Borsa**

Tale manufatto nasce dall'esigenza della città, all'inizio dell'Ottocento, di avere una adeguata sede del mercato. Nel 1816 venne incaricato l'ing. Luigi Orelli per la realizzazione di un nuovo mercato dei grani; inizialmente doveva essere solo un grande porticato per proteggere merci e persone, ma via via il progetto si ampliò in un grande edificio a pianta quadrilatera su due piani con un ampio cortile interno.



*Figura 19 - Palazzo della Borsa*

L'attuale Palazzo del Mercato venne realizzato tra 1817 e 1844 in una successione di interventi che partirono dal nucleo originale denominato Basilica Mercuriale di Novara. Il palazzo, denominato Palazzo Orelli o Palazzo del Mercato, si affaccia sul lato settentrionale di piazza Martiri della Libertà, ed è dotato di un elegante porticato che corre su tutti e quattro i lati. Sul lato sud, verso piazza Martiri della



Libertà, sono ancora visibili le palle di cannone che colpiscono l'edificio nel 1849, durante il bombardamento della città da parte delle artiglierie austriache a seguito della Battaglia della Bicocca, avvenuta il 23 marzo nelle campagne attorno Novara. Nei primi anni '60 del Novecento il grande cortile interno e parte del palazzo subirono importanti lavori che portarono alla realizzazione dell'attuale salone per la contrattazioni merci e, nel seminterrato, dell'auditorium della Camera di Commercio di Novara. Oggi nell'edificio trovano sede, oltre alla Sala Borsa e all'auditorium, diversi uffici, negozi e attività di ristorazione.

### **Teatro Coccia**

Il primo teatro di Novara venne inaugurato nel 1779 e fu eretto su progetto dell'architetto pontificio Cosimo Morelli; col passare degli anni la struttura non si rivelò più adatta alle esigenze teatrali del tempo.

Inoltre, l'esigenza di avere nuovi simboli che testimoniassero la crescita della città portò alla costruzione tra il 1853 e il 1855 del Teatro Sociale il quale entrò subito in competizione con quello più antico.



*Figura 20 - Teatro Coccia*

Nel 1880 l'amministrazione comunale stabilì l'acquisto del teatro Sociale e del morelliano, che nel frattempo era stato denominato Teatro Coccia in onore di Carlo Coccia, celebre maestro di cappella del Duomo di Novara. L'obiettivo era quello di demolire entrambi i teatri e realizzarne uno nuovo; dopo varie vicissitudini si riuscì ad edificare il nuovo Coccia su progetto dell'architetto Oliviero.

Nel 1888 venne inaugurato il nuovo teatro che ha ingresso su via Fratelli Rosselli. La facciata principale ha un primo piano in stile dorico e i successivi in stile ionico ed è circondata da un porticato in granito rosa di Baveno mentre l'esterno è dipinto di





color grigio granito. La grande sala interna, a ferro di cavallo, ha tre ordini di palchi al di sopra dei quali vi è la galleria.

### **Collegio Gallarini**

Il Collegio Gallarini, attuale conservatorio di Novara intitolato a Guido Cantelli (direttore d'orchestra novarese prematuramente scomparso), nasce sulla precedente struttura settecentesca, già conosciuta come "casone" o "ospedale degli spagnoli". Lo stabile, dopo essere stato adibito ad ospedale divenne convitto con scuole interne nella parrocchia di Santa Croce. Nel 1831 vennero eseguiti dei lavori di ristrutturazione su progetto dell'ing Stefano Ignazio Melchioni e si conclusero nel 1844. L'edificio ha pianta quadrata con una corte interna suddivisa da una bassa manica longitudinale e da un corpo che si sviluppa verso ovest; la facciata è abbellita da un timpano e da lesene, in altezza si sviluppa su due piani con grandi ambienti coperti da volte in muratura. Nel 1880 venne realizzato un ampio dormitorio sul lato di ponente, sede dell'attuale conservatorio. Nel 1883 si allungò il refettorio e si costruì un locale adiacente all'abitazione del rettore provvisto di finestrelle da cui egli poteva comodamente controllare tutti gli accessi dai cortili interni stando seduto alla scrivania. Dal 1915 al 1920 il Collegio fu utilizzato come ospedale militare, mentre nel 1945 fu requisito e occupato dai partigiani. Dopo un periodo di decadenza tra il 1982 e il 1986 fu ristrutturato e divenne sede del conservatorio.



*Figura 21 - Conservatorio Gallarini*

### **Duomo**

Il Duomo o Cattedrale di Santa Maria Assunta di Novara è un maestoso monumento di gusto neoclassico eretto nel periodo fra il 1863 e il 1869 secondo il progetto dell'architetto Alessandro Antonelli. Situato nel pieno centro di Novara in Piazza



della Repubblica dove vi era in precedenza una cattedrale romanica dell'XI-XII secolo della quale, dopo la demolizione, rimase parte del mosaico del pavimento del presbiterio. Cirscritto da un colonnato sul lato prospiciente la piazza, l'ingresso si trova sotto un pronao, formato da quattro massicci pilastri con capitelli corinzi, che sostengono il frontone di forma triangolare. Internamente la pianta è in tre navate divise da maestose colonne di stucco marezzato di colore giallo-ocra: la navata principale ha la volta a botte, mentre quelle laterali hanno una copertura a calotta per ogni arcata.



*Figura 22 - Duomo di Novara*

### **Palazzo Avogadro**

Il palazzo, oggi sede novarese della Camera di Commercio, venne eretto all'inizio del XVIII. La proprietà passò sul finire del medesimo secolo alla casata degli Avogadro che decisero nel 1840 di restaurarlo affidando il progetto all'architetto Antonelli. L'architetto ingrandì le aree abitabili e di modificare l'aspetto esteriore del palazzo, sopraelevandolo di un piano; purtroppo alcuni interventi sono andati perduti a causa dell'ammodernamento per l'insediamento della Banca d'Italia nel 1930.

### **Archivio di Stato**

Gli edifici che oggi identifichiamo come Archivio di Stato derivano dall'esigenza di ricollocazione delle monache di Santa Maria Maddalena che dal sobborgo di San Gaudenzio si insediarono all'interno della città. Vennero realizzati una serie di edifici ed una nuova chiesa, ancora oggi visibile in corso Cavallotti, angolo via dell'Archivio. Alla fine del Settecento, sia per l'incameramento dei beni religiosi da parte del Demanio sia per l'unificazione forzata del monastero della Maddalena con



quello dirimpetto di Sant'Agostino, il complesso monastico si trasformò in caserma per le truppe di passaggio. All'inizio dell'Ottocento l'intera area venne frazionata: una parte divenne Liceo e l'altra, dopo un intervento dell'ing. Luigi Orelli, Archivio Notarile. Nel 1970 tali locali vennero destinati all'Archivio di Stato di Novara.



POLITECNICO DI MILANO

Scuola di Architettura Urbanistica Ingegneria delle Costruzioni



## CAPITOLO 3

# ALESSANDRO ANTONELLI

### 3.1 La vita e le opere

#### 3.1.1 Origini e primi studi

Alessandro Antonelli nacque a Ghemme (NO), il 14 luglio 1798 dall'avvocato Costanzo e dalla signora Angiola Bozzi. Nonostante la famiglia risiedesse a Ghemme, le origini degli Antonelli appartengono al Comune di Maggiora, dove si stabilirono da Roma.



*Figura 23 - Fotografia A. Antonelli e quadro raffigurante la sua famiglia*



Alessandro Antonelli, secondogenito di una numerosa famiglia, dopo i primi tre anni di studio presso il seminario di Orta San Giulio, si trasferì a Milano con la famiglia e qui seguì il ginnasio ed il liceo e poi studiò disegno presso l'Accademia di Brera.

Nel 1861, in seguito alla morte del padre, si trasferì a Torino per gli studi universitari. Nella città piemontese, oltre a seguire lezioni private di geometria descrittiva nel Collegio Caccia, si dedicò, in particolare, allo studio del disegno e dell'architettura, senza tralasciare gli altri rami dell'insegnamento e acquisendo buoni fondamenti di matematica e meccanica. Si laureò in architettura alla Regia Scuola di Architettura nel 1824.

Il primo impiego lo svolse presso gli uffici del Demanio, dove si occupò dei disegni e dei lavori di costruzione del Palazzo della Curia Maxima di Torino. Fu compito del giovane architetto ricavare i disegni di esecuzione dal modello ligneo risalente all'epoca di Juvarra, dopo che i disegni originali furono perduti. Nel 1825 firmò il suo primo progetto, la palazzina del medico Ignazio Porta Bava.

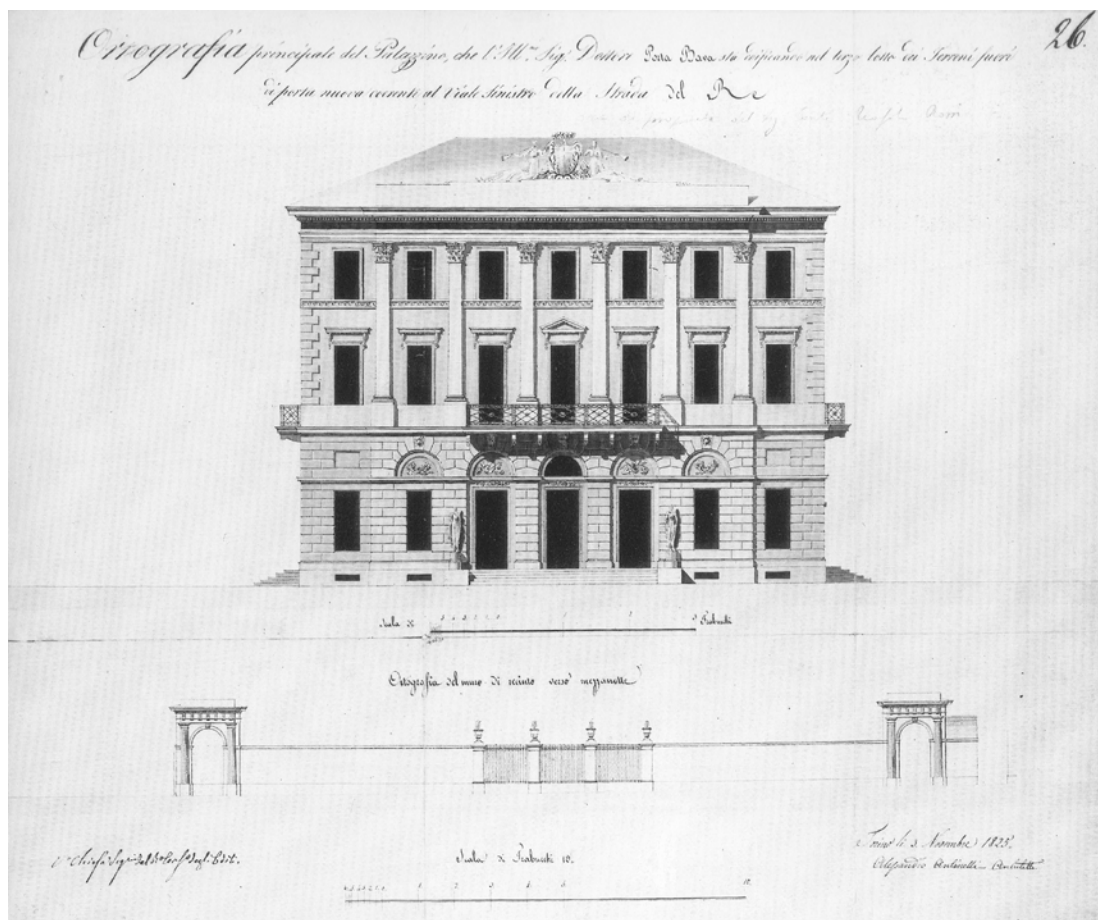


Figura 24 - Progetto Palazzina Porta Bava, 1825



In quegli anni iniziò a sviluppare alcuni dei suoi più importanti progetti: il Santuario di Boca e il progetto per la Piazza Castello di Torino (mai eseguito).

Durante il marzo 1826, proprio allo scadere del limite d'età, vinse la borsa di studio "Pensione a Roma" con il progetto "Biblioteca": un grande edificio a pianta quadrata, diviso da una croce interna di gallerie, con cupola assiale, in quattro cortili quadrati. Questo premio gli consentì di recarsi a Roma e studiare alla Scuola degli Ingegneri tra il 1826 e il 1831.

Il bilancio di questa prima formazione non è molto rilevante: all'accademia di Brera Antonelli apprese le nozioni del disegno neoclassico e sin da subito si notò in lui una certa precisione e passione per il disegno.

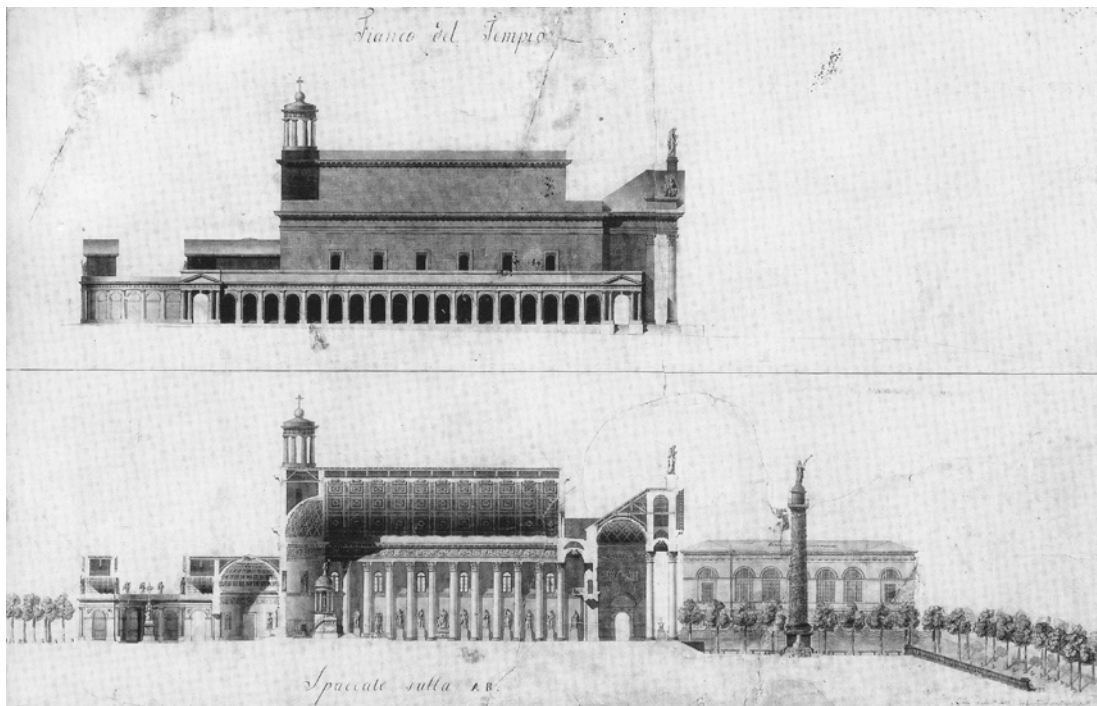


Figura 25 - Progetto Santuario di Boca, 1827

Di tutt'altro stampo è invece il risultato degli studi universitari torinesi dove, come in molte altre università, la componente fisico-matematica aveva richiesto sviluppi teorici particolari favorendo lo sviluppo di quel dualismo fra architetto pratico e architetto teorico.

La fase storica della prima restaurazione a Torino, monotona e senza stimoli, segnò molto il carattere di Antonelli che, nell'intento di sopportare un'esistenza dura e incerta, si dedicò al lavoro come solo mezzo di vita e riscatto.



### La formazione romana

Roma era la “Capitale delle arti”, quasi una Parigi di fine ‘800, e la presenza di un architetto piemontese a Roma, per seguire corsi di perfezionamento in architettura, non era una novità per il periodo. I maggiori architetti piemontesi furono legati ad una formazione fuori dalle proprie mura che si concludeva con la professione nella terra di origine; furono pochissimi quelli che raggiunsero una fama internazionale e si sottrassero alla ferrea legge di lavoro.

Negli anni romani, Antonelli approfondì gli studi di geometria descrittiva e frequentò la Scuola degli Ingegneri, dove, grazie all’istituzione di uno dei primi laboratori di prove sui materiali di costruzione, si avvicinò ai progressi realizzati negli studi sperimentali di tecnologia. I risultati, assolutamente attendibili per la serietà dei procedimenti descritti, inducevano a proporre elevati indici di sicurezza per il grande divario riscontrato nella resistenza dei materiali da costruzione (calce e mattoni) che erano ancora prodotti artigianalmente. Si poteva quindi giungere, con una certa precisione, al dimensionamento dei piedritti, mentre la verifica della stabilità delle volte era ancora lontana dal rigore odierno.

Sempre a Roma, Antonelli seguì dei corsi all’Accademia di San Luca, lezioni essenzialmente grafiche che comprendevano un corso, diremmo oggi, di tecnica delle costruzioni. A Roma in quel periodo, gli esempi di architetture nuove non erano molti; al contrario, di notevole interesse, furono le opere iniziate dal Simonetti e da P. Camporese nei Musei Vaticani e poi continuate da G. Camporese autore dell’“atrio dei quattro cancelli” e della “sala della biga” e l’ala nuova del Museo Chiaramonti opera di R. Stern. Antonelli renderà una sua peculiarità architettonica, specie negli interni, questi locali a volta dalle pareti percorse da fini decorazioni architettoniche. In questo periodo Antonelli ebbe rapporti di amicizia con molti distinti artisti italiani e stranieri (razionalisti della “Jeune France” e “puristi”) che come lui erano a Roma per motivi di studio, ciò influì sulla formazione artistica più dell’insegnamento dei maestri.

### Primi progetti di Antonelli

Il breve tirocinio di Antonelli, prima della partenza per Roma, comprese, come già accennato, alcuni lavori a Torino ed a Maggiore.

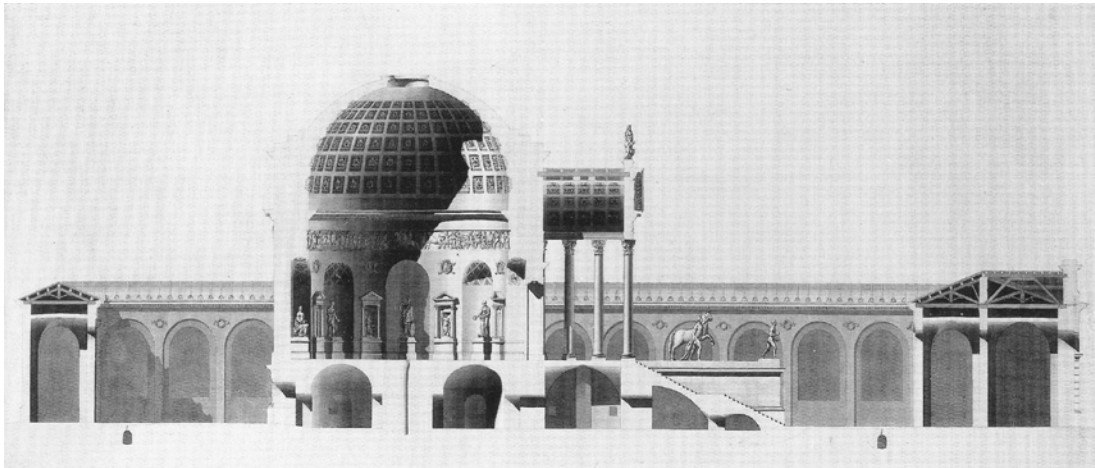
Dal 1824 in poi egli collaborò con I. Michela per il completamento della Curia Maxima e nel 1825 lavorò alla realizzazione della Villa Porta Bava. Nel 1826 si firmò





*“Architetto pensionato di S. M. a Roma”* in un disegno per l'ingresso allo Scurolo di S. Agapito nella chiesa di Maggiore, che era rimasto incompiuto con la morte dell'abate Zanoja (1752-1817). Nello Scurolo di Maggiore (terminato solo nel 1838) è antonelliana la scala di accesso e l'area centrale.

In quegli anni Antonelli era “Pensionato a Roma” e i timbri “Aequa potestas” distinguono i suoi disegni realizzati all'Accademia di San Luca. Il progetto di “Vasca battesimale” (che ricorda quella eseguita nel '26 dal Valadier per la chiesa di S. Maria Maggiore) ed il “Tempio di Giove Ultore” del 1827, (cupola dedotta dal Pantheon, circondata da portico rettangolare: schema vicino alla Chapelle Expiatoire costruita dal Fontaine per Luigi XVIII) sono tra i “saggi annuali” (ovvero progetti dovuti dagli allievi “pensionati a Roma”) presentati a Torino.



*Figura 26 - Progetto di restauro del Tempio di Giove Ultore, 1827*

Di maggiore interesse sono gli esercizi scolastici minori: un “Forno per la calcinazione continua della pietra calcare”, segno di una certa attenzione ai problemi di ingegneria; un “Ingresso di Villa”, segnale di architettura di prima classe con protiri a colonne ioniche lisce e pareti a leggero bugnato; un “Faro” a forma di colonna rostrata; la “Cappella a forma di piramide” con portico a colonne ioniche e con campanile ricavato nella cuspide; un teatro di stereometrica impostazione, con “Sala a ferro di cavallo” ed un progetto di “Sala delle feste” completano la serie dei saggi annuali, insieme a due studi di gran mole: il santuario di Boca ed il progetto di Piazza Castello.

Il progetto iniziale per Boca risale al 1830, quando attorno a un crocifisso miracoloso si voleva innalzare una basilica; l'architetto novarese A. Agnelli, autore della Barriera



Albertina di Novara, aveva costruito alcuni portici che si volevano conservare quindi, nel primo progetto per Boca, Antonelli pensò di incorporare tra due porticati paralleli, chiusi nel fondo ad esedra, una vasta chiesa (preceduta magari da colonne traiane) con pronao a colonne, coperto da tetto tagliato a leggio. La chiesa di Boca, come la successiva cattedrale di Torino, è a schema basilicale con due file di fitte colonne. La copertura è costituita da una gran volta a botte, di 17 metri di luce e ai lati dell'abside vi sono due campanili.

Il “Piano Generale delle opere proposte per la decorazione della Piazza Castello di Torino” fu presentato all'Accademia di Belle Arti di Torino nell'autunno del 1831, come saggio dell'alunnato di perfezionamento in architettura, tenuto a Roma. Antonelli prevedeva la demolizione dell'attuale palazzo del Governo, probabilmente della Galleria Beaumont e di palazzo Madama. La facciata juvaresca doveva essere smontata e rimontata in nuova posizione, secondo un procedimento ingegnoso e inedito. Al posto dei vecchi edifici dovevano sorgere: la nuova Cattedrale, la sede degli Uffici, la Pinacoteca, l'Accademia di Belle Arti, ecc. Il progetto pubblicato a Milano, valse l'iscrizione di Antonelli ad alcune Accademie di Belle Arti dell'Italia Settentrionale.

Il progetto non rappresenta una semplice esercitazione scolastica, ma è già un modo di vedere i problemi architettonici e urbanistici. L'asse dell'attuale via Roma è rispettato, con la focale su Palazzo Reale: è realizzata una seconda simmetria nella grande piazza, e la cattedrale è impostata sul nuovo asse. Simmetrica alla piazzetta reale, nasce così un'altra piazzetta per gli uffici.

L'unità reggia-cattedrale è conservata, e così, senza demolizioni, la cappella della Sindone: si realizza una nuova unità reggia-uffici-accademia-pinacoteca.



Figura 27 - Progetto delle decorazioni di Piazza Castello a Torino, 1827



### 3.1.2 La maturazione stilistica di Antonelli

Antonelli venne influenzato non solo dal gusto decorativo romano, affermato nelle nuove sale dei Musei Vaticani, ma anche dal repertorio decorativo dell'Italia settentrionale, specie da quello lombardo. Tra gli architetti milanesi, Giovanni A. Antolini (1753-1842) fu la figura più importante per la formazione antonelliana: le sue idee elementari di architettura civile presentavano un semplice ed aggiornato panorama di problemi architettonico-costruttivi.

Altri professionisti Novaresi segnarono l'architettura di Antonelli: l'ingegnere ticinese S. Melchioni (1765-1837), maggiore del Genio, che disegnò il Palazzo Morozzo di corso Cavour a Novara, l'Orfanotrofio Dominioni, la chiesa del Seminario, e due altari a S. Gaudenzio. Particolarmente importanti per Antonelli furono le seguenti opere: lo Scurolo del B. Pacifico a Cerale (1818); il grande Ponte sul Ticino a Trecate, con i due posti di guardia alle testate e alcuni lavori nel Duomo di Novara (l'altare di S. Lorenzo e il nuovo presbiterio, costruito demolendo quello romanico). Deve essere anche ricordato l'ingegnere A. Busser, più vecchio di Antonelli, ma legato a lui da una grande amicizia, che ebbe modo di dimostrare nell'intricata vicenda legata alla costruzione della Cupola di S. Gaudenzio.

Figure di poco rilievo sono per l'Antonelli: Agnelli, che nel 1837 costruì la barriera C. Alberto in ordine ionico e Orelli, autore dell'immenso e ordinario palazzo del Mercato (1817 -1840) e dell'Ospedale di S. Giuliano (1823).

Al ritorno di Antonelli da Roma il tono della vita torinese non era essenzialmente mutato. Agli inizi della restaurazione, i lavori interrotti per la venuta dei Francesi e la crisi successiva, vennero ripresi in gusto tardo barocco e tardo Luigi XVI. Prima dei piani di ampliamento, la città non poteva avere sviluppo, e poiché si preferiva il discreto decoro alle moderne forme neoclassiche, si preferì scegliere uno stile classico-barocco, moda che continuerà per decenni.

Presto la città si ampliò e nel 1817 iniziarono i primi lavori: progetti sobri con temi semplici e professionisti come Antonelli, progettarono una serie di abitazioni destinate ad essere affittate.

L'inserimento di Antonelli nella vita piemontese non fu rapido: il motivo principale poteva essere la diffidenza verso chi aveva fatto gli studi a Roma e pareva abituato a nobili temi, ma, in realtà, fu forse la mancanza di appoggi familiari, utili per entrare nella società torinese o negli ambienti di corte. Antonelli si trovava infatti meglio nel

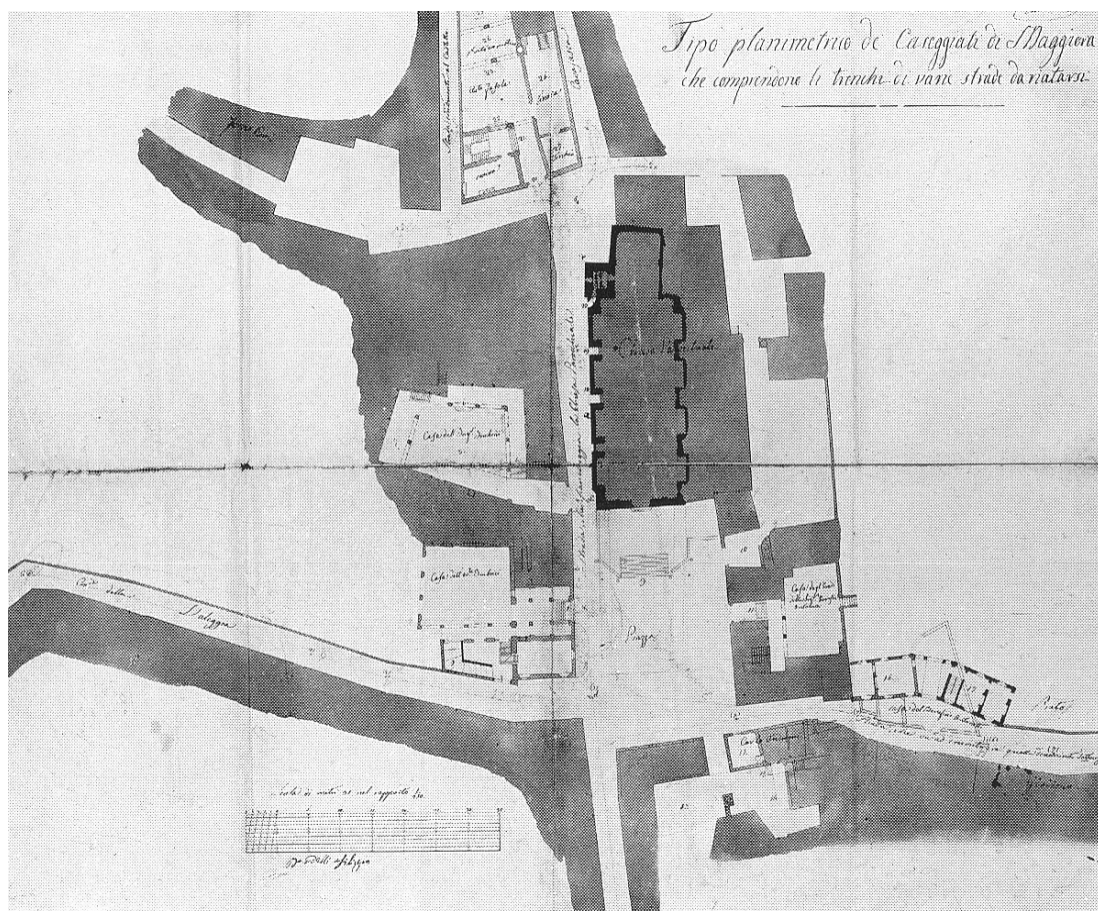


Figura 28 - Progetto della viabilità della Città di Maggiore, 1834

novarese, e specialmente a Maggiore, dove poteva essere ascoltato e lavorare con una certa autonomia.

Nel 1836 fu nominato professore all'Accademia Albertina di Belle Arti, egli regalò al Corpo Accademico i suoi disegni romani e qui insegnò contemporaneamente Architettura e Prospettiva. Nominato Accademico Nazionale nel 1842, si sposò nel 1843 ed ebbe due figli: Costanzo e Angiola. Costanzo, laureato in ingegneria, collaborò sempre con il padre.

Antonelli, nel corso della sua prima attività, verificò sul campo le basi della propria formazione e realizzò le opere migliori dell'architettura italiana dell'800.

Tra le sue prime opere eccelle la chiesa di Bellinzago: dall'interno in ordine corinzio, concluso fino nei più bei particolari decorativi, all'esterno rimasto incompiuto (l'Architetto aveva in mente di fare una grande guglia isolata). In quest'opera l'idea distributiva, la struttura, il gusto d'insieme sono sintetizzati in una visione larga e unitaria: grandi sistemazioni urbanistiche, rimaste anch'esse incompiute, vennero

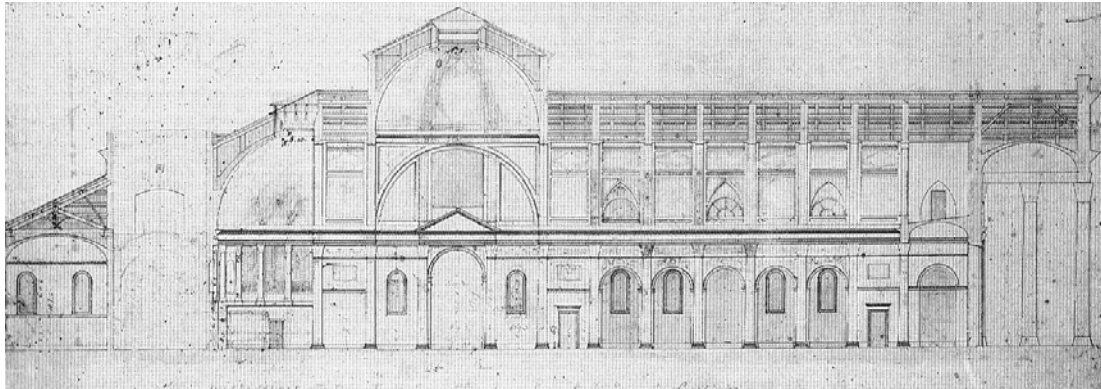


Figura 29 - Progetto della Chiesa di Bellinzago Novarese, 1836

realizzate più tardi, con varianti disegnate dallo stesso Antonelli. È importante notare come il cortile della canonica di Bellinzago sia visto come ambiente pubblico, come piazzetta porticata.

### Disegni antonelliani aulico-commemorativi.

In questo gruppo si includono i progetti destinati a temi tipicamente consoni al gusto ottocentesco: quelli che implicano una dimostrazione teatrale, esteriore, melodrammatica, dei problemi politico-religiosi della nuova borghesia.

Antonelli non fu in tutto “uomo del suo tempo”, preferì piuttosto stupire: costruì la Mole. Diventarono trascurabili altre sue opere quali: il progetto di “Galleria di opere d'arte moderna da elevarsi sulla metà opposta della piazza Carlo Alberto”, (progetto

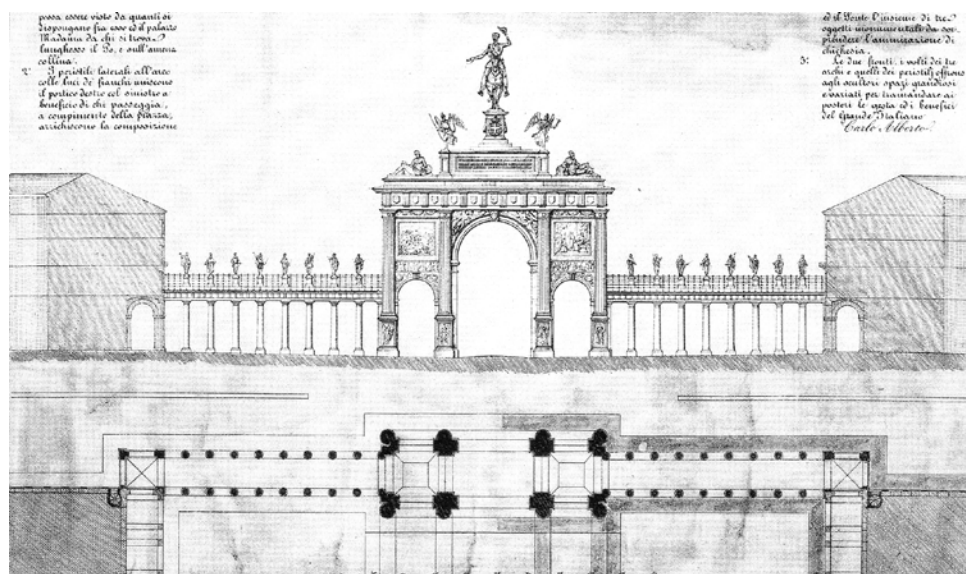


Figura 30 - Progetto arco dedicato a Carlo Alberto, 1847



redatto in una notte per incarico del ministro Gallina che voleva presentarlo a C. Alberto); l'Arco dedicato a Carlo Alberto per commemorare la concessione delle riforme (e chiederne altre), eretto provvisoriamente in fondo a piazza Vittorio, davanti al ponte sul Po (1847); il Monumento al canonico Cottolengo, del 1844 da erigersi sull'ingresso alla zona della «Piccola Casa» (realizzato, con varianti, da Simonetti nel 1886). Il progetto più riuscito, per l'eccezionale ricchezza, è il palco reale per arena o pista delle corse dei cavalli: incuriosisce il piccolo padiglione in ghisa, unico in tutta l'opera di Antonelli.

### *Costruzioni civili di Antonelli a Torino e a Novara.*

*“Gran parte delle case cittadinesche si fanno ora per essere vendute, cioè per lucrarvi sopra ... viene scelto ad architetto non già il capace (scartati alcuni per aver studiato a Roma) ma quegli che sa obbedire alle voglie del committente ... e che con l'opera e col silenzio concorre purtroppo talvolta a tesser frodi agl'inquilini e al futuro compratore”* (cit Promis 1846): Antonelli cominciò una non facile guerra contro di loro.

Le case Ponzio Vaglia del 1836-'37 in piazza M. Teresa di Torino (poi dette del Duca di Genova), erano ancora limitate alle ricerche di correttezza, ma non veramente originali: sono una revisione di comuni costruzioni locali. A Torino in quell'epoca si costruiva molto male, specie per realizzare case a più piani da affittare.

Verso la fine del 1840, un gruppo di progetti realizzati da Antonelli risultano molto interessanti: il palazzetto per il “Caffè del Progresso” (1832) ritrovo di carbonari, fatto per conto del Marchese Birago di Vische; un “Fabbricato rustico con perimetro obbligato”; la “fetta” di corso S. Maurizio (parte inferiore); gli edifici laterali alla porta di ingresso a Novara (ispirata al Cagnola); il progetto del Palazzo del Demanio in via Bogino (ora distrutto), l'ampliamento di Palazzo Callori di Vignale, già Viry, in via dei Mille (con cappella interna, scuderie, cortile a colonne, altana), del 1847-51.

Si tratta di opere in cui Antonelli portò a piena maturazione gli insegnamenti romani e da cui partì per le ricerche successive, quelle della compiuta maturità. Antonelli trovò subito, nei primi movimenti risorgimentali, una proposta di inserimento concreto nella vita politica locale e nazionale: deputato in una legislatura, nel collegio di Vanchiglia (che succedeva al Gioberti, che aveva optato per un altro collegio), pensò di realizzare il suo mondo, secondo uno schietto realismo, assolutamente piemontese.

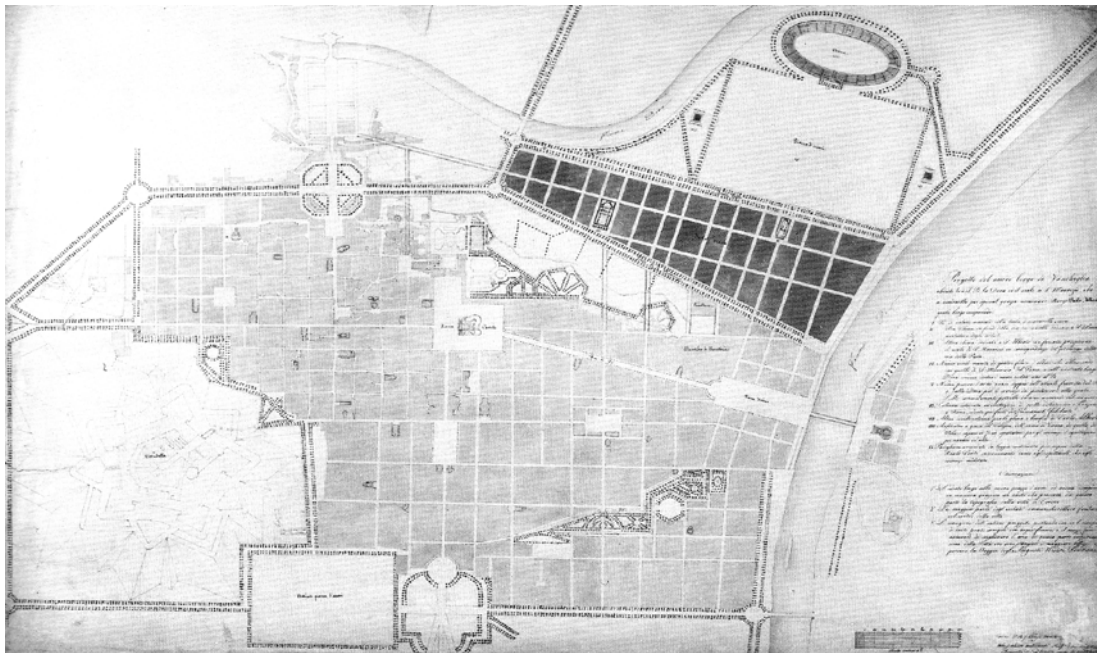


Figura 31 - Progetto del nuovo borgo di Vanchiglia, 1846

I progetti del '48 per un piano ampliamento del Borgo Vanchiglia, e quelli per un isolato in comproprietà con altri (su cui farà poi la sua casa), insieme agli studi del piano regolatore di Torino, dimostrano un inserimento personale nella vita cittadina di Torino e di Novara, di grande rilievo.

### 3.1.3 Opere di Antonelli nel periodo dal 1850 alla morte.

In questo periodo, l'opera dell'architetto Antonelli si sviluppò attraverso la revisione e l'esaltazione di temi già studiati: il gusto della composizione e la scientifica deduzione tecnica, denotano un'autonomia di ricerca che comprende: urbanistica, case, edifici religiosi, grandi temi di carattere nazionale.

#### Studi urbanistici.

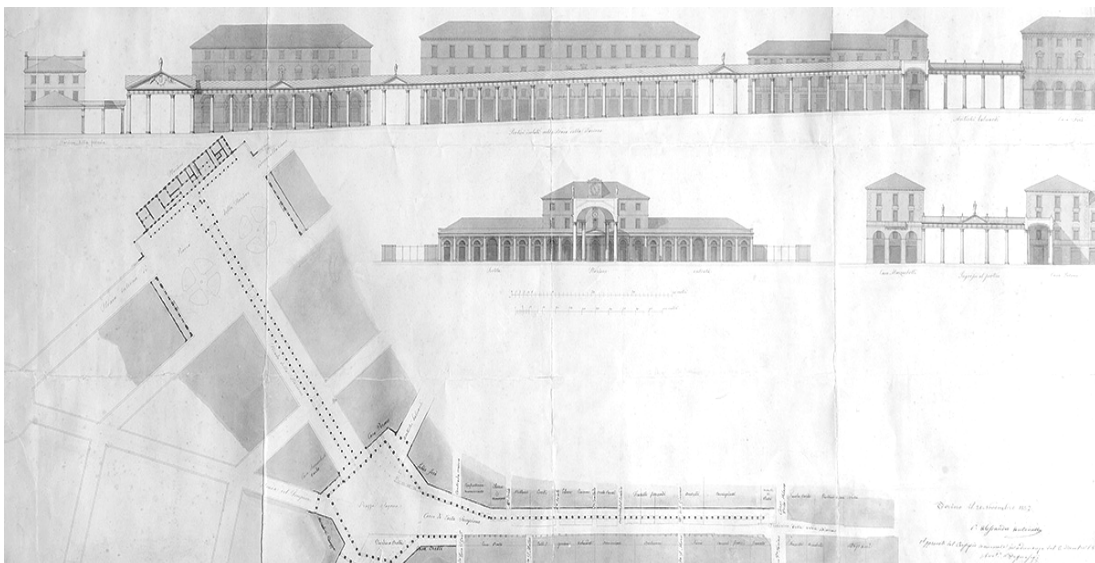
Nell'800 i nuovi ampliamenti erano pensati come coerente sviluppo della città antica: gli schemi non erano scenografici, ma riempitivi ed avvicinabili alla meravigliosa esperienza americana. Secondo un'idea precisa di Antonelli la città non si doveva ampliare a maglia quadrata uniforme, ma secondo nuove maglie appoggiate sulle radiali di collegamento fra città e dintorni, ma nella redazione dei



nuovi piani venne evitata ogni eccezione planimetrica alla maglia rettangolare, per riaffermare l'uniformità.

Il carattere saliente del lavoro di Antonelli è: cercare la comodità pubblica con economia, ma concedendosi qualche larghezza, in modo non avaro ma neanche grandioso. Ragione per cui, il suo piano è per antonomasia quello di Torino, sperato, difeso, sentito, ma non integralmente adottato dai Colleghi Consiglieri e dai tecnici del Comune. La cinta daziaria è esterna ad un viale “di forma circolare, che è quella di minore sviluppo fra le isoperimetre”, pensato come catena verde di giardini contigui al servizio dei quartieri periferici. Fra le proposte che avrebbero reso Torino una città meglio preparata ai futuri sviluppi, c'era una grande strada di collegamento alla collina.

I caratteri di una nobile e attenta visione urbanistica, si ritrovano anche nel progetto antonelliano per Novara, destinato a risolvere il collegamento della città all’“Imbarcadero”: nello sviluppo architettonico è interessante rilevare come, all'inizio del lungo sistema di portici, anche la stazione ferroviaria sia vista quale semplice servizio e non quale tempio.

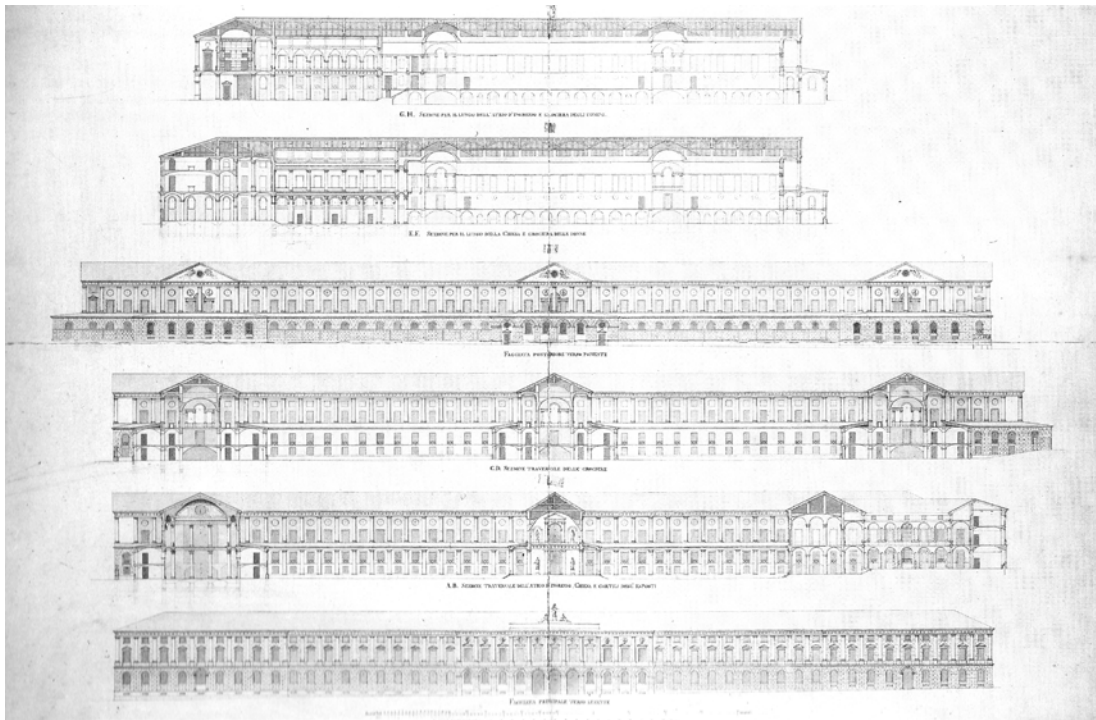


*Figura 32 - Progetto portici della Stazione di Novara, 1857*

### Costruzioni civili.

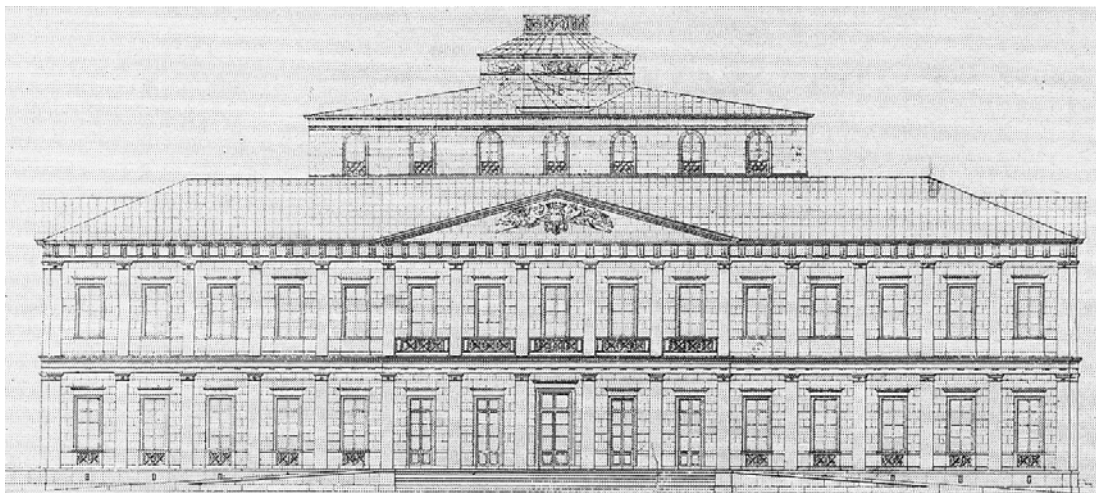
Il progetto per il Collegio degli Artigianelli (1850) indica uno sviluppo di temi già noti nel Palazzo del Demanio, che diventa mirabile nei grandi ampliamenti dell'ospedale di Novara (dal 1850 in poi).





*Figura 33 - Progetto dell'Ospedale Maggiore della Carità di Novara, 1850*

Restano suoi capolavori: la sua casa di corso San Maurizio angolo via Vanchiglia a Torino (1851) sviluppata dai precedenti piani di lottizzazione; la Casa Ponzio Vaglia di corso Matteotti a Torino (1853 e segg.), detta “Casa delle colonne”, pensata in un progetto unitario per l'intero isolato e realizzata in parte; la Casa De Santi-Bossi sui bastioni di Novara (1860), che ha alcuni evidenti rapporti stilistici con Villa Caccia di Romagnano Sesia.



*Figura 34 - Progetto Villa Caccia di Romagnano Sesia, 1846*



È interessante riassumere il sistema costruttivo di tali edifici: fondazioni su archi rovesci o su pozzi; pilastri collegati nei piani interrati da lunette a monta ribassata (spessa 25 o 12 cm) adatte a sopportare la spinta del terreno e formanti intercapedine; colonne e pilastri in muratura esattamente dimensionati in base ai soli carichi verticali e distribuiti secondo una maglia costante, flessibile alle necessità distributive, secondo una modulazione non imposta al progetto, ma ricavata dalle necessità generali dell'opera; pareti esterne a cassavuota con due muricci di cm 12; volte a monta ribassatissima a vela o a padiglione, poggianti su archi a monta ribassatissima e piattabande di gran luce; scale in pietra incastrate a sbalzo nei muri d'ambito, con alzate e pedate collaboranti alla stabilità; tetti in legno; balconi a lastre di pietra poggianti su modiglioni in pietra, incastrate di fianco ai fulcri delle volte. Il sistema distributivo di questi edifici è organizzato su di una fluida disposizione di atri, accessi alle scale, disimpegni ai piani: scale molto larghe, spesso illuminate con lucernario dal tetto. L'interno degli alloggi è a corridoio centrale, la manica doppia o tripla, in funzione della profondità del corpo di fabbrica.

La composizione interna corrisponde rigorosamente a quella esterna: mediante loggiati, frontoni, portali d'ingresso. La composizione planimetrica ed altimetrica, tutta additiva, è bloccata in un inquadramento di masse architettoniche definite.

L'unità dell'edificio è accentuata in altezza dalla decrescente sezione dei piedritti, calcolati come solido di ugual resistenza allo sforzo normale; così la struttura è, nel suo complesso, resa perfettamente architettonica, cioè chiusa e compiuta.

Antonelli come urbanista e come architetto non lavorò mai per conseguire visuali o scenografie bloccate: suggerì una lettura facile dell'edificio e un suo apprezzamento sintetico, ma lasciò l'osservatore sempre mobile attorno alle sue composizioni, non vincolato nell'univoca posizione richiesta invece dalle scene teatrali.

### *Edifici religiosi.*

Il Duomo di Novara (1850 - 1870), è la più infelice opera di Antonelli. Realizzato completando la demolizione della chiesa romanica, rimase interrotto per la non avvenuta demolizione del presbiterio di S. Melchioni. Secondo il progetto di Antonelli, il nuovo Duomo doveva essere completamente circondato da un ordine minore di colonne che si estendeva da un anti-portico (in cui rimaneva inserito il Battistero romanico) fino al chiostro medioevale retrostante, dove questo ordine minore si sarebbe chiuso ad anello attorno all'abside, (come nel Santuario di Boca).



Il portico minore costruito solo in parte, servì da un lato la bella piazza del mercato, ed incluse, nella piazzetta d'ingresso, il grande atrio a colonne; poichè oggi si arriva nel quadriportico solo di lato, l'effetto è tra i peggiori. Anche all'interno le splendide colonne isolate, mal si accostano al presbiterio del Melchioni. Le sezioni costruttive della navata sono molto vicine a quelle del Panthéon di Soufflot: la loro disposizione strategica, risolta all'esterno con archi in vista, era destinata forse a sopportare una cupola o cuspide da innalzare sul presbiterio. Ingegnosa è la disposizione delle discese verticali dell'acqua, ricavate con un gran foro, che corre a tutta altezza, nelle colonne di granito del portico d'ingresso.

Per scuroli e chiese, Antonelli progettò e talora realizzò mirabili edifici circolari (Fontaneto 1850, Ghemme 1850-'64, Oleggio 1853- '58, Vespolate 1863): il tipo di rotonda con un gran muro ad anello scavato da nicchie, è utilizzato negli edifici contornati da colonne, disposte in ordine semplice o doppio, e chiusi da una leggera parete curva. Le cupole hanno spessori esattamente proporzionati ai carichi, irrigidite da nervature sull'intradosso, talora anche sull'estradosso.

La parrocchiale di Borgolavezzaro, ha un bellissimo interno basilicale: la facciata con pronao in cui si denotano limiti e incertezze di Antonelli di fronte a temi tipicamente rappresentativi.

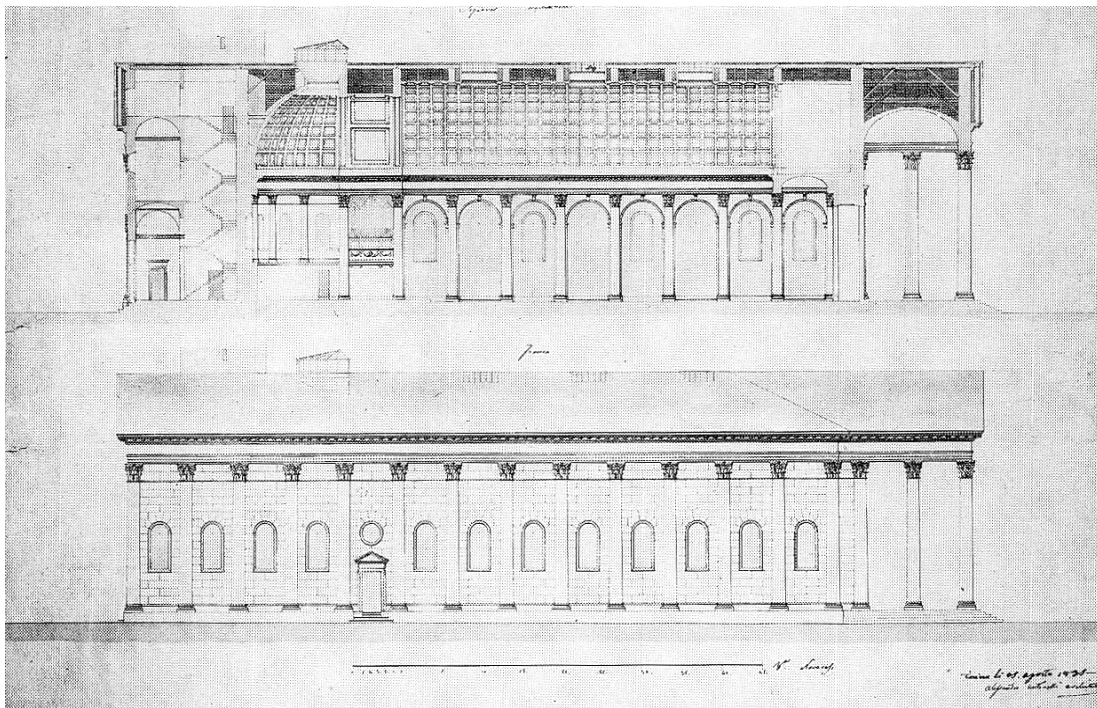


Figura 35 - Progetto Chiesa di Borgolavezzaro, 1835



Il progetto per la chiesa di S. Luca (1864) sostituito poi, per desiderio di Giulia Falletti di Barolo Colhert, da quella di S. Giulia costruita dal Ferrante (nello stile gotico, più consono alla religiosità della Marchesa), prelude, in poco spazio, a ricerche in seguito svolte ampiamente da Antonelli per il Tempio Israelitico di Torino.

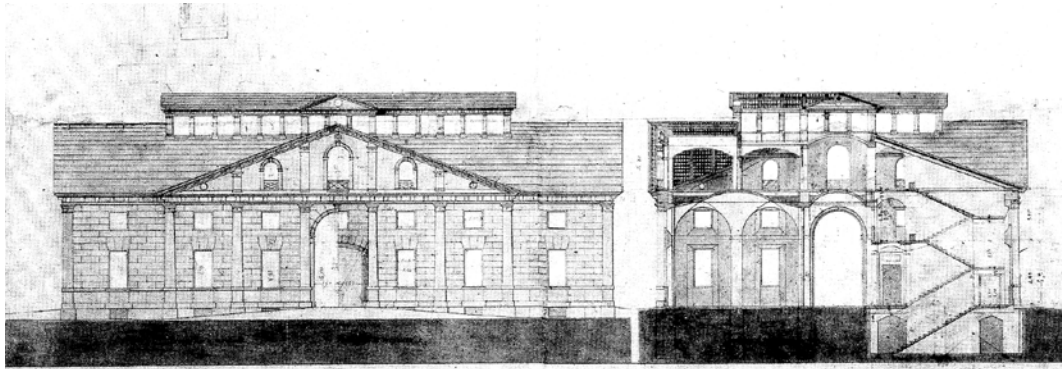
### Opere di particolare importanza.

L'avvenuta unità e l'estensione del dominio piemontese in Italia, diedero, per un po' di anni, spicco e potere ai tecnici del vecchio Piemonte: così Antonelli, ormai vecchio, sperò di dilatare la propria ricerca, non solo a Torino e a Novara, ma anche altrove, nei piani di un ambizioso sviluppo nazionale.

Il Teatro di Novara era stato per lui un'occasione splendida per concentrare, in un solo complesso, molte elaborate istanze: l'inserimento dei porticati nel tessuto degli spazi pubblici novaresi, la sicurezza distributiva articolata in scale e atrii ben disposti, la struttura di copertura leggerissima, tutta a volte su archi, senza legno nè ferro, denotano prodigi che ritentò in un altro tema, molto simile: il Parlamento di Torino (1860).

Il progetto per la Basilica di Oropa del 1856, venne redatto per dimostrare l'inopportunità di eseguire il progetto Canina (rimasto sospeso già nel 1847-48), è interessante per la gran cupola doppia, con calotta interna, molto vicina a quella di San Gaudenzio di Novara, rivista in tono più ampio e con un migliore collegamento al vano basilicale.

Il progetto per la facciata di Santa Maria del Fiore a Firenze è forse, in questo gruppo di opere, il più importante. In Antonelli, con il passare degli anni, crebbe, non per senilità, una mancanza di dialogo con le persone del suo grado morale, una ostinazione che lo rese meno chiaro, meno simpatico. Antonelli, al colmo della ricerca, rimase solo: l'incomprensione del mondo non era solo di tipo storico-critico, ma si estendeva a tutta la sua opera, anche alle sue più nobili intuizioni costruttive, era andato oltre, non solo in ricerche compositive, ma anche nell'intuizione statica, secondo una visione ancora oggi inafferrabile. Antonelli fu vittima della stessa incomprensione che circondò, negli ultimi anni della loro vita, molti "pionieri" del movimento moderno ma lo consolò sempre l'affetto quasi unanime dei novaresi e il riguardo dei professori della Scuola di Applicazione per gli Ingegneri. Il suo "dialogo



*Figura 36 - Progetto Asilo di Bellinzago, 1873*

con i sordi”, ha spesso falsato lo stesso rapporto con il mondo, squilibrando oltre ogni misura qualche progetto, come ad esempio quello per Boca.

Le due opere “finali” di Antonelli sono nascoste proprio nel novarese: l'asilo di Bellinzago, in cui gli spazi si intrecciano fra interno ed esterno tra volte a vela e il cimitero di Maggiore, dove lo stesso Antonelli venne sepolto nella prima cappella a destra.

### 3.2 Cronologia delle opere

- |                  |   |
|------------------|---|
| <b>1826</b>      | Scala di accesso allo scuròlo di Sant'Agapito, Maggiore.  |
| <b>1827/1888</b> | Santuario del Crocefisso, Boca Novarese.  |
| <b>1831</b>      | Progetto di decorazione per piazza Castello, Torino.  |
| <b>1832/36</b>   | Altare maggiore della Cattedrale, Novara.   |
| <b>1834/36</b>   | Riforma della viabilità, Maggiore.  |
| <b>1834/37</b>   | Ingrandimento dell'oratorio della natività della Vergine, Soliva.                                 |
| <b>1834/37</b>   | Ampliamento della chiesa parrocchiale di San Lorenzo, Castagnola.                                 |
| <b>1835/63</b>   | Progetti e ricostruzione della chiesa parrocchiale, Borgolavezzaro.                               |
| <b>1836</b>      | Progetto per la facciata della chiesa soppressa di Sant'Agnese, Novara.                           |
| <b>1836</b>      | Progetto per la facciata della soppressa chiesa della Maddalena (Archivium Novariense), Novara.   |
| <b>1836/41</b>   | Casa Ponzio Vaglia, Torino.   |
| <b>1836/88</b>   | Ricostruzione della chiesa parrocchiale, poi progetto generale di finimento, Bellinzago Novarese. |
| <b>1832/38</b>   | Decorazione dello scuròlo di Sant'Agapito, Maggiore.  |
| <b>1841</b>      | Ricostruzione di casa Stoppani, Novara.   |



- 1841** Progetto di Porta Milano per l'ingresso alla città, Novara.
- 1841/85** Progetti e realizzazione della cupola di San Gaudenzio, Novara.
- 1841/50** Scuròlo di Sant'Alessandro, Fontaneto d'Agogna.
- 1842/62** Progetti per la chiesa parrocchiale, Castellamonte, (con parziale esecuzione di base della rotonda).
- 1842/48** Villa dei Conti Caccia di Romentino, Romagnano Sesia.
- 1843/52** Collegio delle Province, Torino.
- 1843/45** Seconda casa Ponzio Vaglia, Torino.
- 1844/47** Progetto del Monumento al Canonico Cottolengo, Torino.
- 1844/48** Ristrutturazione di casa Giovanetti, Novara.
- 1844/52** Piani per l'ampliamento del borgo Vanchiglia, Torino.
- 1845** Sistemazione di casa Avogadro, Novara.
- 1845/58** Progetti e costruzione della chiesa parrocchiale, Oleggio.
- 1846/50** Casa Antonelli, Torino.
- 1847** Palazzina del Conte Callori, Torino.
- 1847** Progetto di arco provvisorio in onore di Carlo Alberto, Torino.
- 1850/62** Ampliamento dell'Ospedale Maggiore della Carità, Novara.
- 1853** Casa Ponzio Vaglia, Aghemo, Ferroggio, Torino.
- 1853** Lavori al collegio-convitto Dal Pozzo, Vercelli.
- 1853/54** Progetto di ricostruzione del duomo, Casale Monferrato.
- 1854-68** Progetti e ricostruzione del duomo, Novara.
- 1854** Progetto di piano regolatore, Torino.
- 1854/56** Progetto per la chiesa di San Luca, Torino.
- 1855** Orfanotrofio, Alessandria.
- 1857** Progetto di portici per il collegamento del centro con la stazione ferroviaria, Novara.
- 1858** Progetto di teatro, Novara.
- 1859** Casa Desanti (poi Bossi), Novara.
- 1860** Progetto di Parlamento Nazionale, Torino.
- 1860** Progetto e parziale ampliamento del municipio, Mortara.
- 1862-1888** Tempio israelitico (poi Mole Antonelliana), Torino.
- 1863/75** Scuròlo della Beata Panacea, Ghemme.
- 1864** Progetto per la facciata di Santa Maria del Fiore, Firenze.
- 1873/76** Asilo infantile 'De Medici', Bellinzago Novarese.



- 1870 c.ca** Casa Antonelli, Maggiore.  
**1876** Progetti per il Santuario, Oropa.  
**1881** Progetto di controcupola per il Santuario, Vicoforte.  
**1881/84** Sopraelevazione di casa Scaccabarozzi, Torino.  
**1888** Studi per tempio-mausoleo ai re d'Italia.

### 3.3 Beni Antonelliani di Novara

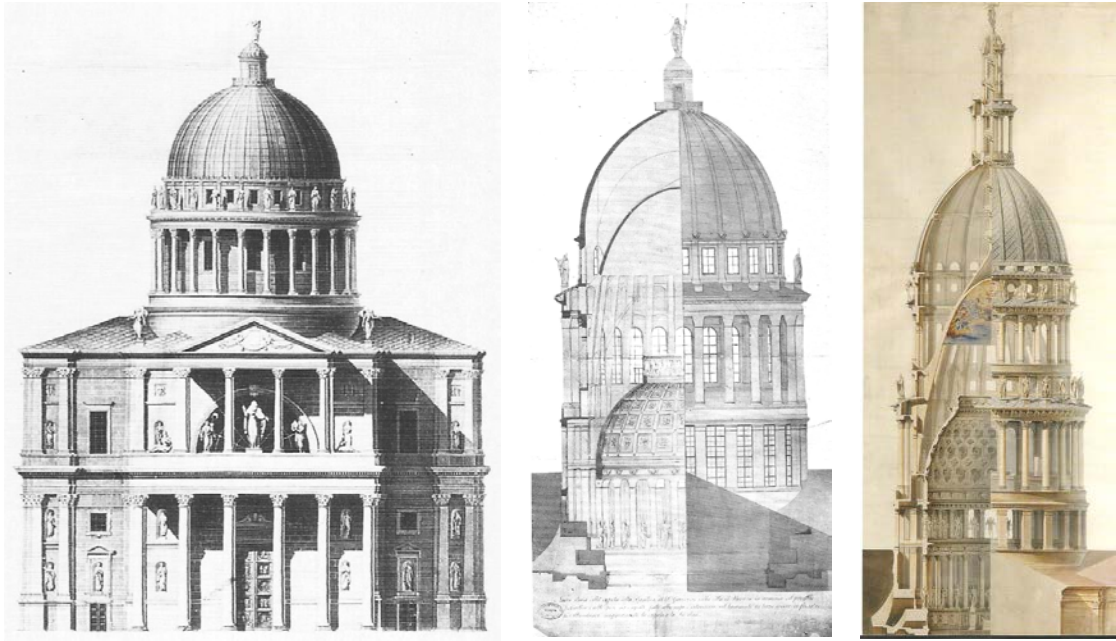
Alessandro Antonelli dedica gran parte dei suoi studi in ambito ingegneristico ed architettonico ad opere ardite sia di elevata altezza che di elevata complessità strutturale e funzionale. Tra queste opere, degne di nota, nel panorama architettonico novarese se ne possono identificare tre che descrivono appieno il percorso di crescita professionale dell'artista, quali: la Cupola di San Gaudenzio, il Duomo e Casa Bossi. Queste opere verranno brevemente descritte nelle pagine seguenti.

#### 3.3.1 La Cupola di San Gaudenzio

L'opera di Alessandro Antonelli nasce dall'esigenza dei Novaresi di voler fornire alla cinquecentesca basilica di San Gaudenzio un coronamento monumentale. Il tema della progettazione della cupola viene affrontato a partire dal 1840, anno in cui l'amministrazione comunale riesce a raccogliere dei fondi grazie all'imposizione di una tassa sulla carne: il *sesino*.

Il primo progetto fu presentato alla municipalità nel 1841 e l'intento dell'architetto fu, sin dall'inizio, di realizzare una struttura in muratura puntando agli stessi risultati che si sarebbero raggiunti con ghisa e ferro. Tre anni dopo iniziarono i lavori ma nel 1855 e nel 1860 l'Antonelli presentò diversi progetti che innalzavano l'altezza della cupola; il 1863 è l'anno della conclusione dei lavori ma la guglia verrà costruita tra il 1876 e il 1878.

La cupola di San Gaudenzio suscitò notevole interesse in prima battuta per le sue dimensioni, con un'altezza alla sommità della statua dal piano di calpestio della chiesa pari a 125 metri e con un diametro interno di 14 metri ed esterno di 22 metri, poi per l'arditezza delle forme e per il complesso sistema costruttivo che ne fa il più alto edificio italiano in muratura.



*Figura 37 - Primo, secondo e terzo progetto Cupola si S. Gaudenzio*

Grazie all'utilizzo del laterizio e alla caratterizzazione esterna a colonnati sovrapposti venne annullata l'impressione di peso e di gravità, dando invece una sensazione di leggerezza.

La cupola fu posta all'incrocio del transetto con la navata della basilica; il passaggio dalla tipica forma quadrata di base alla forma circolare della cupola fu risolto impostando il tamburo su quattro pennacchi che poggiano su imponenti archi e pilastri accoppiati con tiranti in ferro che collaborano a contenere le forti spinte orizzontali. L'idea di scomporre l'edificio in tanti cerchi concentrici, che si innalzano verso il cielo, sempre più piccoli, che scaricano ognuno il peso proprio e quello di carico sulla struttura portante sottostante, è la vera struttura portante del progetto. La cupola esterna e la struttura interna sono collegate tra loro ma hanno comportamenti statici propri e autonomi, anche se simili, poiché scaricano il peso proprio per punti e linee di forze preordinati. La prima direttrice degli sforzi attraversa i costoloni che la dividono in spicchi a vela, la seconda attraversa la successione dei diversi piani di pilastri/costoloni allineati a formare una superficie reticolata tronco-conica.

I grandi archi inferiori portano il giro di colonne del peristilio interno, cui corrisponde la grande tazza a cassettoni; quelli superiori portano i due giri esterni di pilastri. Gli elementi portanti sono legati tra loro nei piani orizzontali con archi e





piattabande mentre nella zona del primo peristilio i pilastri interni e gli intermedi si saldano in un nucleo comune tramite collegamenti in granito.

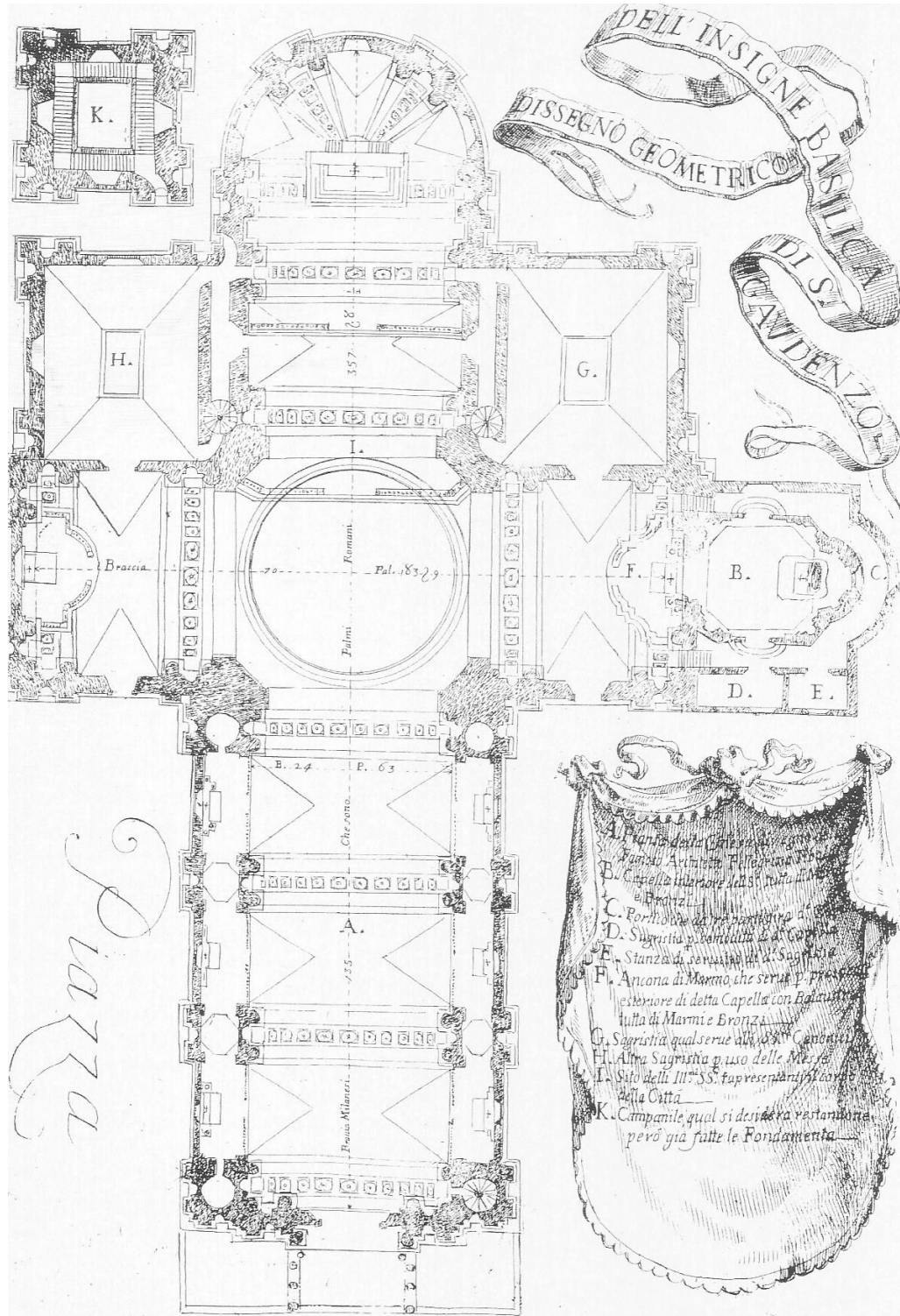


Figura 38 - Pianta chiesa S. Gaudenzio



Sull'anello dell'occhio circolare della gran tazza poggiano le estremità di ventiquattro archi rampanti collegati tra loro da sottili volte a botte, costituenti nell'insieme un cono rovesciato.

Al di sopra, altri ventiquattro elementi sorgono a costituire il gigantesco castello conico traforato in archi dritti e dritti-rovesci, irrigidito da cupole forate a fare da sfondo al grande occhio circolare della cupola a cassettoni visibile dall'interno della basilica. I ventiquattro pilastri, giunti al vertice del cono, diventano otto e si legano in un anello a reggere il cupolino, costituito da una struttura cilindrica traforata e percorsa all'esterno dalle pedate della scala a chiocciola finale, circondata da un doppio giro di elementi che sostengono l'ultimo ballatoio circolare e l'estrema guglia con la statua del Redentore.

La scelta di impostare la complessa cupola sui quattro grandi archi poggianti sulle fondazioni della chiesa cinquecentesca mostra un'ottima conoscenza della geometria, della meccanica strutturale, della meccanica dei materiali, come si evince anche dalla scelta tecnico-costruttiva di proporre quattro coppie di archi conici, appartenenti alla famiglia delle parabole e degli archi semicircolari ribassati, intersecanti su piani inclinati.



*Figura 39 - Archi d'imposta della Cupola*

I grandi archi, su cui poggia la cupola, sono un tutt'uno con i pennacchi e i pilastri della chiesa, solidi e di uguale resistenza dove il rinfiacco non è inteso come un carico sovrapposto, ma come parte dell'arco stesso, per cui arco e rinfiacco crescono insieme come parti incastrate sulla stessa imposta (come accade nella costruzione di ponti metallici ad arco reticolare). Gli archi sono legati, per rinforzo e per correggere l'inclinazione dei corsi, in chiave alle reni e ai piani di imposta inclinati di  $30^\circ$ , con



l'inserimento di blocchi in granito nel tessuto murario in laterizio, opportunamente sagomato con mattoni lavorati a mano ad hoc, per sopperire alle necessità tecnologiche e tecniche di messa in opera e statiche. I conci alle reni congiungono i due arconi prima che si sdoppino, mentre in chiave, il concio superiore, dello spessore di 15 centimetri, entra nella corona di base del peristilio affiancato da una coppia di lastre di beola simmetriche, poste ad una distanza dal blocco di 1,40 metri e di altezza (pari alla sezione dell'arco) che si innestano nel muro dei pennacchi. Per l'arco inferiore, che presenta la stessa tecnologia costruttiva, le dimensioni delle lastre di beola variano a seconda dello spessore e del raggio di curvatura dell'arco. Lo spessore medio del granito è maggiore di quello della beola (20 centimetri). Gli arconi presentano un rinforzo precauzionale con chiavi in ferro con aste passanti o innestate nella muratura, giuntate con bolzoni, secondo uno schema tangente o secante il cerchio di imposta della tazza.

Tali elementi lapidei sono collocati nei punti ideali di cerniera e richiamano la possibile formazione di cinematismi di collasso, chiarendo altresì come lo stretto rapporto tra struttura e architettura, forma geometrica e comportamento meccanico, si possono fare interagire attraverso un sistema di "nodi" in corrispondenza dei quali dovrebbero necessariamente convergere le sollecitazioni più gravose per il sistema voltato.

Questo punto di partenza della cupola, che rappresenta la base del cono strutturale soprastante, pur nella sua conformazione di struttura resistente sostanzialmente a compressione, anche in caso di sollecitazioni presso-flessionali, evidenzia la necessità di assorbire le evidenti spinte orizzontali prodotte su archi parabolici inclinati con un complesso e articolato sistema di catene che hanno una disposizione ruotata di 45° rispetto agli assi degli arconi, intersecando così nelle due forme geometriche del quadrato e del quadrato inscritto una geometria ottimale per definire il nocciolo portante e resistente della struttura di contenimento delle spinte degli archi.

Un altro tema strutturale, che affronta l'Antonelli, è quello della connessione fra il sistema degli arconi e le strutture in elevazione, costituite dalla cupola a cassettoni, dal cono centrale, dalla cupola esterna e dal cupolino. Questo collegamento, che è di enorme importanza dal punto di vista statico dovendo raccogliere la complessità degli sforzi individuati nel peso proprio e nelle azioni del vento è risolto con una articolazione di sistemi di colonnati sovrapposti su più livelli e su più anelli



*Figura 40 - Interno della Cupola di S. Gaudenzio*

concentrici, per realizzare un tamburo non massiccio – in quanto svuotato e ridotto alle sole colonne, ma realizzato con elementi monolitici pesanti in grado di sopportare enormi sforzi di compressione – e per ridurre al minimo il grado di libertà del sistema meccanico – utilizzando elementi continui e sviluppando un sistema circolare di cerchiature interne in ferro che garantiscono la stabilità della cupola – azzerando di fatto il fenomeno dell’ovalizzazione della forma strutturale che può avvenire per effetto della variabilità delle azioni orizzontali di trazione e compressione sull’anello resistente.

È da sottolineare come Antonelli abbia estremamente chiaro il sistema di trasferimento degli sforzi di una struttura snella; infatti sceglie un sistema puntiforme a colonne piuttosto che un tamburo massiccio per diminuire i pesi, ma che garantisce comunque, grazie alla monoliticità degli elementi impiegati, un comportamento statico in grado di sopperire con la forma al minimo impiego di materia.

La cupola a cassettoni non è più un sistema portante ma una struttura portata, non è più un elemento resistente, in quanto soggetta a sostenere carichi, ma struttura irrigidente interna che collabora con l’invaso sovrastante, in grado di resistere alle



azioni orizzontali e a far sì che, attraverso la forma circolare a simmetria radiale, sia in grado di assorbire sforzi orizzontali anche di notevole intensità qualunque sia la loro direzione.

L'ultimo aspetto interessante è il sistema di cupole sovrapposte, che si può riassumere nei due elementi principali del cono centrale a pilastri portanti collegati da archi e da calotte interne di irrigidimento e del sistema strutturale esterno del tamburo vuoto, costituito dalle colonne monolitiche dei due peristili poggianti sul tamburo anzidetto, le seconde sul tamburo finestrato. Il cono centrale è composto da quattro ordini di pilastri inclinati, collegati tra loro da archi e irrigiditi dalla successione delle calotte interne, collegate a loro volta alle strutture esterne da un complesso sistema di archi di scarico dritti-rovesci.



*Figura 41 - Sistema di archi "dritti - rovesci"*

Il cono è una struttura nella struttura, un organismo autonomo semplice che resiste a compressione sostanzialmente con la riduzione degli effetti flessionali al minimo e l'annullamento degli effetti torsionali, rimanendo gli unici artefici della trasmissione dei pesi superiori e delle azioni orizzontali a terra gli sforzi di compressione che si trasmettono in modo pressochè uniforme lungo tutto l'imbutto. È il cono a reggere il peso del cupolino, mentre la calotta esterna, a partire dal secondo peristilio, viene liberata dal peso della guglia e diventa una vela sottile in foglio, dello spessore strutturale di 12 centimetri (una testa di mattone), irrigidita da costoloni e cerchiature sempre in laterizio, secondo un sistema di "archi meridiani" e "archi paralleli". Il sistema statico è quindi riconducibile a quello di un guscio nervato, in



cui proprio questo “archi paralleli” risolvono il problema della trazione cui è sottoposta la calotta. Anche la calotta, nonostante sia irrigidita alla base dall’anello del tamburo e alla sommità da un altro anello di mattoni, presenta un sistema irrigidente proprio, di forma tronco-conica, costituito da un sistema di pilastri inclinati in mattoni e posti su piani giustapposti a formare un reticolo a base circolare, il cui diametro si restringe dal basso verso l’alto e tra loro collegati da un sistema di archi di scarico.

*“Nel sistema antonelliano la muratura non esiste se non come mezzo di chiusura e di riparo, il sostegno e la solidità della fabbrica sono affidati ai pilastri, punti di appoggio principali, e agli archi, i quali reggono le volte; l’ordine e l’equilibrio governano e armonizzano tutte le masse della fabbrica, mentre un complesso di tiranti invisibili, immerso nelle murature stesse, ne completa la solidità, garantendo l’invariabilità del sistema meccanico”.*



Figura 42 - Basilica e Cupola di S. Gaudenzio

### 3.3.2 Il Duomo di Novara

La Cattedrale di Santa Maria Assunta, conosciuta da molti come “Il Duomo di Novara”, è un grandioso edificio neoclassico, complesso ed articolato; realizzato nella seconda metà dell’Ottocento su progetto di Alessandro Antonelli nel sito in cui



*Figura 43 - L'antico Duomo di Novara in stile romanico nel 1840*

precedentemente sorgeva l'antica cattedrale romanica, abbattuta per far posto alla nuova ed odierna cattedrale. La chiesa Cattedrale è la "Chiesa Madre" della Diocesi di Novara, è il luogo di culto più importante della città, oltre che sede vescovile dell'omonima diocesi. In essa celebra il Vescovo con il suo Presbiterio nelle feste e negli eventi più significativi della vita diocesana.

La storia del Duomo inizia con il primo vescovo della città, San Gauenzio (tra il 350 e il 400), il quale avviò la costruzione della cattedrale, con sovvenzioni imperiali, della Basilica urbana, del Battistero, e della Domus Episcopalis. La prima basilica cristiana dedicata a Santa Maria venne costruita tra il 350 e il 400 dove in precedenza si trovava un Tempio pagano di Giove, subendo parecchie modifiche e rimaneggiamenti, oggi, di questa antica basilica, vi è rimasto ben poco e si può solo ipotizzare che l'ingresso avveniva da Nord dove un porticato metteva in comunicazione l'ingresso della chiesa con il centro cittadino. Il battistero, invece, si trovava ad Ovest ed era posto in asse con la facciata della basilica ma era separato da essa mentre la Domus Episcopalis si trovava nella zona Sud, posta in continuità con la basilica. L'aumento della popolazione cittadina portò alla ricostruzione e all'ampliamento del Duomo paleocristiano, tra l'XI e il XII secolo. La cattedrale



venne demolita per essere sostituita da una nuova costruzione in stile romanico. Papa Innocenzo II, di ritorno dalla Francia, consacrò il nuovo edificio il 17 aprile 1132. La nuova chiesa a croce latina, con tre navate e matronei, aveva la facciata preceduta da un quadriportico, ed era affiancata da due torri che raccordavano le navate con i matronei.

A partire dal XV secolo, la chiesa fu oggetto di importanti restauri: nel Quattrocento vennero aperte, lungo le navate laterali, delle cappelle, ed altre nel Cinquecento. Nel 1580, appena a due anni di distanza dal passaggio di San Carlo Borromeo in viaggio per Torino, su commissione del vescovo Francesco Bossi, venne demolita la vecchia abside, sostituita da un nuovo coro a pianta rettangolare. Il vescovo Carlo Bascapè, nella prima metà degli anni '90 del Cinquecento fece costruire il nuovo altare maggiore e il vescovo Benedetto Odescalchi, nel 1680, restaurò il tiburio dotandolo di una lanterna. Nel XVIII secolo, su progetto di Benedetto Alfieri (architetto che progettò il Campanile della Basilica di San Gaudenzio), la cattedrale venne gradualmente restaurata in stile barocco, mantenendo però le sue strutture originarie. I lavori vennero sospesi nel 1792 e ripresero nel 1831 su progetto dell'ingegner Melchioni, che realizzò il nuovo coro, il cui altare, consacrato nel 1836 ma terminato più tardi, venne progettato dal giovane ma già affermato architetto di 34 anni: Alessandro Antonelli.



*Figura 44 - Nuovo altare del Duomo di Novara – Progetto di A. Antonelli*





L'altare rappresenta una delle opere neoclassiche migliori dell'artista per la sua eleganza e duttilità: oltre a fungere da punto focale della cattedrale, serviva anche a riempire lo spazio tra presbiterio e coro. L'altare è costituito da 377 blocchi di marmo proveniente da Verona, Carrara e Varallo. Per le parti ornamentali Antonelli contattò i migliori scultori dell'epoca di scuola milanese e romana.

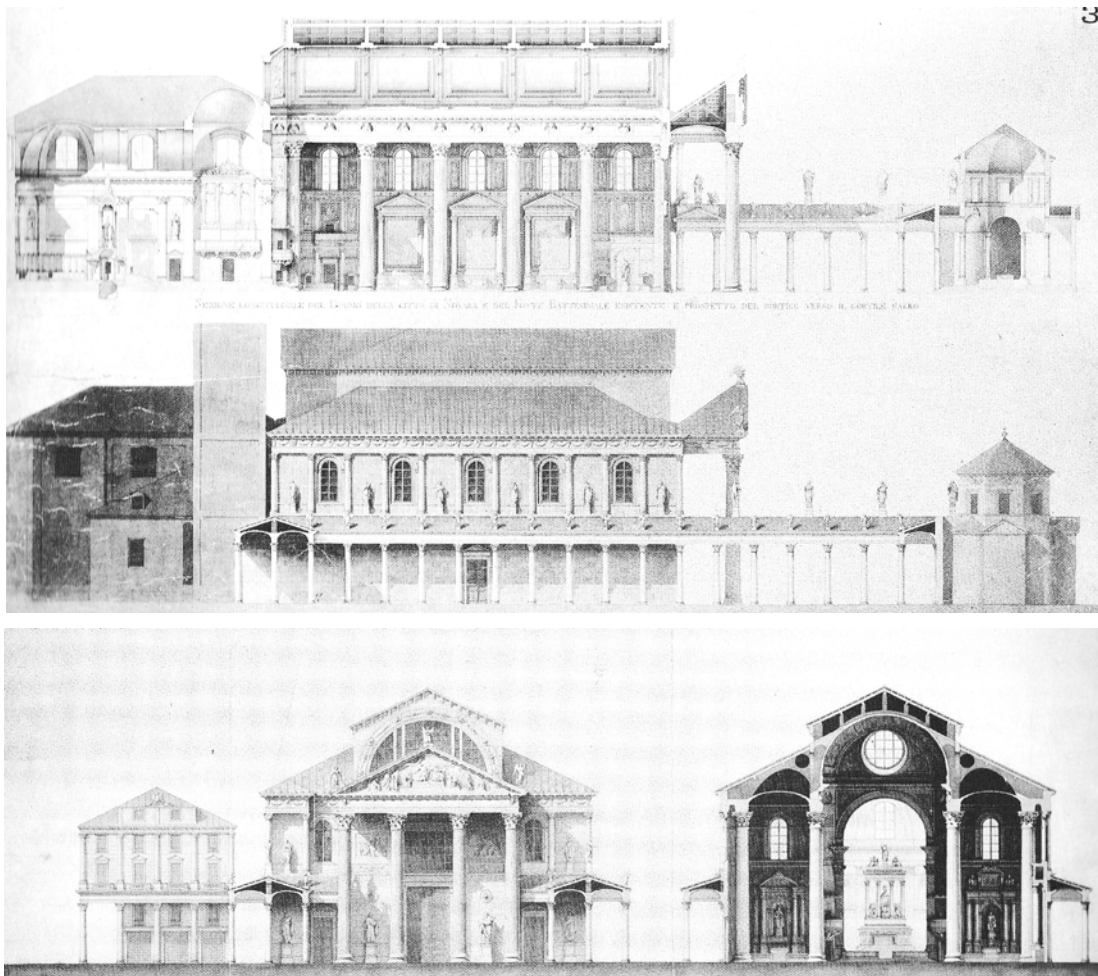
Durante l'episcopato di mons. Giacomo Filippo Gentile, sulla scia dell'entusiasmo suscitato dall'inaugurazione nel 1836 del maestoso altare maggiore, Antonelli riuscì, con un'accurata strategia e, grazie alla sua forte personalità, a fare breccia sul Capitolo per far riconoscere l'utilità dell'abbattimento delle navate del duomo romanico e di ricostruire la Cattedrale e il suo porticato (undici voti a due). Ciò era anche dovuto al fatto che il vecchio Duomo si trovava in una condizione a dir poco fatiscente in quanto l'antica struttura manifestava non pochi problemi di conservazione e le difficoltà da affrontare per restaurarla sembravano enormi. In quel periodo, poi, la città si era impegnata in un'autentica "messa a nuovo" del centro, e da tanti l'edificio veniva percepito come ormai antiquato e mal inserito all'interno del nuovo tessuto cittadino, oltre alla mancanza di una unità stilistica.

Antonelli progettò, tra il 1854 e il 1855, il nuovo edificio della cattedrale per una spesa totale, comprendente il porticato esterno e le navate, di lire 337.994.

A partire dal 1856 si aprì però una forte polemica nei confronti del progetto da parte di alcuni sostenitori che volevano la conservazione del Duomo come testimonianza storica del patrimonio del passato rispetto a chi invece propendeva per il suo restauro con la motivazione di poter meglio identificare la Città con il suo Duomo.

Alla fine, il "partito del nuovo" ebbe la meglio e nel 1857, sulla base delle istruzioni dell'Architetto, si iniziò la ricostruzione dei portici, che si trovavano in una condizione molto degradata, sul lato settentrionale che proseguì fino al 1863. Già durante questi primi lavori di demolizione e di ricostruzione si potevano registrare le prime polemiche.

A partire dal 1861 il dibattito sull'edificazione del nuovo Duomo si spostò dalla carta stampata alle sedi istituzionali dove anche il sindaco di Novara individuò tali lavori come interventi in termini di riparazioni urgenti. Oltre alle polemiche sopra citate problemi di natura economica si opposero e fecero ritardare l'inizio dei lavori. I canonici approvarono ufficialmente nel 1864 la demolizione del vecchio Duomo romanico, i cui materiali derivati dall'abbattimento, mattoni compresi, furono impiegati per le fondazioni del nuovo edificio.



*Figura 45 - Progetto del Duomo di Novara a cura di A. Antonelli*

Della Cattedrale romanica, consacrata nel 1132, rimasero il massiccio campanile (la cella campanaria e la cuspide sono però seicentesche), alcuni arredi, pitture, l'antica cappella affrescata di San Siro risalente al XII secolo e una parte del pavimento a mosaico del presbiterio. Dopo una prima benedizione, il 7 marzo 1869, la nuova cattedrale venne consacrata il 2 ottobre 1869 dal vescovo di Novara, mons. Giacomo Filippo Gentile, ma di fatto i lavori proseguirono fino agli anni Ottanta per giungere al completamento dell'allestimento interno con la costruzione degli altari lungo le pareti delle navate, secondo uno schema elaborato dallo stesso Antonelli, acquistando così l'apparato interno, con cui sarebbe giunto ai nostri giorni.

Il Duomo ancor oggi è caratterizzato dal lungo colonnato realizzato da Alessandro Antonelli in stile neoclassico che si affaccia sulla piazza della Repubblica.

Al sagrato si accede passando sotto il portico e l'ingresso è situato sotto un pronao con quattro alte colonne scanalate ornate da capitelli corinzi che sostengono il



frontone triangolare. Coloro che oggi visitano il Duomo vengono accolti dal quadriportico realizzato dall'Antonelli tra il 1857 ed il 1863, e che in parte sembra soffocare l'imponente facciata. La loggetta, posta a coronamento del prospetto principale, è stata voluta dai canonici, che riuscirono a convincere l'architetto della validità della loro idea.

Il pronao, che non verrà mai completato con le tre statue ed il fregio proposti dall'architetto, presenta quattro imponenti colonne; le due più esterne sono state progettate vuote e funzionano in sostituzione dei doccioni.



*Figura 46 - Esterno del Duomo di Novara*

Il grandioso portale centrale venne eseguito nel 1890 dal figlio di Antonelli, Costanzo, ed alcuni sostengono che sia il più imponente d'Europa. L'interno presenta tre navate divise tra loro da dodici colonne realizzate in stucco marezzato lucido che simula il marmo, di color giallo-ocra, coronate da capitelli corinzi. La navata centrale è coperta da una volta a botte mentre le navate laterali hanno copertura a calotta in ogni campata. Alcuni storici hanno colto la somiglianza tra le sezioni costruttive della navata della Cattedrale novarese e il Pantheon di Parigi, opera che Antonelli certamente conosceva ed apprezzava. Nella trabeazione trovano posto ventisette nicchie da cui s'affacciano altrettanti Santi novaresi o venerati nella Diocesi, che propongono una versione in chiave religiosa di quelle gallerie di "uomini illustri" tanto di moda nell'Ottocento.



Il presbiterio, rialzato rispetto al resto dell'aula, conserva in parte il pavimento musivo dell'antico Duomo paleocristiano a tessere bianche e nere in opus tessellatum databile al 1132 circa.



*Figura 47 - Interno del Duomo di Novara*



## **CAPITOLO 4**

# **PREVENZIONE INCENDI NEI BENI CULTURALI**

Con il termine “bene culturale” si vuol fare riferimento non solo al valore materiale ed economico, che esso possiede, ma anche al suo valore intrinseco, dato dalla capacità di trasmettere un arricchimento culturale, dal suo essere testimonianza di civiltà, dell’attività e creatività dell’uomo, di un popolo, della nazione ... il suo trasmettere “qualcosa” che va oltre all’estetica e all’oggetto, ma che è legata a ciò che rappresenta.

Allo stesso modo la tutela del “bene culturale” non viene più percepita solo come mera conservazione, ma anche in funzione della fruizione pubblica, perché molti Paesi hanno fatto leva sul loro patrimonio artistico e storico per poter incentivare l’industria del turismo. Bisogna quindi prendersi cura degli edifici storici e delle opere d’arte ivi conservate perché i nostri figli ed i figli dei nostri figli le possano apprezzare.

Gli edifici storici, quindi, rappresentano una parte fondamentale del nostro patrimonio culturale perché in essi sono insiti non solo l’arte e la tecnica del costruire di un certo periodo storico, ma anche lo stile di vita che ha caratterizzato tale epoca. Il più delle volte è ciò che gli edifici contengono a risultare di maggiore importanza rispetto all’edificio stesso, dato che in essi possono essere presenti gallerie d’arte, biblioteche e archivi.



## 4.1 Problematiche del patrimonio culturale italiano

Già nella definizione di “bene culturale” si riconoscono alcuni degli aspetti che rendono il tema della prevenzione incendi un tema di difficile applicazione. La realtà italiana presenta numerosi esempi di beni storici che possono essere indicativamente elencati in:

- 3.500 musei;
- 100.000 chiese;
- 18.500 biblioteche;
- 20.00 castelli ville e palazzi;
- 900 teatri;
- 3.000 siti archeologici;
- 1.500 monasteri;

Interi centri storici, come Venezia, dove il problema dell’incremento del rischio d’incendio risulta connesso alla concentrazione degli edifici e dei relativi impianti tecnici.



Figura 48 - MUSEI ITALIANI, progetto della Direzione generale Musei del MiBAC



I problemi generali che interessano gli edifici storici sono i seguenti:

- **Irriproducibilità:** a differenza delle attività ordinarie, la salvaguardia del bene assume un'importanza quasi pari a quella della salvezza delle persone, in quanto la gravità degli eventi che potrebbero avvenire risulta incommensurabile e non può essere paragonata alle situazioni classiche che riguardano le attività ordinarie;
- **Eterogeneità:** tipologie edilizie, tecnologie costruttive, epoche di realizzazione estremamente diversificate non consentono di definire delle soluzioni standard in tema di prevenzione incendi e di intervento di soccorso, e l'applicazione delle norme di tipo prescrittivo risulta difficoltosa;
- **Elevata vulnerabilità:** molto spesso legata a fattori differenti tra loro come scarsa certezza del comportamento strutturale, presenza di elementi lignei, elevati carichi d'incendio, contenuti di alto valore, mancanza di compartimentazioni, insufficienza del sistema di vie d'esodo, difficoltà di accostamento da parte dei mezzi di soccorso;
- **Incremento del livello di rischio:** dovuto ad utilizzo diverso rispetto alla concezione originaria, maggior afflusso di persone, installazione di impianti tecnologici, difficoltà di incrementare il livello generale di sicurezza, presenza di attività non controllate, presenza di cantieri.



*Figura 49 - Conseguenze dell'incendio della Quebec City Armoury, 2008*



È lecito affermare che la salvaguardia del patrimonio può fondarsi unicamente sulla conservazione integrata, attribuendo cioè agli edifici funzioni appropriate che, nel rispetto del bene, rispondano alle attuali condizioni di vita e di lavoro. Così facendo nascono però due esigenze contrapposte dato che si deve riutilizzare l'edificio secondo gli standard moderni, ciò comporta da un lato l'aumento delle condizioni di rischio (maggior afflusso di persone, uso di materiali combustibili, installazione di impianti tecnologici), dall'altro i proprietari dell'edificio o i loro direttori dovranno garantire sempre la migliore protezione al rischio d'incendio, questo non riguarda solamente la classica protezione attiva e passiva dell'edificio (sistemi di rilevazione, allarme, estinzione ed evacuazione degli occupanti) ma anche una buona organizzazione interna (presenza di personale addestrato, continue esercitazioni antincendio ed una regolare manutenzione), anche se risulta difficoltoso perché direttamente connesso alle esigenze di conservazione del bene.

È quindi obbligatorio operare per evitare l'abbattimento sconsiderato dei livelli di sicurezza e l'approccio rilassato condotto fino a tempi abbastanza recenti che ha causato ingenti danni. Si deve sempre garantire, sia ai visitatori sia al personale che lavora all'interno di tali edifici, la sicurezza della loro vita.

L'Italia dispone di un patrimonio culturale cospicuo e complesso, per cui il problema della sicurezza è rilevante. L'applicazione di regole di tipo deterministico-prescrittivo, usuale nel nostro paese, appare difficoltosa e inadeguata; è necessario un approccio integrato al problema sicurezza, il quale è strettamente connesso alle caratteristiche peculiari dell'edificio ed ai vincoli, perché per poter fornire una adeguata protezione all'incendio di solito si va a collimare con l'ideale di coloro che vogliono che l'edificio rimanga inalterato, dato che si devono sempre prevedere un minimo di interventi sia sull'estetica che sulla struttura dell'edificio in questione, questi interventi che in alcuni casi sono di tipo invasivo, sia dal punto di vista strutturale che impiantistico, nei riguardi delle caratteristiche della costruzione e dei beni ivi contenuti e di conseguenza non risultano realizzabili. Bisogna cercare di mantenere l'autenticità storica dell'edificio ma allo stesso tempo si deve cercare di metterlo in sicurezza.

La sfida sarà quella di trovare sempre un equilibrio ottimale tra la massima protezione all'incendio e mantenere l'unicità ed il carattere che contraddistingue l'edificio interessato.





## 4.2 Conseguenze di un incendio sul patrimonio storico

*“E andarono perduti un’infinità di trofei di vittoria e statue e pitture greche e opere degli antichi ingegni, sino allora gelosamente conservate; delle quali, fra tanta bellezza della città rinnovata, i più vecchi si ricordano, senza saperle riprodurre.”*

Con questa frase Tacito, grande storico latino, riassume il dramma rappresentato dalla perdita del patrimonio culturale romano a seguito del grande incendio sviluppatosi in città nel 64 d.C. Come testimonia la storia, la frequenza di incendi negli edifici storici è elevata e anche i fatti di cronaca recente dimostrano quanto sia diffuso questo problema sia in Italia che all’estero.

Si ipotizza che in Europa, ogni giorno, un edificio o una risorsa storica sia danneggiata più o meno gravemente dal fuoco, tuttavia è molto difficile avere una statistica ufficiale relativa al numero di incendi dannosi negli edifici.

Per poter avere una panoramica sul problema, è stata fatta un’indagine e sono stati raggruppati in una tabella riassuntiva alcuni casi di incendi significativi che si sono verificati in edifici storici unitamente ai costi approssimativi del danno (ove è stato possibile stimarlo) e alla causa sospetta dell’incendio.



*Figura 50 - Incendio del Castello di Windsor, 1992*



<b>Data</b>	<b>Costruzione</b>	<b>Paese</b>	<b>Danno stimato (€)</b>	<b>Causa</b>
06/2018	Glasgow School of Art	Scozia	/	Ancora da accertare
01/2018	Sacra di San Michele	Italia	/	Restauro
08/2017	Biblioteca di Cosenza	Italia	/	Incendio di propagazione
09/ 2009	Schloss Ebelsbach	Germania	3.5 m	Incendio doloso
08/ 2009	South Dakota Library	USA	11 m	Scintille dal taglio di calcestruzzo
04/ 2008	Castello di Moncalieri	Italia	10 m	Restauro
04/ 2008	Québec Armory	Canada	100 m	Restauro (impianto elettrico)
10/ 2007	Armando Museum, Amersfoort	Paesi Bassi	5 m	Restauro (tetto)
04/ 2007	Georgetown Library, Washington DC	USA	20 m	Restauro (tetto)
08/ 2006	St. Petersburg Cathedral Dome	Russia	3 m	Restauro (tetto)
09/ 2004	Duchess Anna Amalia Library	Germania	80 m	Impianto elettrico difettoso
06/ 2002	Teatro la Scala, Milano	Italia	/	Restauro
11/ 1998	Reggia di Caserta	Italia	1 m	Restauro
06/ 1998	Chiesa di San Geremia, Venezia	Italia	/	Restauro (tetto) /doloso
04/ 1997	Duomo di Torino e Palazzo Reale	Italia	30 m	Restauro
01/ 1996	Teatro la Fenice, Venezia	Italia	/	Doloso
11/ 1992	Windsor Castle	Inghilterra	50 m	Faretto troppo vicino alle tende
06/ 1992	Christianborg Palace Church	Danimarca	7 m	Fuochi d'artificio
10/ 1991	Teatro Petruzzelli, Bari	Italia	/	Doloso
08/ 1989	Uppark House	Inghilterra	20 m	Restauro (fiamma ossidrica)

*Tabella 2 - Principali danni provocati dagli incendi negli edifici storici*



È significativo notare come in molti casi la voce "restauro" figura come causa di incendio, si deduce quindi che l'evento dannoso si sarebbe potuto evitare se si fossero prese le dovute precauzioni.

L'attuale elevato livello di perdita di edifici storici dovuta agli effetti del fuoco è causa di preoccupazione. Gli edifici storici sono una risorsa finita e la loro perdita per gli effetti del fuoco è un tema di importanza internazionale. Come indicato nel documento COST ACTION C17: "BUILT HERITAGE: FIRE LOSS TO HISTORIC BUILDINGS" se si vogliono limitare queste perdite, bisogna innanzitutto capire le cause scatenanti di un incendio in un edificio storico.

Esse possono essere riassunte in:

- Guasti elettrici; solitamente le installazioni elettriche negli edifici storici non sono conformi agli attuali standard di sicurezza e sono un pericolo intrinseco in se stessi. A questo fattore si aggiunge poi la negligenza nell'uso di apparecchiature elettriche come faretto troppo vicino a materiali infiammabili quali tende (ritenuta essere la causa dell'incendio del castello di Windsor), lampadine con potenze troppo elevate, apparecchiature elettriche dimenticate accese.
- Lavorazioni di cantiere eseguite ad alte temperature (come saldatura, brasatura, taglio ecc.) impiegate durante i lavori di restauro;
- Sigarette e candele;
- Apparecchiature di riscaldamento;
- Illuminazione;

Ulteriori fattori che contribuiscono drasticamente alla diffusione del fuoco, e alla maggiore portata dei danni causati dal fuoco, sono le tecniche tradizionali di costruzione comunemente utilizzate negli edifici storici. Questi includono:

- Aperture sovradimensionate;
- Costruzione a parete sottile;
- Discontinuità strutturali;
- Scale aperte;
- Percorsi di ventilazione e di manutenzione;
- Tetto continuo;
- Mancanza generale della compartimentazione;

Un aspetto che non verrà qui approfondito, ma che merita comunque una nota, è il danno dovuto all'acqua. La perdita del patrimonio culturale è spesso non solo il



*Figura 51 - Incendio della Biblioteca Duchessa Anna, Weimar 2004*

risultato diretto dei danni causati dal fuoco, paradossalmente il danneggiamento dell'acqua, causato da misure adottate per estinguere il fuoco, che potrebbe risultare ancora più rilevante. Un particolare esempio, dove il danno idrico ha rappresentato una quota significativa della perdita totale, è stato l'incendio della Biblioteca Duchessa Anna Amalia a Weimar in Germania.

Per affrontare in modo adeguato queste problematiche, bisogna raggiungere un equilibrio tra la mentalità del conservatore (per preservare l'autenticità dell'edificio) e quella dell'ingegnere per la sicurezza antincendio (per garantire la massima protezione per persone e proprietà). Il principio guida generalmente proposto dalle organizzazioni per la protezione del patrimonio è quello del minimo intervento. Ciò implica che eventuali modifiche all'edificio, siano esse destinate a migliorare la compartimentazione, il rilevamento di incendi o l'impianto estinguente dovrebbero essere il meno invasive possibile.

Decidere quali miglioramenti dovrebbero essere fatti richiede un approccio strutturato per conseguire quanto sopra e fornire una soluzione ottimale per il particolare edificio in questione. Per poter avere una guida nel processo decisionale, sono stati proposti i seguenti criteri nella "Guide for Practitioners 7 – Fire Safety Management in Traditional Buildings":

- **Essenzialità:** dovrebbero essere considerati solo i sistemi che sono fondamentali per raggiungere gli obiettivi della protezione della vita, degli edifici e dei contenuti;
- **Adeguatezza al rischio:** qualsiasi misura fisica installata deve essere adeguata al livello di rischio in questione;
- **Estetica integrata:** l'estetica dovrebbe avere un'alta priorità nel determinare quali miglioramenti dovrebbero essere attuati;



- **Minima invasività:** tutte le misure adottate dovrebbero avere un impatto fisico minimo sul tessuto e sull'arredamento della costruzione;
- **Reversibilità:** tutte le modifiche apportate all'edificio dovrebbero essere reversibili.

### 4.3 Analisi di alcuni incendi nella storia

Fra tutti i casi individuati precedentemente si analizzeranno nel dettaglio quelli che hanno portato un maggior contributo all'inquadramento delle problematiche relative agli incendi nelle chiese.

#### ***Cappella della Sacra Sindone di Torino - 1997***

La Cappella della Sacra Sindone, nota anche come Cappella del Guarini, è un'opera architettonica dell'architetto Guarino Guarini, costruita a Torino alla fine del XVII secolo. La cappella fu commissionata inizialmente a Carlo di Castellamonte dal duca Carlo Emanuele I di Savoia per conservare il prezioso telo della Sindone che la famiglia ducale sabauda custodiva da alcuni secoli. La Reliquia era stata trasportata a Torino da Emanuele Filiberto, nel 1578, quando elesse il capoluogo piemontese a capitale del suo regno. Successivamente, nel 1667, l'incarico passò a Padre Guarino Guarini, architetto di corte e grande esponente del barocco piemontese. La soluzione architettonica, anche per mancanza di spazio, è verticale e si risolve in un vano circolare coperto da una cupola molto slanciata.

I lavori per dare una collocazione fissa e stabile al Telo si protrassero sino al 1694.

#### RICOSTRUZIONE DELL'EVENTO: EVOLUZIONE E CAUSE

L'incendio divampò all'interno della Cappella del Guarini venerdì 11 aprile 1997, alle ore 23.30. All'interno della Cappella si stavano effettuando dei lavori di restauro conservativo e l'impresa Edile "Fantino" di Cuneo che svolgeva i restauri aveva allestito due ponteggi (interno ed esterno) tra loro collegati attraverso alcuni finestroni, che si estendevano fino al limitrofo Palazzo Reale.

Il recupero della Sindone fu molto pericoloso, venne portata in salvo dai Vigili del Fuoco prima che l'eventuale crollo della cupola la potesse danneggiarla.

Il primo allarme giunse al centralino dei Vigili del Fuoco alle ore 23,47. Sembra siano trascorsi 40 minuti tra la prima rilevazione e l'allarme, intervallo di tempo che



*Figura 52 - Incendio della Cappella della Sacra Sindone, Torino 1997*

ha permesso all'incendio di svilupparsi all'interno degli edifici. Il controllo completo dell'incendio è stato raggiunto intorno alle ore 2,00 del giorno successivo, ma solo nelle ore mattutine del 13 aprile sono stati spenti tutti i focolari. Successivamente è stato necessario provvedere al ripristino della continuità strutturale, mediante una cerchiatura del tamburo della Cappella ed all'installazione delle staffe metalliche per contrastare parti dell'edificio interessate dai dissesti.

Si è ipotizzato che a scatenare le fiamme sia stata una "causa elettrica", dovuta al fatto che l'interruttore generale, collocato nei sotterranei, non venne disattivato. Le fiamme rapidamente si propagarono attraverso le parti lignee del ponteggio e hanno raggiunto il vicino Palazzo Reale. Le tavole di legno dei ponteggi e i liquidi infiammabili presenti nel cantiere di restauro hanno permesso alle fiamme di svilupparsi, facilitate dal forte vento che quella sera spirava sulla città.

#### DANNI: DESCRIZIONE E QUANTIFICAZIONE

Nonostante la Sacra Sindone sia stata posta in salvo vi sono stati danni gravissimi alla cupola del Guarini e ad un'ala di Palazzo Reale. La gravità dell'evento è stata determinata da:

- Presenza di strutture lignee;
- Mancanza di compartimenti antincendio;
- Elevati carichi d'incendio;
- Carenza di misure di prevenzione e protezione;
- Carenze di procedure gestionali e di emergenza;
- Carenza di informazione e formazione antincendio del personale dipendente.



La stima dei danni si aggirò intorno ai 30 milioni di euro e ad oggi i lavori di restauro non sono ancora terminati.

### ***Cattedrale della Trinità di San Pietroburgo - 2006***

La Cattedrale della Trinità che si trova a San Pietroburgo, fu costruita su progetto di Vasilij Petrovič Stasov tra il 1828 e il 1835 ed è un esempio del tardo stile impero. Nel 1990 è stata dichiarata "Patrimonio dell'umanità" dall'UNESCO.

La chiesa, rispettando i parametri classici dell'architettura religiosa ortodossa, è a pianta centrale, con cinque cupole blu decorate a stelle dorate, che campeggiano in Piazza della Trinità. Le facciate della navata e del transetto sono abbellite da pronai esastili corinzi. L'interno comprende ventiquattro, decorazioni ed icone sacre, ed è in grado di accogliere oltre 3000 fedeli.



*Figura 53 - Incendio della Cattedrale della Trinità, San Pietroburgo 2006*

#### RICOSTRUZIONE DELL'EVENTO: EVOLUZIONE E CAUSE

L'incendio si verificò venerdì 25 agosto 2006 intorno alle 17,30. Le fiamme avvolsero e distrussero rapidamente la cupola centrale della chiesa ortodossa che era in fase di restauro e, a causa della mancanza di scale sufficientemente alte da parte dei vigili del fuoco per spegnere tempestivamente le fiamme (anche le altre cupole hanno subito danni). Le fiamme raggiunsero un'altezza di 30-40 metri e l'incendio è stato valutato di quarto grado dalle squadre di soccorso giunte sul luogo per domarlo. L'ampiezza dell'incendio è stata di circa 250 metri quadrati e ben 68 vigili del fuoco



giunti su 28 automezzi sono stati impiegati al fine di spegnere le fiamme che furono domate dopo circa tre ore.

Nonostante la struttura della cupola centrale sia andata completamente perduta, tutte le opere artistiche custodite nella cattedrale sono state salvate e portate al sicuro, anche grazie all'intervento di squadre di volontari e semplici cittadini accorsi sul posto per aiutare i pompieri.

La causa del disastro è stata attribuita al cantiere di restauro, infatti l'incendio si è sviluppato da un ponteggio allestito all'esterno dell'edificio per compiere i lavori.

#### DANNI: DESCRIZIONE E QUANTIFICAZIONE

Il danno causato dal fuoco è stato stimato inizialmente in 1,6 milioni di rubli (circa 2 milioni di euro) ed è giunto a circa 3 milioni di euro in fase definitiva.

Dopo 21 anni, è stato ultimato il restauro della Cattedrale della Trinità. Per la sua ricostruzione sono state adottate speciali tecnologie. Basandosi su foto d'archivio è stato possibile anche ricostruire il lampadario centrale della cattedrale.

## **4.4 Normativa nazionale ed internazionale**

Quando si devono svolgere delle operazioni di ristrutturazione, rinnovo o adeguamento alle normative vigenti i proprietari di edifici storici sono spesso combattuti tra le richieste dettate dalle normative vigenti in ambito della protezione dall'incendio e dagli organi competenti e le richieste avanzate dalle soprintendenze per i beni architettonici e culturali.

La preoccupazione principale delle autorità è quella di riuscire ad evacuare in maniera sicura gli occupanti dell'edificio e la possibilità di fornire adeguate attrezzature antincendio. Le soprintendenze si occupano prevalentemente di mantenere l'autenticità dell'edificio e sono poco favorevoli all'introduzione di misure preventive che abbiano un impatto negativo sulla struttura e sull'estetica dell'edificio. In molti casi quindi l'adeguamento risulta difficile o addirittura impossibile a causa dei vincoli imposti all'edificio tutelato. Nei casi in cui l'adeguamento risulti troppo invasivo si dovrà ricorrere al procedimento di progettazione in deroga o alla FSE (Fire Safety Engineering).

In generale, i regolamenti antincendio nazionali ed internazionali riguardano principalmente la sicurezza della vita umana (obbiettivo primario) e solo in maniera





marginale la tutela e la protezione dei beni. Oltre alla sicurezza antincendio si deve sempre tenere conto di diversi problemi come la conservazione, la tutela, il restauro ed anche aspetti di ordine strutturale, di uso e di anticrimine. Tutti questi ambiti risultano molto differenti tra di loro, e se non vengono affrontati in maniera adeguata e coordinata c'è il rischio che possano entrare in contrasto.

L'adempimento delle normative antincendio, per quanto riguarda la sicurezza della vita umana e dei relativi codici di costruzione, è, ovviamente, obbligatorio. Tuttavia, il numero di regolamenti e linee guida nazionali in materia di protezione dei beni è costantemente in aumento in quanto l'importanza del patrimonio culturale sull'economia locale diventa sempre più marcato.

Oggi, a livello nazionale ed interazionale, esistono le seguenti normative:

- Nazionale:
  - D.M. n. 569 del 20/5/1992** *“Norme di sicurezza antincendio per gli edifici storici e artistici destinati a musei, gallerie, esposizioni e mostre”*;
  - D.P.R. n. 418 del 30/6/1995** *“Norme di sicurezza antincendio per gli edifici di interesse storico-artistico destinati a biblioteche e archivi”*;
  - D.M. 3 agosto 2015** *“Norme tecniche di prevenzione incendi”*;
  - Protocollo d'intesa tra il MiBAC ed il Ministero dell'interno – Dipartimento dei VVF, del soccorso pubblico e della difesa civile**;
  - Lettera Circolare DCPREV prot. n. 3181 del 15/3/2016** *“Linea guida per la valutazione, in deroga, dei progetti di edifici sottoposti a tutela ai sensi del d.lgs. 22 gennaio 2004, n. 42, aperti al pubblico, destinati a contenere attività dell'allegato 1 al D.P.R. 1 agosto 2011 (con l'esclusione di biblioteche e archivi, musei, gallerie esposizioni e mostre)”*.
- Internazionale (vengono citate qui di seguito quelle più importanti):
  - Raccomandazione del Consiglio d'Europa n.9 del 2311/1993**
  - CFPA-E Guideline No 30:2013 F** *“Managing fire safety in historical buildings” – UE*;
  - NFPA 909** *“Code for the Protection of Cultural Resources” – USA*;
  - NFPA 914** *“Code for Fire Protection of Historic Structures” – USA*;
  - Guide for Practitioners 7** *“Fire Safety Management in Traditional Buildings Parts 1 and 2” – Scozia, questa normativa entrata in vigore nel 2010 va a sostituire le seguenti quattro normative:*



- **TAN 11** *“Fire Protection Measures in Scottish Historic Buildings”* - 1997;
- **TAN 14** *“The Installation of Sprinkler Systems in Historic Buildings”* - 1998;
- **TAN 22** *“Fire risk management in Heritage Buildings”* - 2001;
- **TAN 28** *“Fire Safety Management in Heritage Buildings”* - 2005;

Oltre ai codici e ai regolamenti vigenti, è la responsabilità morale del proprietario dell'edificio proteggere dagli incendi sia visitatori che il personale che vi lavora.

Tenendo in considerazione che i visitatori non hanno familiarità con l'edificio, con il suo layout e la posizione delle uscite di sicurezza ed allo stesso tempo essi possono inoltre essere in condizioni fisiche, di età e psicologiche differenti. Tutti questi fattori saranno amplificati durante la situazione di stress creata da un evento di emergenza come un allarme antincendio o l'evacuazione dell'edificio, pertanto sarà necessario gestire anche questo dell'emergenza nella migliore maniera possibile.

## **4.5 La sicurezza in caso d'incendio nelle maggiori opere antonelliane novaresi**

Dopo aver esposto il problema del rischio d'incendio in forma generica negli edifici storici e di pregevole interesse decidiamo di estenderlo nello specifico al caso delle maggiori opere progettate e costruite da Alessandro Antonelli nel corso della sua vita. Antonelli, come abbiamo visto, ideò e realizzò una moltitudine di edifici di diverse tipologie: dall'abitazione civile al palazzo, dalle chiese fino alle cupole. Nello scenario urbano di Novara si possono ritenere di maggiore importanza due opere più delle altre: il Duomo e la Basilica di San Gaudenzio con la Cupola (che sono già state descritte in maniera dettagliata sia dal punto di vista storico che tecnico nel capitolo precedente). Ora saranno analizzate in modo generico per quanto riguarda il caso specifico del probabile rischio d'incendio a cui sono soggette.

Entrambe le tipologie costruttive rientrano in primo luogo nella categoria dei luoghi di culto, ma i luoghi di culto al giorno d'oggi non rientrano nelle attività assoggettate ai controlli di sicurezza antincendio, infatti non risultano presenti all'interno della lista delle attività presenti nel D.M. del 16/02/1982 e non sono nemmeno citati nella legge 626 per quanto riguarda la sicurezza sui posti di lavoro.



*Figura 54 - Incendio in una chiesa a Minneapolis nel 2012*

La chiesa non è un luogo di pubblico spettacolo e tantomeno contempla lavoratori dipendenti, di conseguenza, non c'è l'obbligo di rilascio delle specifiche autorizzazioni da parte dei vigili del fuoco in quanto viene classificata come luogo a rischio basso: l'unico controllo previsto è eventualmente quello alle centrali termiche (se esse superassero i 116 kW di potenza). Se si vuole realizzare una valutazione del rischio d'incendio per quanto riguarda questo tipo di edificio si dovrà applicare le direttive presenti all'interno del D.M del 10/03/1998 *“Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro”*.

La quasi totalità dei luoghi di culto, per quanto riguarda il caso italiano, è realizzato all'interno di edifici storici, e quindi risultano beni da tutelare, pertanto essi potrebbero essere soggetti ai controlli di prevenzione incendi come “edifici pregevoli per arte e storia” per poter tutelare allo stesso tempo sia l'edificio che i beni in esso contenuti.

Le chiese sono edifici molto diffusi sul territorio nazionale, spesso di rilevante valore storico architettonico, ove sono custodite importanti opere d'arte o che comunque rappresentano per le comunità locali un luogo della memoria con i loro secoli di storia e di fede. Una valutazione dei rischi di incendio nelle chiese,



*Figura 55 - Effetti dell'incendio nella chiesa di Santo Domingo, Lisbona nel 1959*

seppure schematica e del tutto qualitativa, non può trascurare l'obiettivo primario della prevenzione incendi rappresentato dalla sicurezza degli occupanti.

Il più delle volte, in questi tipi di edifici, le vie di fuga sono insufficienti, le porte risultano inadeguate e non vige alcun obbligo di certificazione antincendio o di presenza di dispositivi di sicurezza. È questa la situazione in cui versa la quasi totalità dei luoghi di culto, edifici storici soggetti a precisi vincoli di conservazione ma liberi dalle normative in materia di antincendio. Gli esigui margini per migliorare la sicurezza sono affidati alla volontà individuale ma per buona parte i religiosi hanno le mani legate.

I luoghi di culto sono ambienti in cui si ha un notevole affollamento di persone, specie in occasione di particolari funzioni religiose, persone delle quali bisogna garantire la possibilità di evacuazione in caso di emergenza. La popolazione che frequenta le chiese è caratterizzata da una percentuale superiore alla media di persone con una maggiore vulnerabilità fisica e/o psico-motoria quali anziani, ammalati, persone con ridotte o impedito capacità motorie o sensoriali, bambini, ecc.



Bisogna anche considerare che, a differenza di quanto avviene in altre attività con presenza di pubblico, nei luoghi di culto non è disponibile un piano di emergenza né tanto meno personale appositamente addestrato per la lotta antincendio in aggiunta all'assenza di vie di esodo per le persone più bisognose.

Tutto ciò oscilla tra l'iniziativa individuale delle curie ed i vincoli posti dalla tutela architettonica. Nelle chiese non è possibile trovare indicazioni per uscite di emergenza e non potrebbe essere altrimenti, dal momento che le uscite di emergenza sono di fatto inesistenti o troppo anguste ed è impossibile pensare di creare nuovi varchi o ampliare quelli esistenti dato che si tratta di monumenti di valore storico e artistico e ogni "smembramento" è impensabile oltre che vietato dalla Sovrintendenza, impegnata a tutelare il valore artistico e architettonico dei monumenti.

Altro punto da evidenziare per questo tipo di attività è rappresentato dalla compartimentazione, che in genere è una delle principali misure di protezione passiva, ma, per quanto riguarda i luoghi di culto, non è proponibile in quanto gli ambienti risultano molto alti ed ampi come sviluppo in pianta; inoltre la maggior parte dei luoghi di culto è sprovvista di qualsiasi impianto/attrezzatura per l'estinzione degli incendi. Si deve cercare di ovviare a questo problema inserendo almeno un congruo numero di estintori con particolari caratteristiche di miscela estinguente, dato che le polveri e gli estinguenti a base d'acqua potrebbero danneggiare in maniera irreparabile, al pari delle fiamme.

All'interno dei luoghi di culto le maggiori cause che possono portare allo svilupparsi di fenomeni incendiari sono rappresentate dai lavori di manutenzione e restauro e dagli allestimenti temporanei. Non è superfluo ricordare che incendi di vaste proporzioni si sono verificati durante i lavori di ristrutturazione, interessando, in particolare, le coperture e le strutture lignee.



*Figura 56 - Possibili cause d'incendio all'intero delle chiese*



Le decorazioni installate in occasioni di ricorrenze festive, quali festoni di carta o di tessuto, drappi, tendaggi, allestimento di presepi, addobbi vari, possono costituire un serio pericolo di incendio. L'utilizzo di materiali facilmente combustibili e non classificati ai fini della reazione al fuoco non può essere consentito soprattutto lungo le vie di esodo. Le attrezzature di illuminazione decorative, come quelle per i presepi, dovrebbero essere utilizzate dopo un controllo preventivo per accertarsi che siano in perfette condizioni di sicurezza. Nel 2015 un incendio nato da un cortocircuito ha mandato in fiamme non solo il presepe ma anche parte della chiesa di Fontaniva (Padova) arrecando un danno di circa 100 mila euro secondo le prime stime dei periti.

In nessun caso devono essere utilizzate: decorazioni, candele o altri sistemi a fiamma libera, le piante artificiali solo se realizzate con materiali non pericolosi per la sicurezza antincendio, in ogni caso non devono essere installate vicino a luci, apparecchi di riscaldamento o altre sorgenti di ignizione.

Sommando alla ristrettezza dei vincoli dettati dalle soprintendenze la mancanza di risorse restano minimi i margini per poter innalzare gli standard di sicurezza contro gli incendi.



*Figura 57 - Conseguenze dell'incendio nella chiesa di Fontaniva (PD), 2015*



Gli edifici religiosi costruiti meno di cinquant'anni fa sono stati realizzati già tenendo conto delle normative esistenti, ma si tratta di un numero decisamente inferiore rispetto alle chiese storiche.

Quindi nelle chiese storiche niente maniglioni antipanico, portoni che si aprono dalla parte sbagliata (ovvero verso l'interno), vie di fuga ai minimi termini, totale assenza di manichette antincendio. L'installazione di rilevatori di fumo, l'unico non invasivo, risulta quasi sempre inutile in quanto oltre i tre metri da terra (e le volte delle chiese raggiungono altezze ben più consistenti) la loro utilità risulterebbe vanificata dal tempo impiegato dal fumo a raggiungere la cellula. Resta l'adeguamento agli impianti elettrici, la cui inadeguatezza a carichi maggiorati è una delle cause di rischio di cortocircuito.

In conclusione, si vuole sottolineare la grande importanza non solo artistica e culturale ma anche simbolica dei molti luoghi della fede di particolare pregio che rendono straordinariamente ricco di testimonianze religiose il territorio del nostro Paese e da ciò la conseguente necessità di preservarli anche dal rischio di incendio nella consapevolezza che per quanto costosa nessuna opera di parziale o totale ricostruzione potrebbe restituire il patrimonio andato distrutto dalle fiamme.

L'altra grande categoria di opere a cui Antonelli si è dedicato nel corso della sua professione è stata quella delle opere a grande sviluppo verticale identificabili nella Mole Antonelliana di Torino e la Cupola di San Gaudenzio di Novara.

Sottolineando ancora una volta come l'architetto si sia spinto a progettare opere fuori dal comune sia per il periodo storico di appartenenza, sia per le altezze raggiunte che per le tipologie di materiali impiegati, si vogliono ora indagare le problematiche legate alla sicurezza antincendio che si possono riscontrare in questa particolare tipologia di costruzioni.

Negli edifici che rappresentano un bene culturale, riuscire a coniugare un livello di sicurezza antincendio ottimale per la protezione dei beni e degli occupanti va in contrasto con la conservazione dei luoghi, la minimizzazione degli interventi strutturali ed estetici dell'edificio in esame, la necessità di conservare "l'autenticità storica" dell'edificio stesso; nei due esempi sopracitati bisogna poi aggiungere la caratteristica dell'elevato sviluppo verticale.



*Figura 58 - Mole Antonelliana e Cupola di San Gaudenzio*

A differenza da quanto rilevabile nella normativa europea ed internazionale, l'ordinamento giuridico italiano non individua una precisa definizione di “edificio di grande altezza” poiché la composizione delle normative è anche il risultato dell'approccio che i Vigili del Fuoco hanno nella gestione degli interventi di soccorso unitamente alla tipologia dei mezzi di cui sono dotati, o che l'attuale tecnologia consente di disporre e quindi di dotarsene. Infatti, tranne per poche eccezioni, la stragrande maggioranza degli edifici italiani raggiunge altezze comprese fra i 24 e 32 metri con alcune eccezioni per edifici che si collocano fra i 32 e 54 metri.

Questo non vuol dire che la tematica non sia stata affrontata, ma che rispetto al quadro normativo internazionale, che individua livelli di prestazione “primari” con riferimento agli edifici di grande altezza, indipendentemente dalla loro specifica destinazione d'uso, integrando poi misure di prevenzione e protezione specifici per tipologia di attività o mix di attività, nell'ultima normazione nazionale a carattere prescrittivo si trovano spunti atti a definire, già in fase progettuale, le modalità di pianificazione circa l'operatività dei soccorsi.

I principi su cui si basa la norma sono sostanzialmente suddivisi in tre categorie: ubicazione, accesso all'area e altezza antincendio. Il primo aspetto da valutare





Figura 59 - Difficoltà di intervento dei Vigili del Fuoco

quando si tratta di un edificio di grande altezza il punto fondamentale da cui partire è il suo inserimento nel contesto urbano e di conseguenza un'attenta analisi circa l'accessibilità all'area/edificio al fine di garantire l'operatività dei soccorsi e conseguentemente la sicurezza sia degli utenti sia dei soccorritori.

Difficoltà di accesso e di operatività antincendio in caso di soccorso tecnico urgente potrebbero verificarsi quando si prendono in considerazione i beni storici, tuttavia entrambi i beni Antonelliani, collocati nel centro storico delle città di appartenenza, risultano comunque facilmente accessibili dai mezzi di soccorso. Diverso approccio è da farsi per l'altezza antincendio; essa è definita come *“altezza massima misurata dal livello inferiore dell'apertura più alta dell'ultimo piano abitabile e/o agibile, escluse quelle dei vani tecnici, al livello del piano esterno più basso”*. È impensabile che tali beni storici possano rispettare le prescrizioni normative e, come avvenuto per operazioni in passato, è necessario intervenire con mezzi alternativi in caso di soccorso urgente. Nel caso di rifunzionalizzazione di edifici storici di questo tipo, l'adeguamento dell'edificio alle leggi vigenti in materia di sicurezza antincendio, comporterebbe la realizzazione di complesse opere impiantistiche e tecnologiche, indispensabili per la fruizione dei diversi livelli del monumento ma incompatibili con le attuali norme, si renderebbe quindi necessario operare in deroga con delle misure compensative da valutare caso per caso.



*Figura 60 - Intervento con elicottero sulla Cupola di San Gaudenzio*

Per quanto riguarda lo studio dei luoghi di culto e delle strutture di grande altezza, come la Cupola di San Gaudenzio, dal punto di vista della normativa antincendio risulta alquanto complesso e complicato data la totale assenza di normative presenti nel quadro legislativo nazionale.

Considerando l'ampia vastità degli edifici, sia religiosi che civili, progettati dall'architetto Antonelli, presenti sul territorio novarese, alcuni di essi in ottimo stato di conservazione e regolarmente abitati e vissuti mentre altri purtroppo, per una serie di motivazioni e vicissitudini, sono sopravvissuti agli anni ma tutt'oggi si trovano in uno stato di totale abbandono si decide di spostare l'attenzione su uno dei maggiori esempi di architettura civile che versa in questo stato di abbandono è rappresentato da Casa Bossi di Novara, definita dai più "uno dei più bei palazzi neoclassici d'Italia". È per questo che si è deciso di intraprendere nel progetto di tesi lo studio del tale bene prima dal punto di vista storico per poi passare ad una sua oggettiva ipotesi di rifunzionalizzazione procedere infine alle verifiche di idoneità per quanto riguarda i requisiti di sicurezza in caso d'incendio sia per l'incolumità delle persone che dei beni ivi conservati.



# CAPITOLO 5

## CASA BOSSI

### 5.1 Cenni storici

Casa Bossi, prima Casa Desanti, è un palazzo urbano situato a Novara all'angolo tra baluardo Quintino Sella e via Pier Lombardo, e la si può ritenere tra i più significativi esempi dell'architettura civile dell'800 in Piemonte. Questo edificio può essere considerato al pari di un monumento in quanto in esso sono racchiuse delle peculiarità che rappresentano perfettamente lo stile neoclassico e la sua epoca di realizzazione; entrambe queste caratteristiche rappresentano l'anima su cui si è fondata la costruzione della Novara che oggi conosciamo.

La realizzazione dell'edificio ebbe inizio nel 1858 ed il committente fu Luigi Desanti, ricco possidente terriero nato in Corsica nel 1786, il quale acquistò il 9 luglio del 1857 dalla Marchesa Amalia Concito di Montiglio una casa in stile barocco, con annesse le pertinenze rustiche a nord ed un giardino che si affacciava verso la parte occidentale della città, situata nella contrada di Sant'Agata (il primo documento relativo all'ala settecentesca risale al 6 marzo 1848). Quando fu realizzata la casa, la configurazione viaria della zona era differente rispetto ad oggi: dato che vi era una via che partiva, come parte tutt'oggi, dalla Basilica di San Gaudenzio ma invece di collegarsi direttamente al baluardo Quintino Sella, svoltava senza soluzione di continuità proprio di fronte a Casa Bossi per poi passare nella parte retrostante del Palazzo del Mercato.



**INDICE**

Dimostrativo della Casa e Giardino di Proprietà della  
Sig. Carolina Faa di Costa esistente in questa Città  
al Civico N. 166 e nella pianta al. n. 109. di Sez. I. n. censita h. 196. 72  
e quanto al Giardino al N. 109. di Sez. I. n. censita h. 10. oltre l'area  
stata acquistata dalla Città ed annessa al Giardino rilevante a Metri quad. N. 260.  
pari a Sez. 0. 19. 72.

**Indice**

1. Questo è quello che rimaneva della Casa N. 166  
2. Sape l'essere ad uso del Palazzo con scala interna  
3. La scala in tre rampole verso il giardino di casa  
4. Vedute in casa che rimaneva di cortina e piano in  
5. tutta superiore  
6. Palazzo  
7. Lungo l'angolo  
8. Cortina  
9. Scala in casa che mette in giardino  
10. Ripartizione per la scala  
11. Scala in casa che mette in giardino di casa  
12. Lungo l'angolo sottostante alla scala superiore  
13. Scala in casa che mette in giardino  
14. Cortina  
15. Scala che mette in superiore la prima e seconda piano  
16. superiore  
17. Ripartizione anche ad uso di Luminaria  
18. Ripartizione una parte anche nel centro  
19. Cortina esistente  
20. Scala in lungo l'angolo verso l'angolo, ed abbinata  
21. l'angolo in casa  
22. Due balconi in cortina dei balconi restano  
23. Luminaria  
24. Due in giardino  
25. Ripartizione  
26. Scala per cortina, ed anche in cortina del piano anche  
27. con sottostante che di Luminaria  
28. Cortina con scala interna in angolo di casa in  
29. due balconi ad uso di Luminaria  
30. Scala in casa che mette in superiore superiore alla scala  
31. in casa N. 166 e quale del N. 166  
32. Due balconi  
33. Ripartizione anche in casa in cortina di casa  
34. Scala in casa che rimaneva in cortina, ed in casa  
35. anche piano superiore del sottostante di Cortina  
36. sottostante ed in Luminaria  
37. Luminaria  
38. Luminaria  
39. Luminaria di casa in casa  
40. Cortina in casa esistente  
41. Scala in casa che mette in cortina  
42. Ripartizione  
43. Scala in lungo l'angolo ed in casa quale in cortina ed  
44. scala in cortina del fabbricato di cortina di  
45. superiore anche  
46. Ripartizione in piano  
47. Luminaria  
48. Cortina in casa in casa  
49. Cortina in casa in casa  
50. Cortina in casa in casa  
51. Cortina in casa in casa  
52. Cortina in casa in casa  
53. Cortina in casa in casa  
54. Cortina in casa in casa  
55. Cortina in casa in casa  
56. Cortina in casa in casa  
57. Cortina in casa in casa  
58. Cortina in casa in casa  
59. Cortina in casa in casa  
60. Cortina in casa in casa

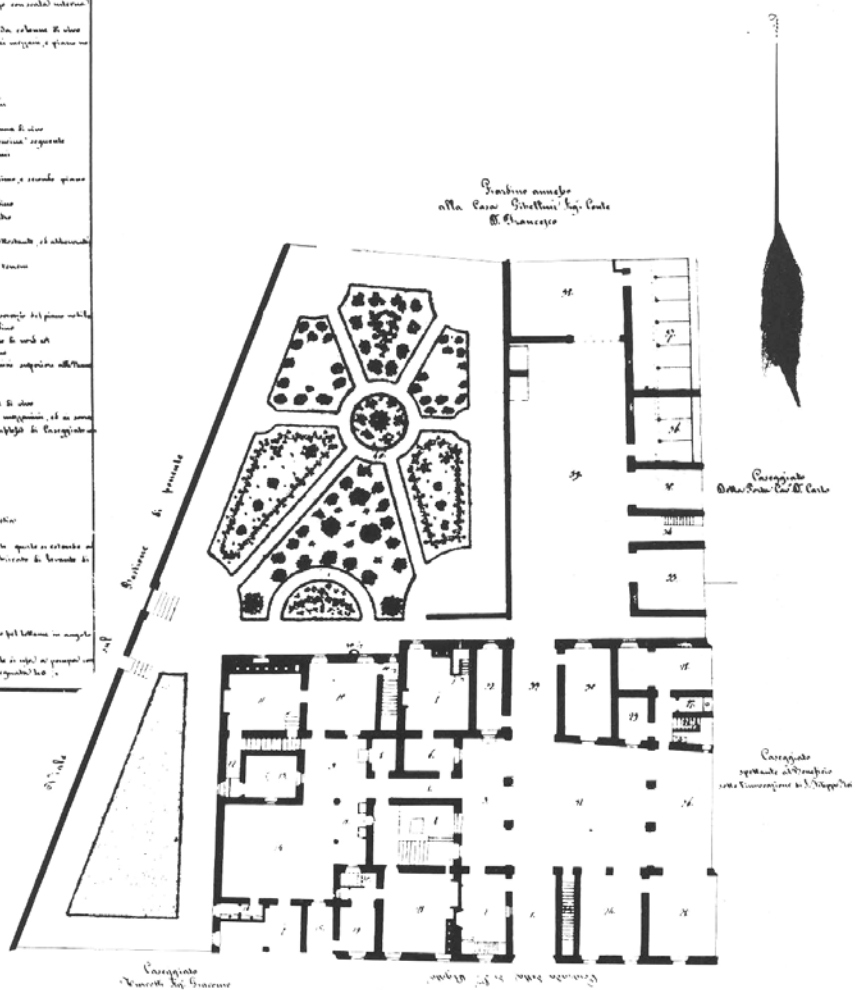


Figura 61 - Pianta dell'edificio seicentesco preesistente al progetto antonelliano

Subito dopo l'acquisto del bene il sig. Desanti affidò all'arch. Alessandro Antonelli l'incarico per il progetto della completa ristrutturazione ed ampliamento. Il progetto dell'architetto fu molto raffinato e di altissima qualità; intervenne sull'esistente in maniera precisa e scrupolosa il che denota un'attenta e precisa analisi dello stato di fatto dell'edificio. Il nuovo palazzo ingloba nel piano terra parte della costruzione preesistente, con la sola eccezione dei rustici a nord e di una cucina con scala e

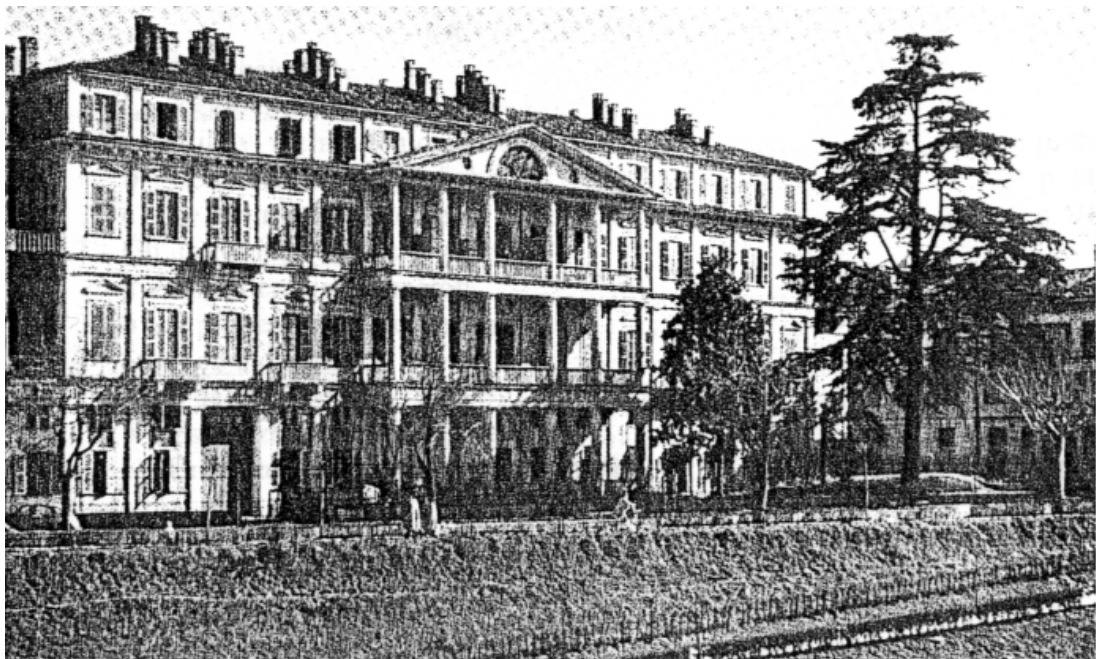


dispensa annessi presenti nella zona ovest lato giardino. Tutti gli altri spazi vennero recuperati durante la ristrutturazione, durante la quale Antonelli, con piccole ma importanti modifiche, li integrò nella nuova concezione dello spazio, combinandoli e rivitalizzandoli con nuove e più moderne destinazioni d'uso. Così facendo l'architetto intese realizzare un grande palazzo che sveltava dall'alto dei bastioni della città sulla pianura sottostante, risultando visibile da lontano e che formasse un tutt'uno con la retrostante Cupola, anch'essa opera sua.

In questo progetto Antonelli, non si limitò solamente ad una ristrutturazione di tipo passivo, ma recuperò intere porzioni di mura, le smontò e riutilizzò numerosi elementi lapidei, spostò alcune aperture con il fine di creare dei nuovi passaggi e collegamenti, determinando un nuovo ordine geometrico che aveva lo scopo di regolarizzare per intero il nuovo edificio.

Verso la fine del 1858 vennero ultimate le opere di demolizioni che l'Antonelli aveva previsto per parte del fabbricato e nell'anno seguente iniziarono i lavori necessari per ampliare il secondo piano del nuovo edificio e completare la parte prospiciente alla contrada di Sant'Agata.

*«Quando gli operai tolsero le grate di canne e demolirono le impalcature, nel sole ancora caldo di una bella giornata di primavera, la nuova casa apparve finalmente com'era, troppo grande e troppo bianca rispetto al resto della città ed*

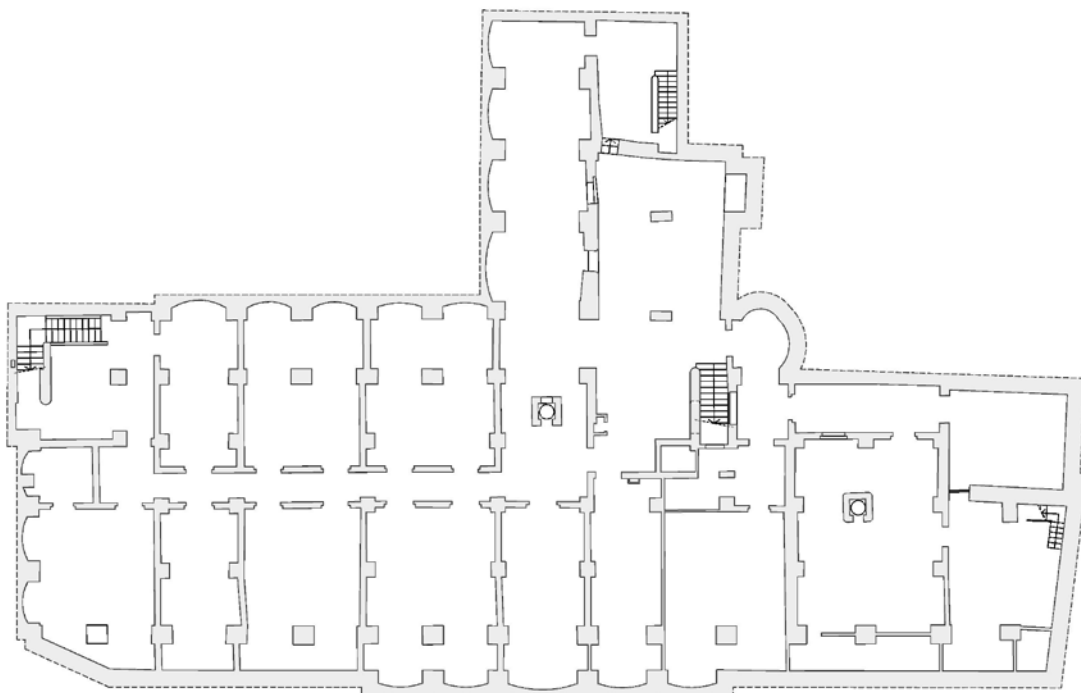


*Figura 62 - Prospetto di Casa Bossi in una foto di fine '800*



*alle casupole che la circondavano. [...] Qualcuno paragonò il nuovo, imponente edificio costruito sul viale esterno della città dove un tempo c'erano stati i bastioni e i posti di guardia delle sentinelle, al Campidoglio di Washington e al palazzo dell'Ammiragliato di San Pietro Burgo; ma come era normale si trattava di paragoni eccessivi», era il 1864 e l'edificio risultò ultimato e corrispondente all'attuale conformazione distributiva interna:*

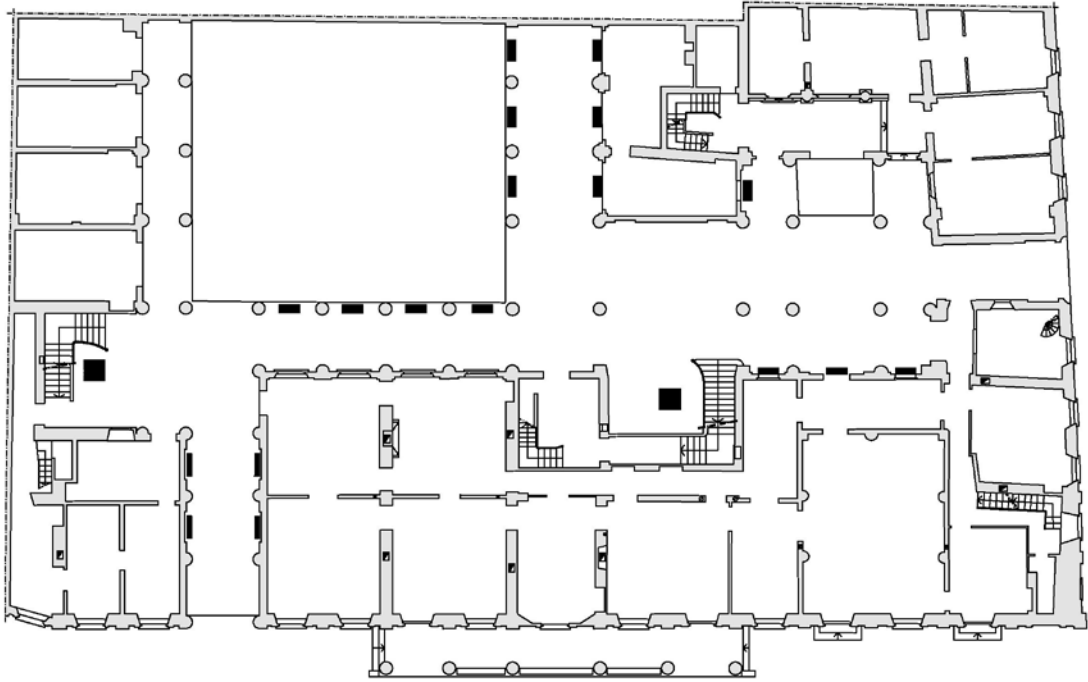
- Al piano interrato, gli androni di accesso alla casa, i portici, il giardino, il complesso sistema di collegamenti verticali, hanno mantenuto le loro caratteristiche originarie;



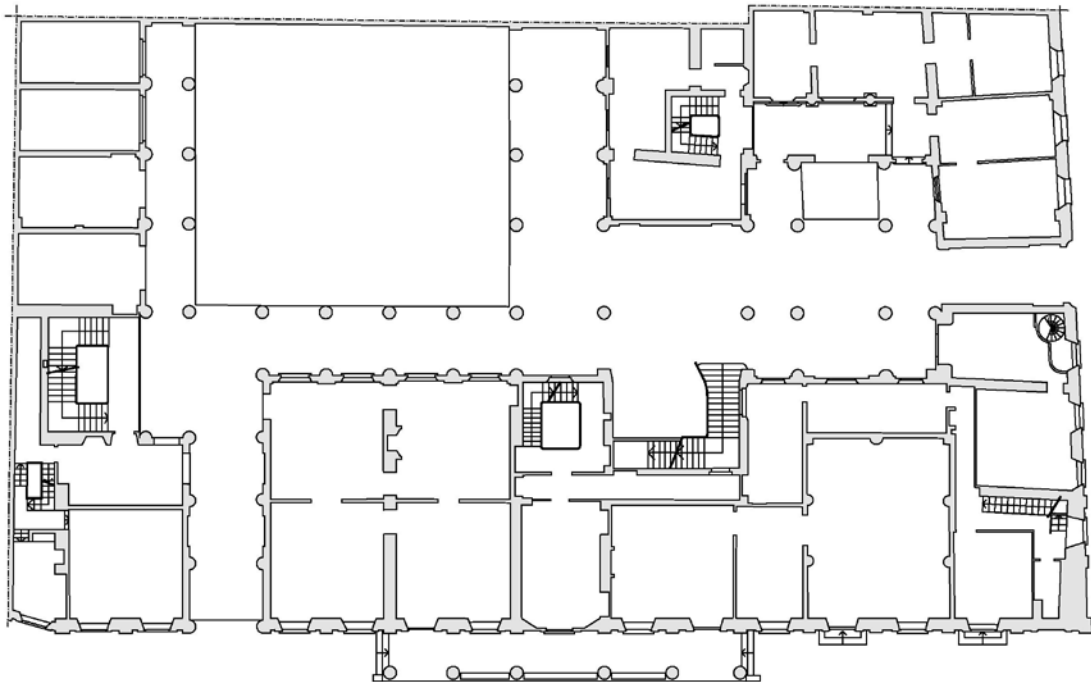
*Tavola 1 - Pianta del piano interrato, Stato di fatto*



- Al piano terra alcuni interventi successivi lo hanno modificato, frazionato e portato anche all'eliminazione di alcuni spazi adiacenti che erano adiacenti alle scuderie ed alle rimesse ed i loro relativi servizi accessori;



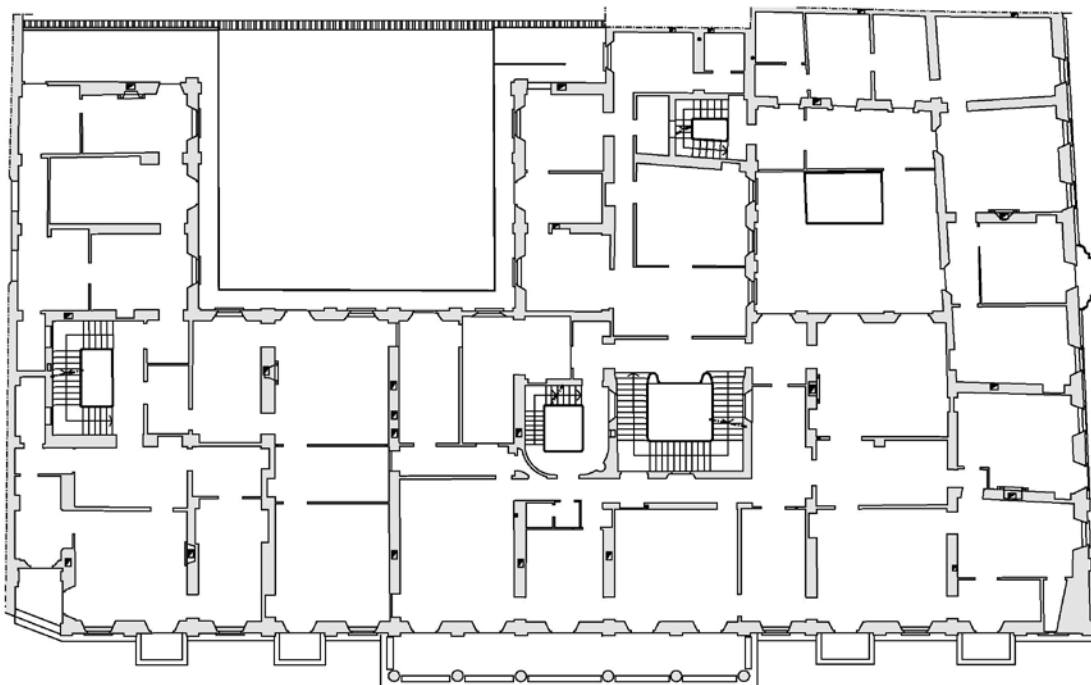
*Tavola 2 - Pianta del piano terra, Stato di fatto*



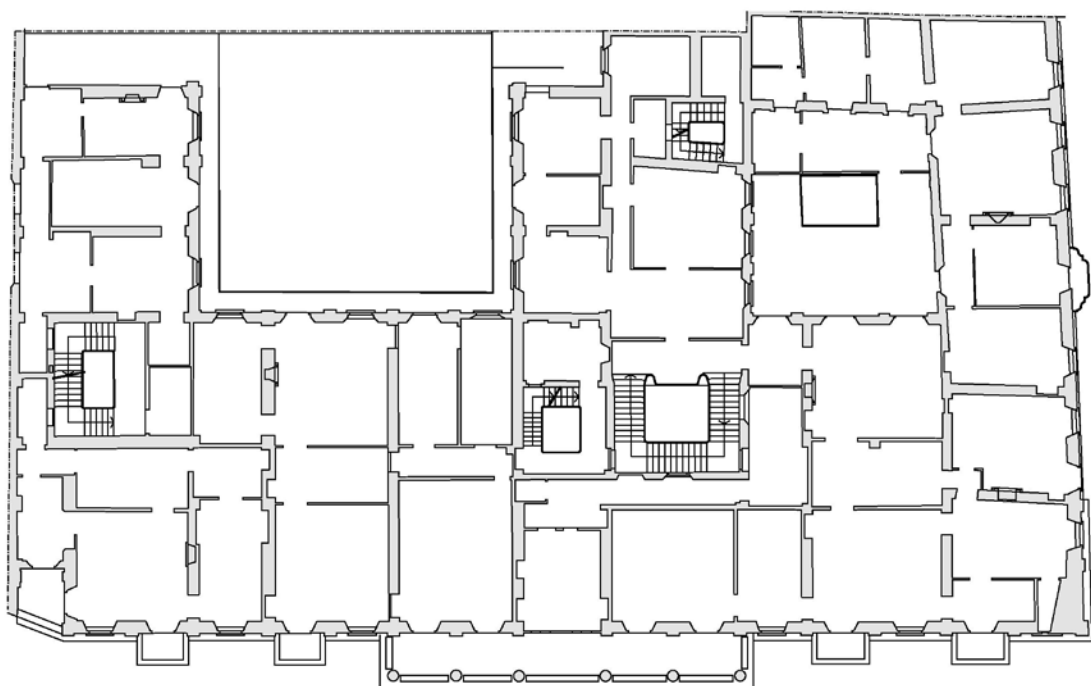
*Tavola 3 - Pianta del piano ammezzato tra piano terra e primo piano, Stato di fatto*



- Al primo piano erano presenti cinque appartamenti (il più grande di ben 19 locali, mentre gli altri erano uno da 3, uno da 6 e due da 7 locali ciascuno);



*Tavola 4 - Pianta del primo piano, Stato di fatto*

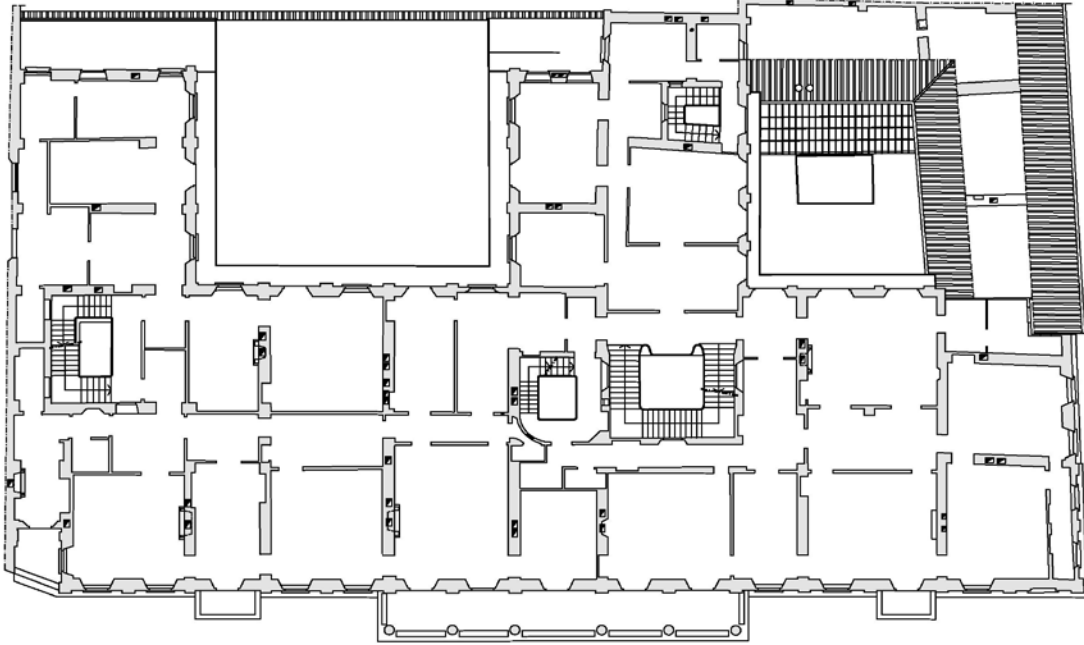


*Tavola 5 - Pianta del piano ammezzato tra primo piano e secondo piano, Stato di fatto*



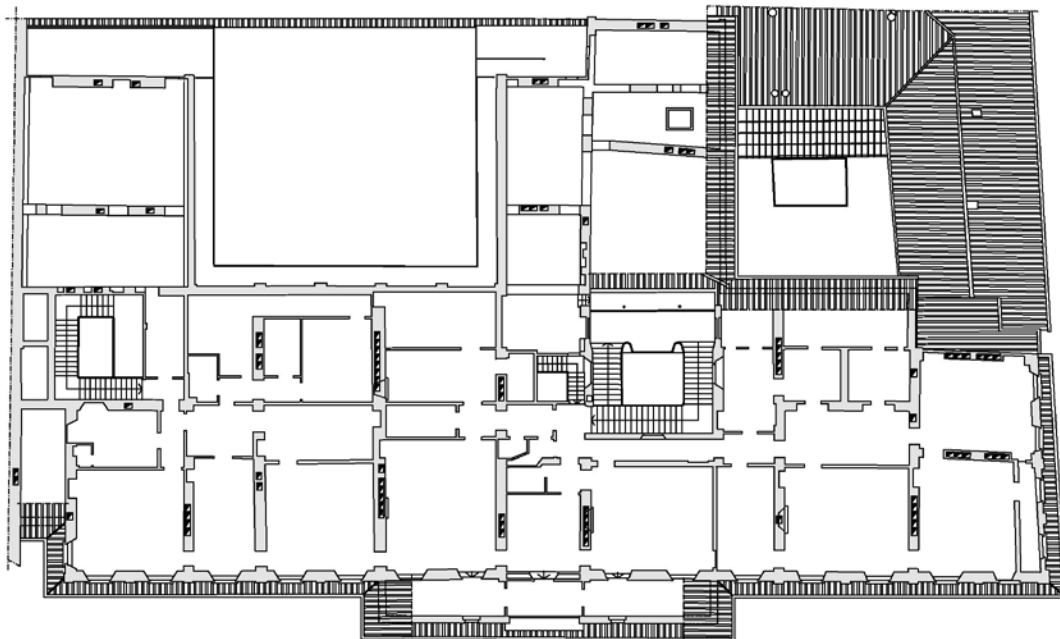


- Al secondo piano vi erano quattro appartamenti (il più grande da 17 locali, mentre gli altri tre da 7 locali ciascuno);



*Tavola 6 - Pianta del secondo piano, Stato di fatto*

- Al terzo piano c'erano 3 appartamenti (uno da 6 locali, uno da 7 e uno da 9).



*Tavola 7 - Pianta del terzo piano, Stato di fatto*



Le volte a soffitto erano tutte affrescate con pitture murarie e le pareti erano per la maggior parte decorate con delle eleganti tappezzerie. Il valore stimato dell'edificio a quell'epoca era di 160.000 Lire, che corrispondo attualmente a circa 1.230.000 Euro (coefficiente di conversione 7.686,4981 – *Fonte Istat: coefficienti di rivalutazione della lira in base all'indice dei prezzi al consumo per le famiglie di operai e impiegati*).

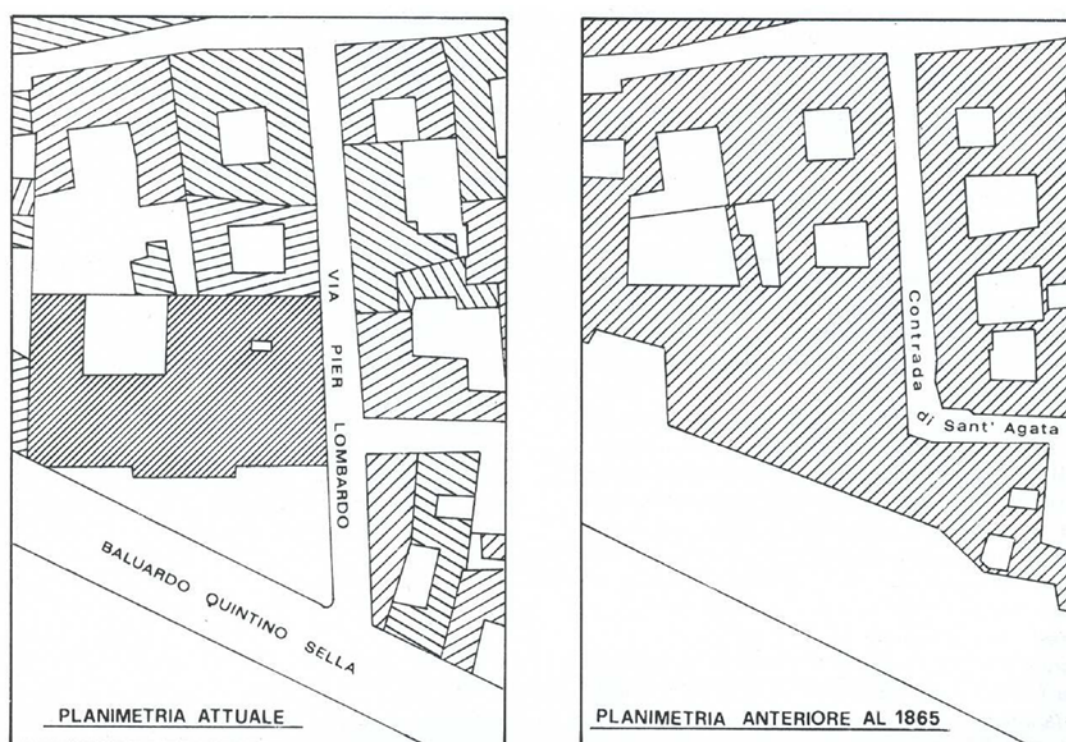


Figura 63 - Confronto tra il tessuto prima del 1865 e quello attuale

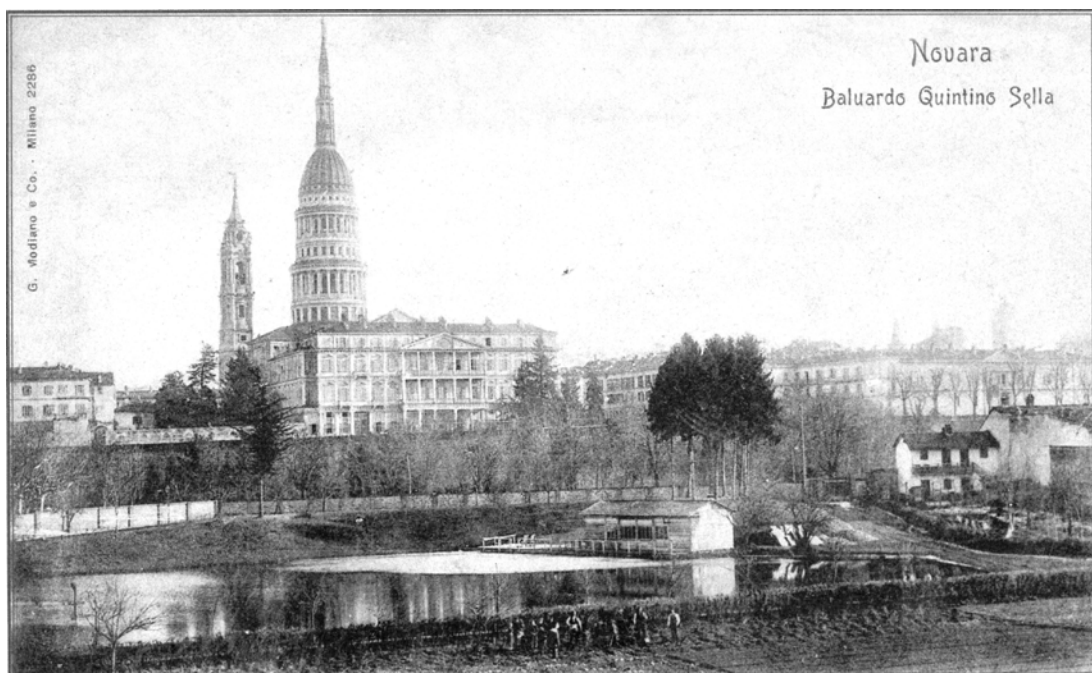
Nel 1865 avvennero due fatti molto importanti per la storia del palazzo: il primo nell'aprile di quell'anno venne aperta via Pier Lombardo che permise di arrivare direttamente al baluardo. Per poter creare via Pier lombardo il comune di Novara demolì Casa Turco che confinava con lo spigolo sud-ovest del nuovo palazzo antonelliano, così facendo si riuscì a liberare parte della sua facciata che prima era ostruita ed allo stesso tempo ne condizionava l'accessibilità.

La struttura risultò completamente indipendente dallo sviluppo stradale ed apparve completamente differente dalle costruzioni esistenti perché, a differenza di queste, Casa Desanti non era parallela all'andamento della strada; il nuovo modello di costruzione che venne proposto era molto innovativo perché portava l'edificio a



disporsi verso il miglior soleggiamento possibile ed ad affacciarsi, come un balcone, verso il magnifico paesaggio che si apriva davanti: è posta in posizione dominante, al margine ovest sul ciglio del baluardo, sulla sterminata pianura sottostante.

Il secondo fatto che segnò la vita e la storia del palazzo fu la morte sig. Desanti, avvenuta il 14 ottobre 1865, il quale designò in usufrutto alla moglie l'appartamento, il giardino e i servizi di rimessaggio e scuderia. Dopo meno di due anni dalla scomparsa del sig. Desanti venne a mancare anche la sua consorte, dando così il via alla dispersione del nome del casato.



*Figura 64 - Cartolina del 1898*

Il 29 dicembre del 1880 gli eredi dei coniugi Desanti vendettero la proprietà al Cav. Carlo Bossi, originario di Galliate, e patriarca di una famosa famiglia del contado novarese, il cui nome da quel momento resterà legato per sempre alla storia del palazzo antonelliano. Per quasi 50 anni la proprietà restò invariata, durante questo lasso di tempo l'edificio non subì nessuna menomazione e nemmeno delle grandi alterazioni rispetto alla sua essenza originaria. Vennero solo apportati dei piccoli adattamenti e miglioramenti funzionali, quali per esempio l'installazione di nuovi impianti elettrici, l'adeguamento di quelli idrico-sanitari e la modernizzazione dell'impianto di riscaldamento, tutte opere che si addicevano al suo status aristocratico per restare al passo con i tempi. Le decorazioni e le finiture vennero



modificate per poter seguire le esigenze ed i gusti dei nuovi proprietari finendo però con l'allontanarsi dalle tipicità che connotavano lo stile antonelliano dell'opera senza però alterarne l'impostazione generale. Tutte le nuove decorazioni vennero sovrapposte a quelle create precedentemente e negli interni si ebbe un avvicinamento allo stile decorativo tipico del periodo Liberty.

È durante tutte queste trasformazioni che si colse la grande flessibilità e le elevate capacità di evoluzione con cui era stato concepito il Palazzo che era in grado di mutare ed assecondare facilmente le esigenze funzionali ed il cambio di epoca, senza venire stravolto.

Il 27 agosto del 1927 murì il Cav. Carlo Bossi e la proprietà passò al Comm. Avv. Ettore Bossi, mentre alla figlia del Cavaliere, Emma, venne concesso l'usufrutto vitalizio durante del piano terra dello stesso edificio. L'avv. Ettore partecipò attivamente alla vita culturale della città fino ad assumere a vario titolo diverse differenti ruoli di promozione attiva, incoraggiando e sovvenzionando direttamente anche alcune attività artistiche di spicco nel panorama locale dell'epoca.

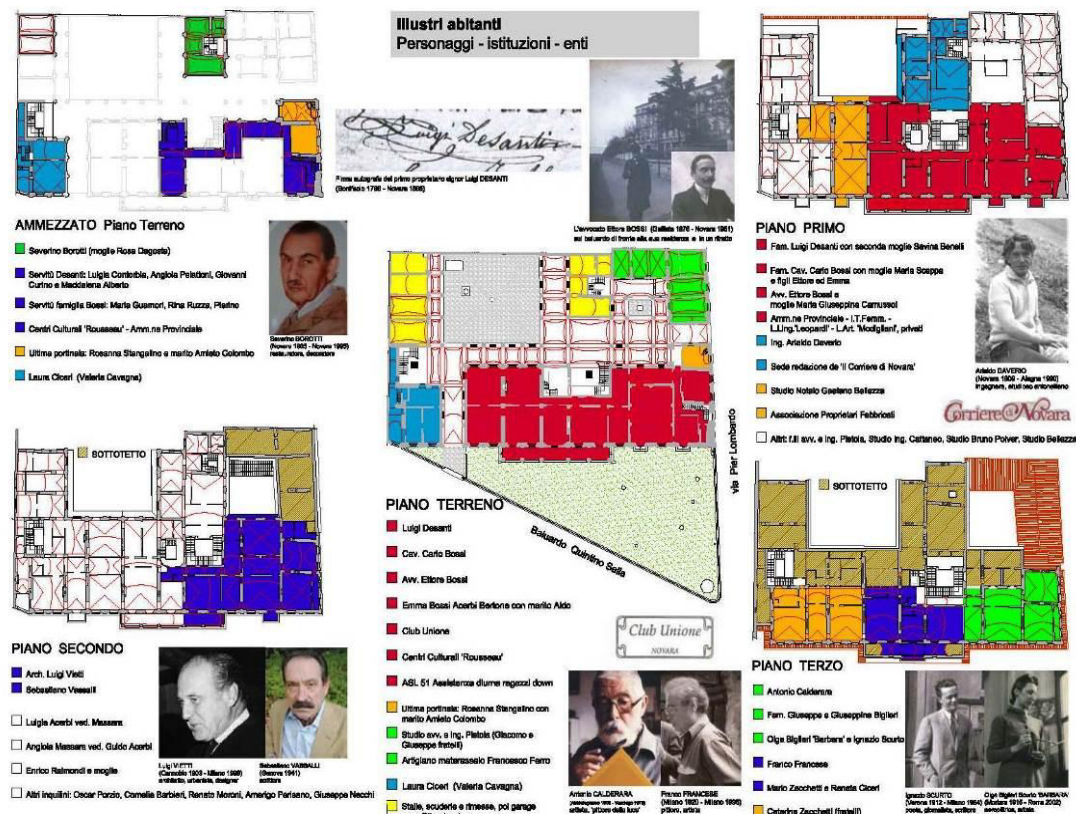


Figura 65 - Luoghi occupati dai personaggi illustri e dalla società in Casa Bossi



Ettore Bossi fu un uomo molto colto e risultò ben inserito nella rete dei legami che contano, così da trasformare la residenza antonelliana di Novara in un punto di riferimento della vita culturale della città, anche grazie agli importanti personaggi che ivi vi risiedettero, quali per esempio:

- Ignazio Scurto: giornalista, poeta e scrittore, nonché una stella primaria del movimento futurista di Filippo Tommaso Marinetti. Direttore del *“L’Italia Giovane”*, corrispondente di “Novara novecento”, fra il 1936 ed il 1940 pubblicò a Novara almeno tre raccolte poetiche e due romanzi;
- Olga Biglieri, in arte Barbara: moglie del sig. Ignazio Scurto, anch’essa stella primaria del movimento futurista e pupilla di Marinetti. Firmataria insieme al marito al manifesto futurista, fu la prima donna a volare, era una aeropittrice e partecipò alla biennale di Venezia;
- L’architetto Luigi Vietti: illustre esponente dell’avanguardia architettonica italiana del secolo scorso, autore di importanti opere quali: le sedi della BPN a Roma, Milano e Genova, noto anche per molti prestigiosi interventi in Costa Smeralda, Portofino e Cortina d’Ampezzo;
- L’ingegnere Arialdo Daverio: personaggio illustre, ma allo stesso tempo molto schivo. Autore a Novara di importanti opere architettoniche e di avveniristiche strutture industriali; si può considerare il primo vero artefice della riscoperta di Alessandro Antonelli del quale ha pubblicato numerosi saggi ed ha contribuito allo stesso tempo alla conservazione della Cupola;
- Lo scrittore Sebastiano Vassalli: autore di molti romanzi dedicati alle storie incentrate su Novara e dintorni. Scrisse un libro dedicato alla Casa – *“Cuore di Pietra”* – in cui racconta le vicende e le vicissitudini che colpirono gli inquilini che vi soggiornarono negli anni.

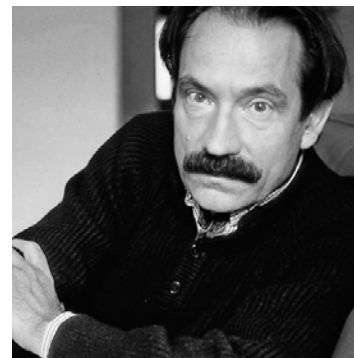


Figura 66 - Alcuni inquilini di Casa Bossi: O. Biglieri, L. Vietti e S. Vassalli



Insieme a questi personaggi illustri del panorama culturale locale, altri personaggi ed enti hanno vissuto nei locali di Casa Bossi (famiglie aristocratiche, ufficiali delle forze armate, rappresentanti di importanti incarichi pubblici, studi di rinomati professionisti novaresi, associazioni, redazioni di testate giornalistiche, scrittori, artisti ... ) ed è grazie alla loro presenza che sono riusciti a donare all'edificio oltre che al prestigio, anche il piacere che la sua atmosfera riesci a trasmettere a chi vi soggiornò.

Nell'estate del 1935 venne costruito in adiacenza un edificio lungo il confine nord di Casa Bossi, finendo però con il coprire la facciata lungo quel prospetto e determinando così l'inizio della cortina muraria ininterrotta che venne realizzata attraverso la creazione dei balconcini di raccordo e dei tamponamenti d'angolo che non erano stati previsti dall'Antonelli, modificando così in maniera irreparabile l'individualità e l'autonomia che erano state volute dall'architetto durante la progettazione.

Il 10 febbraio del 1951 morì l'avv. Ettore Bossi e secondo sue espresse volontà testamentarie la proprietà passò al Civico Orfanotrofio Dominioni della città, tale passaggio avvenne però solo dopo 17 anni, cioè allo scadere del possesso e dell'usufrutto a vita della consorte dell'avvocato.

Con il susseguirsi di tutti questi eventi la storia di Casa Bossi si è avvicinata rapidamente a compiere i primi 100 anni dalla sua edificazione e purtroppo si appresta a vivere gli anni più tristi e più bui della sua vita. Il primo segnale di questa lenta decadenza è rappresentato dall'abbattimento del cedro secolare che si trovava all'interno del giardino. Altro segnale del lento e inesorabile declino che toccherà Casa Bossi è l'assenza di una manutenzione ordinaria, causata soprattutto dall'assenza di una figura che sappia ben gestire l'opera antonelliana in quanto il Civico Orfanotrofio Dominioni non è in grado di poterlo fare.

L'orfanotrofio prima di tutto vendette alcuni beni mobili presenti all'interno del patrimonio dell'avv. Ettore Bossi, per poi passare alla cessione della residenza che si trovava ad Orta San Giulio (ora sede del comune di Orta), per poi finire con il vendere la maggior parte degli arredi, numerosi quadri di valore, ecc. tutti presenti all'interno del piano nobile di Casa Bossi.

Oggi del fasto che arricchiva il piano nobile rimane soltanto ciò che resta conservato all'interno della così detta "Sala Bossi" che si trova nel Palazzo Faraggiana.



*Figura 67 - Situazione di Casa Bossi nel 1980*

Con il passare degli anni gli affitti dei locali presenti all'interno del Palazzo furono concessi sempre in maniera meno accorta; vennero eseguiti dei lavori superficiali e limitati, a volte neppure autorizzati, dimostratisi poi come causa dei gravi problemi generali che hanno coinvolto negli anni a venire l'edificio.

Nel 1977 lo stato in cui versava l'edificio richiedeva almeno una superficiale e semplice, ma allo stesso tempo necessaria operazione di pulizia totale, anche se nel complesso non erano presenti dei gravi ed evidenti danni. In quegli anni la Casa era abitata e veniva usata in maniere compatibile a come era stata ideata e la mancanza di opere di manutenzione ordinaria causavano solamente dei piccoli problemi circoscritti, posti in zone limitate e di secondo ordine.

Nel 1980 la Soprintendenza per i Beni Ambientali ed Architettonici del Piemonte sottopose l'intera Casa Bossi al vincolo di monumento storico. Dieci anni dopo la proprietà dell'edificio passò in maniera definitiva al Comune di Novara e per almeno altri 10 anni tutto cadde e decadde nel cassetto dei ricordi e della dimenticanza.

Così Sebastiano Vassalli, scrittore ed autore di diversi libri ed anche lui inquilino negli anni precedenti del palazzo, decise di concludere in questo modo nel 1996 il suo romanzo, *Cuore di Pietra*, dedicato a Casa Bossi: «*La grande casa sui bastioni è*



*sempre là che guarda la pianura e le montagne lontane con le orbite vuote delle sue finestre, e attende non si sa cosa. (Nessuno al mondo sa cosa farne). Nelle notti di luna capita a volte di vedere un'ombra spostarsi da un salone rovinato a un altro salone rovinato, da un sottotetto sfondato a un altro sottotetto sfondato. È un uccello notturno; ma c'è chi dice che sia l'Architetto...».*

Nell'inverno del 1997 si ebbe l'impressione che potesse rinascere l'interesse verso questa antica dimora nobile soprattutto grazie a nuove energie e a nuovi finanziamenti pubblico-istituzionali, ma così purtroppo non avvenne.

Tra il 1997 ed il 1999 vennero elaborate dal comune di Novara le varie fasi progettuali e realizzative dell'intervento di risanamento e restauro della copertura, che iniziarono nell'estate dello stesso anno e terminarono nel 2000 ma questo intervento venne realizzato con superficialità e con scarsa attenzione.



*Figura 68 - Situazione di Casa Bossi nel 1999 prima dei lavori di recupero*

Nel dicembre 2002 venne prodotto dall'arch. Franco Bordino, su commissione dell'Amministrazione comunale di Novara, uno studio specifico di inquadramento metodologico e generale dei possibili criteri da poter utilizzare in un futuro intervento di conservazione, recupero e riuso di Casa Bossi. In esso vennero individuate le possibili destinazioni d'uso da associare a tale edificio, soprattutto di





carattere pubblico con finalità culturali. Con esso si vuole fare intendere che il progetto di restauro deve dare la possibilità di far rinascere e rivivere l'identità che un tempo possedeva Casa Bossi.

Da gennaio 2004 fino a gennaio 2005 venne realizzato un intervento di consolidamento globale dell'edificio progettato dal prof. ing. Lorenzo Jurina del Politecnico di Milano in collaborazione con l'arch. Paolo Colombo. Il progetto aveva lo scopo di realizzare una serie di opere con il fine di potere garantire il rinforzo di alcuni elementi strutturali durante le condizioni di esercizio normale che compongono l'edificio e che risultavano colpiti da dei fenomeni di dissesto statico. Gli interventi che sono stati realizzati riguardano: sottofondazioni in muratura ed in C.A.; l'inserimento di alcuni micropali di fondazione; il drenaggio della facciata; la realizzazione di un vespaio areato; l'inserimento di tiranti metallici sia a pavimento che intradossali; iniezioni armate e l'utilizzo della tecnica cuci-scuci per le murature; la realizzazione di un nuovo solaio ligneo; il consolidamento dei solai in legno/legno, legno/acciaio, acciaio/cls, acciaio/pietra; il consolidamento delle colonne del pronao e degli archi; la realizzazione di archi armati intradossali; il consolidamento delle volte con una cappa armata, con iniezioni di miscela e con il loro alleggerimento e l'aggiunta di rinfianchi; il consolidamento dei lucernai, delle scale e dei controsoffitti.



Figura 69 - Logo dell'associazione *COMITATO D'AMORE PER CASA BOSSI*

Nel gennaio 2010 nacque il *Comitato d'Amore per Casa Bossi* con il fine di poter promuovere, in accordo con l'Amministrazione comunale di Novara, che è l'attuale proprietaria dell'edificio antonelliano, la conoscenza, la conservazione, la valorizzazione ed il recupero di questo importante bene che rischia di essere perduto per sempre. Tutto questo potrebbe essere attuato attraverso la ricerca e la definizione di proposte per:



- Una destinazione d'uso che sappia promuovere, proporre e produrre cultura e contribuire alla crescita economica e sociale della città e del suo territorio;
- Articolare delle forme di partecipazione e finanziamento da parte di Enti, Associazioni, Fondazioni, attività economiche e singoli cittadini per il restauro e la gestione dell'immobile;
- Adeguate ipotesi istituzionali di gestione;
- La promozione di ogni attività di informazione, studio e divulgazione.

Sempre nel 2010 Casa Bossi è stata il secondo sito più votato con 26.150 firme nella campagna del FAI “*I luoghi del cuore*” e, dopo anni da quella campagna, il consenso e l'attenzione è progressivamente cresciuto grazie anche alle molteplici attività svolte dal Comitato negli anni con il fine di sollecitare l'interesse verso questo bene e di raccogliere i consensi ed i finanziamenti per la realizzazione degli obiettivi che si è posto. Basti solo pensare che Casa Bossi è stata utilizzata come set per la realizzazione del video musicale “*Il Gioco*” dei Negrita nel 2015 e per un servizio fotografico con Roberto Bolle nel 2016.

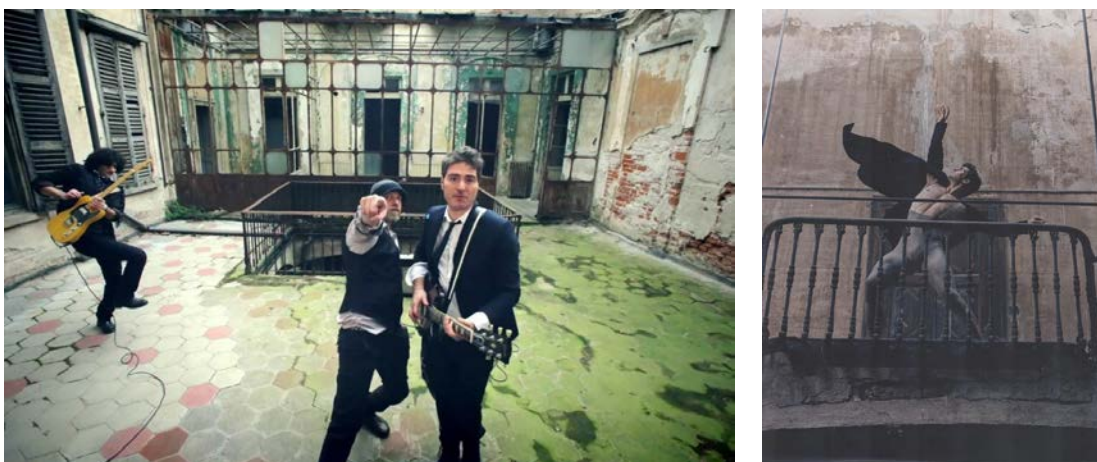


Figura 70 – Il videoclip dei Negrita ed il servizio fotografico con Roberto Bolle

Nell'aprile del 2017 arrivò finalmente una notizia tanto attesa: «*In autunno verranno eseguiti i lavori di sistemazione di una parte delle stanze all'ingresso della villa antonelliana, che verranno utilizzate come spazi per attività creative e di aggiornamento*». Può partire così il processo di “rinascita” che poco alla volta conta ridare nuova vita all'edificio antonelliano. La comunicazione arriva direttamente dal presidente del Comitato d'amore per Casa Bossi, l'arch. Roberto Tognetti, che spiega così su di un articolo del quotidiano *La Stampa – sezione di Novara* – datato 12



aprile 2017: *«Intanto il seminario di oggi (L'edificio ha accolto il giorno precedente – 11 aprile 2017 – il seminario del ministero dei Beni Culturali dal titolo «Futuro periferie. La cultura rigenera». L'evento ha posto a confronto varie esperienze italiane di riuso, dai cantieri di Santo Stefano di Magra a «Mare culturale urbano» di Milano) ha messo in evidenza quanto sia importante la sinergia tra le istituzioni e le associazioni per il rilancio di un bene - dice Tognetti - e la partecipazione del ministero mette il crisma su Casa Bossi. Il Comitato ha una piccola dotazione finanziaria che deriva dalla vincita di due bandi, per cui tra pochi mesi potremo mettere a disposizione due spazi della Casa, che verranno riscaldati e quindi potranno essere utilizzati tutto l'anno». I due ambienti sono al piano terra: l'ala settecentesca, alla destra dell'ingresso, con 120 metri quadrati, sarà attrezzata per dodici postazioni di lavoro, bagno, cucina e sala riunioni. «Potrà essere utilizzata per il co-working - precisa Tognetti - anche a rotazione». La seconda sala, a sinistra dell'ingresso, sarà a disposizione del Comitato e dei partner con cui da tempo lavora, dall'Ordine degli Architetti a Confartigianato. «Contiamo di aprire questi spazi il prossimo inverno». Carlo Cigolotti, consigliere e socio fondatore del Comitato d'Amore, ricorda: «La fruizione del complesso riguarda ormai anche il primo piano, dove abbiamo provveduto alla messa in sicurezza per consentire le visite. I due nuovi spazi consentiranno di vivere Casa Bossi tutto l'anno e quindi programmare le visite dei turisti».*

Una notizia invece dell'8 novembre 2017 apparsa sempre sul quotidiano *La Stampa* – sezione di Novara, riporta il seguente titolo: *«Canelli svela le proposte per ex macello e Casa Bossi: "C'è una società interessata al recupero". L'annuncio in Consiglio comunale: è Ream Sgr, partecipata anche dalla Fondazione Crt, dalla Fondazione Cassa di risparmio di Asti e dalla Compagnia di San Paolo».* L'articolo descrive che questa società di gestione immobiliare ha manifestato un certo interesse per l'acquisto, il restauro ed il rilancio dei due edifici. Il sindaco di Novara Canelli spiega che per poter sistemare entrambi gli immobili servono almeno 40 mln di euro, cifra di cui però il comune non dispone. Il sindaco inoltre spiega nell'articolo che non sa se questo alla fine tutto ciò si potrà realizzare o meno ma comunque sembra che il tutto sia sulla strada giusta, nel frattempo *«Ingegneri ed architetti hanno già svolto un sopralluogo: "Verrà istituito un fondo per trovare le risorse necessarie al restauro. Il comune avrà una quota, in modo da restare proprietario dell'immobile. Casa Bossi avrà tre destinazioni d'uso: una*



*parte resterà pubblica, un'altra verrà affittata all'Università di Lugano per creare il fondo dell'architettura e la terza sarà invece destinata ad uso didattico o di rappresentanza"».*

La speranza è che qualcuno si interessi veramente ed in maniera appropriata per poter far rivivere questo bene, che rischia sennò di andare irrimediabilmente perso!

**Dimore da salvare** Ha cominciato sei anni fa un gruppo di architetti, poi sono arrivati gli artisti, i professionisti, gli studenti, i semplici volontari. Ora Casa Bossi, capolavoro neoclassico dell'Antonelli, si gioca il suo futuro con un «cantiere di bellezza»



Novara, un comitato d'**amore**  
per il palazzo dei fantasmi

Figura 71 - Il Comitato d'Amore per Casa Bossi – Articolo del Corriere della Sera

## 5.2 Analisi dello stato di fatto

Il Palazzo Bossi è sito a Novara all'angolo tra via Pier Lombardo e baluardo Quintino Sella, ha una superficie complessiva di 6.500 mq ripartita in circa 200 stanze e rappresenta un esempio della tecnica costruttiva dell'architetto Alessandro Antonelli e un modello dello stile neoclassico ottocentesco.



*Figura 72 - Inquadramento urbano di Casa Bossi*

I segni del tempo che hanno colpito le raffinate soluzioni estetiche ed il ricco apparato decorativo che caratterizzavano l'edificio al massimo del suo splendore hanno però contribuito a creare degli ambienti straordinari di una bellezza quasi struggente. Di fronte Casa Bossi si apre il maestoso panorama delle Alpi, mentre alle spalle, a pochi metri dal centro storico, svetta il simbolo maggiormente conosciuto di Novara, la Basilica di San Gaudenzio con l'imponente Cupola, anch'essa opera dell'architetto Antonelli, che insieme alla Mole Antonelliana di Torino è tra gli edifici in muratura più alti al mondo. Casa Bossi è una delle ultime opere progettate dal grande architetto Antonelli, in quel periodo ormai più che sessantenne, al suo attivo aveva una lunga attività professionale, anche nell'ambito delle costruzioni residenziali, nelle quali, grazie al suo stile, era riuscito a distinguersi da quello che i suoi colleghi dell'epoca stavano producendo (soprattutto per quanto riguarda gli aspetti della risoluzione dei problemi tipologici e costruttivi dei palazzi riservati alla nuova classe borghese che stava emergendo in quegli anni). Il Palazzo, pur mantenendo dei stretti legami con tutto ciò che la circonda, venne costruito al di sopra di un edificio preesistente che apparteneva al vecchio tessuto urbano settecentesco della città di Novara. Si distaccò in maniera netta dalle costruzioni adiacenti e presenti lungo il Baluardo perché venne disposto in maniera obliqua rispetto all'andamento stradale, così da poter sfruttare a suo vantaggio l'indipendenza dal tracciato viario. Il particolare orientamento che venne dato all'edificio mise in mostra la spiccata attenzione del suo progettista di orientarlo

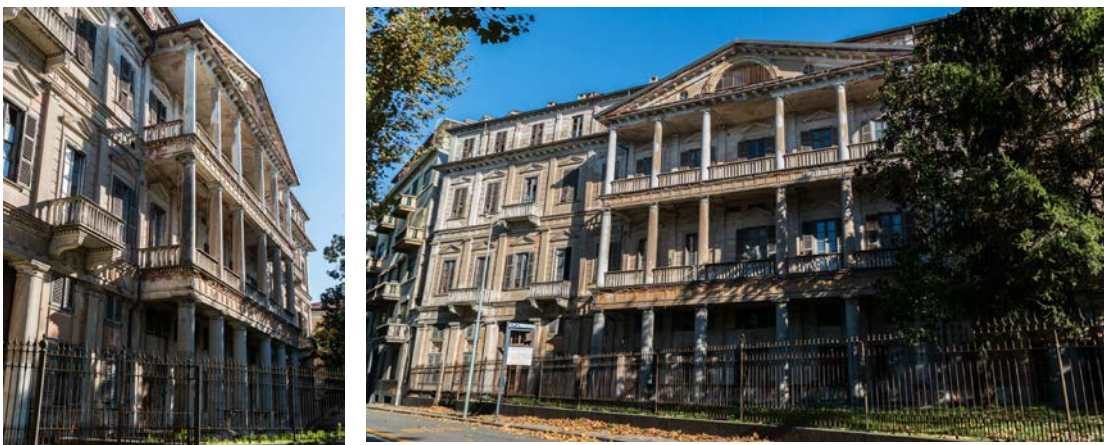


verso il migliore soleggiamento possibile e verso il bel panorama che gli si apriva davanti. Così facendo Antonelli rifiutò nettamente i modelli d'ubicazione e d'orientamento suggeriti dagli edifici circostanti, che volevano invece le costruzioni parallele allo sviluppo viario del baluardo, perché in tal modo avrebbe potuto edificare una casa di forma rettangolare. Questa è una caratteristica fondamentale dei progetti dell'Architetto, ai quali egli voleva assegnare una propria e precisa individualità, ma allo stesso tempo doveva relazionarsi con l'ambiente che lo circondava ed il quadro urbanistico totale. I fattori che Antonelli analizzò, partendo dall'intera scala urbana fino al più piccolo dettaglio di arredo urbano, per la progettazione di Casa Bossi sono:

- La percezione ambientale;
- L'aspetto microurbanistico;
- L'esaltazione dell'edificio, che risulta aperto rivolto verso il paesaggio.

Riuscì a collegare tutte queste componenti ed a concretizzarle in un sistema, sfruttando in maniera materiale la loro componente emotiva che colpì ed agì in maniera attiva sugli utenti dell'edificio. Il palazzo, quando fu progettato, venne pensato sia per un'utenza di tipo nobiliare (come villa unifamiliare) sia come casa d'affitto; il che non lo rende differente dai tratti che caratterizzano gli altri palazzi progettati dall'architetto, anzi in esso viene messo in evidenza il sistema universale di approccio alla progettazione che adottava.

Per Antonelli non esistono dei modelli specifici di casa: le differenze non sono di tipo qualitativo ma bensì quantitativo (in tutte le case sono uguali le ipotesi progettuali e le premesse).



*Figura 73 - Facciata principale di Casa Bossi prospiciente Baluardo Q. Sella*



La facciata principale dell'edificio presenta un elegante pronao a cinque campate, formato da sei colonne per piano che sorreggono un grande timpano che termina in maniera precisa con la copertura dell'ultimo piano. Lateralmente la facciata presenta una serie di paraste che servono per poter scandire il passo delle superfici bugnate al cui interno vengono inserite le finestre che risultano tutte incorniciate e sormontate da un piccolo timpano.

Al piano terra trovano posto delle lesene che poggiano direttamente su dei davanzali in pietra così da poter completare la decorazione. Le finestre del piano terra sono separate da quelle del piano ammezzato da quadrature incorniciate.

La scansione orizzontale dei piani è molto definita: tra il piano terra ed il primo piano, da una fascia molto grossa e dettagliata dove sono rappresentate delle metope, triglifi e cornicioni, questa decorazione diventa più snella tra il primo ed il secondo piano conservando gli stessi dettagli e fregi del piano sottostante, per poi trasformarsi negli ultimi due piani in decorazioni di dettaglio sempre più decrescenti ed essenziali, ma scandite da numerose mensole.

Al primo piano, quello nobile, si affacciano quattro balconcini disposti in maniera simmetrica che risultano sorretti da mensole granitiche decorate in maniera finissima e protetti da delle balaustre realizzate con colonnine molto snelle, identiche a quelle del pronao.

Al secondo piano sono presenti due balconcini di sbalzo inferiore le cui balaustre sono realizzate, in sintonia con il decremento di peso e massività già presente nella decorazione della facciata, in maniera più snella.



*Figura 74 - Sequenza di stanze al piano nobile; Vista della Cupola da uno dei locali del secondo piano; Panorama dal pronao del terzo piano*



Una delle particolarità che denota lo stile antonelliano è quella di far corrispondere il legame tra i locali interni e la facciata, nel senso che le strutture di Antonelli risultano di “vetro”, cioè rispecchiano in facciata esattamente la struttura interna e la proiettano sulla superficie esterna in modo chiaro e palese, distaccandosi completamente dalla tradizione ottocentesca che voleva che i prospetti fossero impostati in maniera completamente indipendente rispetto all’andamento interno dei locali. Così il susseguirsi ordinato in facciata delle colonne e delle paraste, che scandiscono la geometria il prospetto, sono generate da un reticolo geometrico a maglia rettangolare che planimetricamente distribuisce e regola tutto il progetto.

Analizzando gli spazi comuni presenti all’interno dell’edificio (androni, scale, portici, e giardino) si comprende come la loro struttura e la loro disposizione funga da invito e favorisca le occasioni di interazione sociale tra i vari inquilini e di scambio tra l’ambiente interno e quello esterno.

Per esempio, il giardino antistante non è recintato con un muro, come invece accade nelle altre costruzioni presenti sul Baluardo, ma è fruibile attraverso una cancellata che è “trasparente”. La particolare natura che ha questo palazzo di aprirsi verso l’esterno alla conquista del paesaggio viene rappresentata non solo dalla presenza dei tre piani fuori terra anche dalla presenza del piano attico e della grandiosa loggia.



*Figura 75 - Vista della Cupola da una delle corti interne di Casa Bossi*

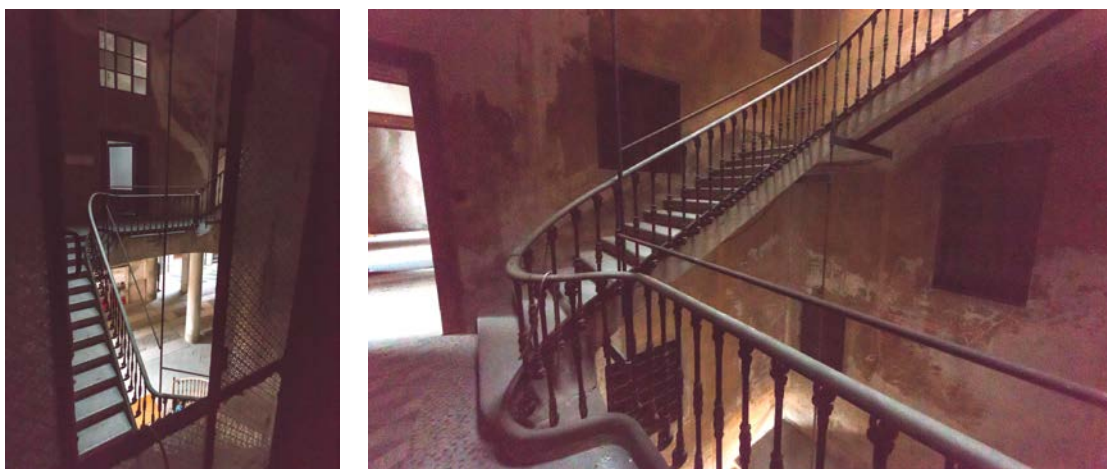




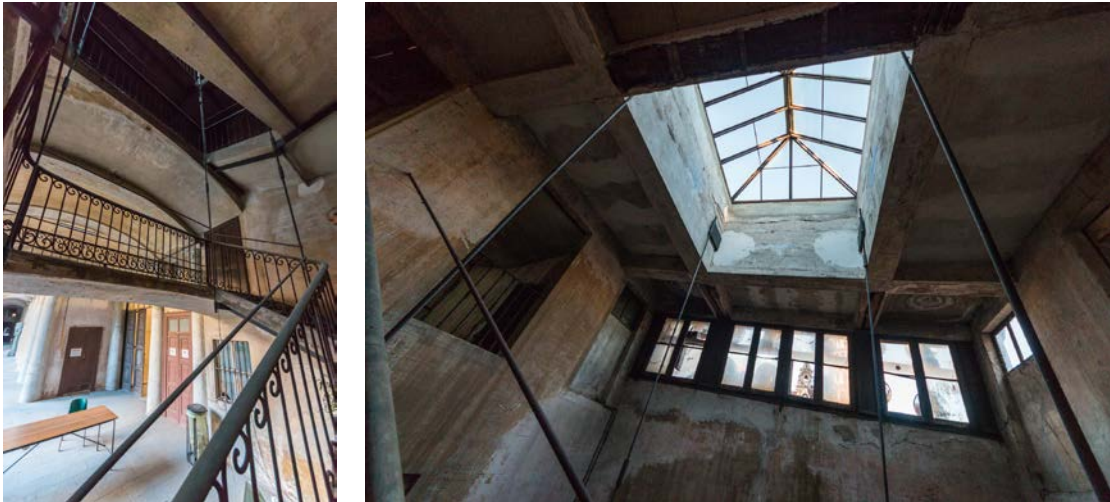
Nella corte interna non si ha l'impressione di essere chiusi, isolati e limitati all'interno dell'edificio; le decorazioni presenti, anche se più sobrie rispetto a quelle in facciata, sono in grado di dare all'ambiente un aspetto che può essere ben attribuito ad prospetto esterno, e grazie alla vista sulla Cupola di San Gaudenzio si è, per così dire, proiettati verso la città.

Casa Bossi, come conseguenza della destinazione d'uso per cui è stata concepita, doveva avere una serie di ambienti ed attrezzature destinate alla sola servitù ma allo stesso tempo dimostra la sua nobiliarità; deve quindi essere funzionale e contemporaneamente deve impedire che le attività svolte dalla servitù vadano ad interferire con quelle svolte dalla nobiltà. Antonelli risolse questo problema progettuale in maniera molto intelligente e moderna per l'epoca inserendo due connettivi verticali, uno affianco all'altro: il primo è ampio, maestoso e raffinato che verrà destinato ad uso esclusivo dei padroni di casa; il secondo più piccolo ma allo stesso tempo agibile destinato esclusivamente all'uso della servitù, questa seconda scala è posizionata in modo strategico perché dall'esterno è nascosta alla vista senza interferire con il maestoso porticato del piano terra ma è allo stesso tempo molto funzionale perché si trova in posizione centrale e da essa dipendono tutti i servizi (dalla cantina al sottotetto, servendo anche i piani ammezzati).

Antonelli aveva capito che l'edificio doveva servire ad una nuova mentalità borghese, aperta alle relazioni sociali. Nel palazzo sono presenti anche altre scale di servizio necessarie per completare l'opera di collegamento verticale di tutta la casa e dimostrare come l'architetto ha pensato di realizzare il palazzo in tutte e tre le sue dimensioni ed in maniera globale e razionale in tutte le sue parti.



*Figura 76 - La scala di servizio e lo scalone nobiliare*



*Figura 77 - La scala secondaria ed uno dei lucernai presenti nelle scale*

Le scale che sono presenti in questo edificio risultano tutte ampie e comode, ben illuminate ed areate così da poter fungere da veri e propri pozzi di luce dove vengono create delle apposite aperture per poter raccogliere e pescare luce ed aria salubre. Tutte le scale sono realizzate a sbalzo e le finiture che vi sono presenti sono specifiche per il tipo di utenza che le utilizzerà. La scala secondaria, è posta più distaccata rispetto a quella nobiliare e a quella della servitù, è arditissima come soluzioni tecniche adottate: basti pensare che per una luce di 5.62m del pianerottolo del piano ammezzato all'imposta della volta che la sostiene il suo spessore è di soli 29 cm mentre in chiave, nella mezzaria, raggiunge i 10 cm!

Negli appartamenti dei piani superiori a quello terreno (nel quale vi era la preesistenza settecentesca) Antonelli ha potuto operare senza alcun vincolo ed è qui che si riescono a cogliere le innovazioni sia tipologiche che formali che hanno fatto da base per l'evoluzione dello sviluppo nella storia delle strutture residenziali nell'architettura moderna, alcuni esempi sono:

- Al piano nobile vi è sì un'infilata di stanze che sono collegate in successione da porte poste sullo stesso asse (come da tradizione), ma allo stesso tempo sono presenti dei corridoi e disimpegni alternativi che rendono l'ambiente moderno ed utilizzabile con maggiore libertà sia dagli inquilini che dagli inservienti;
- Antonelli non utilizzò i modelli di casa tipici per l'epoca, in cui era presente un'elevata componente discriminatoria tra i vari inquilini di diversi ceti sociali, perché riteneva che le differenze di abitazione tra i vari ceti sociali



*Figura 78 - Gli affreschi delle volte presenti in alcuni locali*

non dovevano riguardare la qualità della costruzione ma si dovevano riferire alle tipologie di finiture utilizzate (pregio dei materiali, quantità e qualità delle finiture). Un chiaro esempio è lo scalone nobiliare, dove fino al primo piano i gradini vennero realizzati con il granito rosa di Baveno, mentre ai piani superiori la finitura delle alzate venne realizzata con delle lastre in beola intonacata, con le stesse dimensioni e finiture di colore.

- La generalizzazione dei primi due piani è poco marcata: il piano terra ed il primo piano sono differenti ma risultano finiti con uguale pregio; mentre il secondo piano appare leggermente meno sontuoso e per concludere il piano attico risulta più dismesso e così pure per gli appartamenti ritagliati nella falda del tetto che è rivolta verso il cortile.

La struttura portante è modernissima per l'epoca in quanto non esistono murature portanti ma tutta la struttura si eleva su piedritti uniformi rappresentati da pilastri e colonne che sono disposte in maniera planimetrica rispetto ad un reticolo geometrico costante di forma rettangolare. Un sistema di archi e volte, alcune delle quali sottilissime, sono studiate fin nei minimi dettagli per poter completare al meglio la struttura. Analizzando le volte si possono individuare degli importanti effetti non solo tecnici ma anche spaziali e decorativi, basti pensare che tutte i pilastri sono molto esili e che occupano poco spazio in pianta ma allo stesso tempo devono essere molto funzionali (in questo caso i pilastri vengono controventati da



degli archi in muratura e da tiranti metallici), mentre nei casi di volte di luce maggiore esse si imposteranno su pilastri più tozzi. Le volte sono molto ribassate ed hanno lo spessore di una testa di mattone (o di un quarto nei sottotetti), i mattoni sono disposti secondo cerchi concentrici al fulcro così da poter tramettere direttamente i carichi orizzontali senza gravare sugli archi che assumono solo una funzione di irrigidimento complementare per poter contenere le spinte orizzontali grazie anche all'utilizzo di lame di ferro forgiato ed annegato nell'estradosso. Così facendo Antonelli innovò e rinnovò la tecnica costruttiva degli archi e delle volte, soprattutto nella maggiore resistenza statica e della migliore fruibilità dello spazio, creando un suo sistema costruttivo – il “sistema antonelliano”.

Le volte, sia se sono considerate in maniera individuale o a sistema con le altre, servono per creare delle particolari volumetrie in base all'ambiente in cui sono inserite ed al tipo di utenza che vi risiede. Per esempio, gli androni, il piano terra del pronao hanno delle volte a botte, perché servono per indicare delle direzioni precise che l'individuo deve seguire; mentre ai piani superiori le volte del pronao sono del tipo a vela, così da poter sottolineare la spazialità che esse rappresentano. Lo schema strutturale delle volte risulta indipendente da come sono suddivisi gli ambienti internamente, così facendo però c'è il rischio che le volte perdano la loro particolare simmetria, per evitare ciò, in ogni locale, sono stati inseriti dei fusi di riporto, dei ribassamenti e delle finte volte incannucciate ed intonacate, così da poter dare tridimensionalità all'ambiente ed una migliore risultato visivo.



*Figura 79 - Alcune delle tipologie delle volte presenti all'interno di Casa Bossi*



La maggior parte delle volte risulta decorata con un sistema che rimane coerente con l'intero sistema spaziale andando addirittura ad esaltare ed a correggere gli errori che sono stati fatti, tutto questo viene fatto attraverso un sapiente gioco di ombre che si possono trovare negli affreschi presenti. Per alcuni locali che presentano delle volte a botte le loro teste risultano a padiglione con il fine di poter meglio indirizzare la luce solare.

La flessibilità che viene conferita alla struttura attraverso l'utilizzo del sistema costruttivo a scheletro strutturale, tipico degli edifici progettati da Antonelli, non si ritrova solo in pianta, ma anche in alzato. Questa flessibilità non è solo a vantaggio dell'utente classico, ma è importantissima anche sotto l'aspetto sociale perché permette all'edificio di adattarsi, grazie alla sua flessibilità tridimensionale, alle esigenze dei diversi utenti che vi abiteranno nel corso degli anni.

Tutto questo dimostra che lo stile Antonelliano si basa partendo dall'utilizzo delle più classiche e tradizionali risorse messe a disposizione dal territorio in cui opera e di cui ne modifica i criteri in cui vengono impiegate; adotta le tecniche costruttive locali raffinandole in base alle sue esigenze in maniera moderna.

### 5.3 Ipotesi progettuali di rifunzionalizzazione

Nel febbraio del 2001 il Comune di Novara affidò all'arch. Franco Bordino uno studio generale dello stato di fatto di Casa Bossi con l'obiettivo principale di mettere in ordine tutti i materiali presenti fino a quel momento riguardanti l'edificio per poterli rendere disponibili e consultabili da tutti.

Il documento, *"PIANO DI APPROCCIO INTERDISCIPLINARE A "CASA BOSSI": ARCHITETTURA ANTONELLIANA DI NOVARA"* depositato presso l'Ufficio Tecnico con Servizio Manutenzione Fabbricati di Novara in data Maggio 2001, è diviso in tre parti fondamentali: il passato, il presente ed il futuro del monumento.

In maniera sintetica:

- *La prima parte* si riferisce espressamente alla ricostruzione storica dell'edificio e ne vuole documentare l'evoluzione dei suoi aspetti fondamentali e problematici, non esclusivamente costruttivi, anche con materiali apparentemente minimi o minori, ad una prima lettura trascurabili.



- *La seconda parte* non può che riguardare la situazione attuale, la storia più recente, il presente di Casa Bossi. In questa fase si fa riferimento a documenti forse più immediati e disponibili, tecnici, aggiornati e conosciuti, per definire l'esistente individuandone tutti gli aspetti più importanti: la consistenza architettonica e dimensionale, quella materica e costruttiva, le caratteristiche formali e funzionali, i valori artistici e decorativi, ma anche le analisi riguardo al degrado, agli usi propri e non, agli interventi effettuati, ecc.
- *Nella terza parte* vengono considerati i presupposti che dovrebbero informare tutti gli interventi interessanti l'edificio, inquadrandone le ipotesi, le prospettive, i programmi ed i progetti in una visione complessiva unificante che dovrebbe permettere di far confluire tutte le risorse materiali e gli sforzi intellettuali che ci si augura possano permettere a Casa Bossi di continuare ad esistere, e ad ognuno di poter continuare ad imparare.

Qui nel seguito viene riportata in maniera sintetica solo la terza parte che è stata utilizzata come base e fonte di ispirazione per la redazione dell'ipotesi progettuale di rifunzionalizzazione del bene avanzata nell'elaborato di tesi.



Figura 80 - Abitare l'inabitabile a Casa Bossi: un viaggio tra storia e bellezza



L'architetto Franco Rosso, massimo esperto d'Antonelli e storico dell'architettura, intervenendo al Convegno *"Monumenti ed ambienti tra rifacimento e restauro: il caso di casa Bossi e altre storie"* del 27 giugno 2000, si esprimeva in questa maniera per quanto riguarda il caso di recupero del bene: *«[...] tutte le caratteristiche che ne fanno, vorrei insistere su questo fatto, non un bell'edificio, bello per i novaresi o per i piemontesi, ma una delle grandi realizzazioni nel campo delle architetture di abitazione dell'ottocento europeo, allo stesso modo in cui la Cupola di San Gaudenzio non è una singolarità, una bizzarria novarese o piemontese, ma è un edificio straordinario all'interno dell'architettura più avanzata del diciannovesimo secolo, non è un fatto che riguarda solo i novaresi, i piemontesi, ma riguarda il mondo colto, gli studiosi, i cultori dell'architettura, di oggi, ma anche quelli che verranno dopo di noi, che hanno il diritto di trovare questi edifici non sconciati o stravolti da degli incapaci, ma invece conservati con tutto lo scrupolo che loro richiedono.»*

Casa Bossi, come tutti gli edifici, non è importante solo per sé stessa, non è soltanto il magnifico fabbricato che possiamo ammirare ma rappresenta l'unione di un insieme di valori che l'architettura ha, comunica e può trasmettere.

In questo edificio, ogni singola entità diventa uno strumento di trasmissione, particolarmente amplificata, di qualità e valori: i diversi materiali impiegati, le tecniche costruttive innovazione adottate, le soluzioni distributive, l'impianto strutturale ardito, le decorazioni, gli elementi di finitura, le pavimentazioni, i serramenti, le carpenterie, la ferramenta, i dettagli, i particolari più minuti, tutto è entusiasmante e si rivela un patrimonio meraviglioso.

In occasione del Convegno già citato, l'architetto Luciano Re, docente di Restauro dei monumenti alla Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, sostenne: *«...è necessario attuare un progetto di conservazione: ogni piccola parte del monumento porta un messaggio. C'è il grande disegno, che è quello che porta il grande pensiero, la tensione dell'architettura, ma questa la si riscontra anche nei dettagli (dal gioco dei pavimenti all'ultimo chiodo, come nel più piccolo meccanismo di uno scrocchetto di chiusura d'un serramento). Il problema centrale è quindi quello di conservare gli edifici in tutto il loro spessore, non soltanto nell'immagine, non certo attraverso la riproduzione, per fedele che sia, bensì attraverso la salvaguardia delle parti autentiche [...] non bisogna buttar via niente [...] è un patrimonio che si continua a non conoscere, a sottostimare, [...] perdere*



*queste cose vuol dire impoverirsi tutti [...] questi edifici sono ammaestramento per il ben costruire e li dobbiamo conservare perché abbiamo tutto da imparare da loro, [...] sono la vera continuità [...]dobbiamo stare molto attenti perché abbiamo già sperperato talmente tanto ...»*

Le diverse proposte che sono state avanzate negli anni passati sono tra le più varie e fantasiose, provenienti da soggetti molti differenti tra loro per natura, qualità e posizione. Così tante proposte diversificate potrebbero risultare stimolanti dal punto di vista progettuale e spaziano dalla “casa della cultura” alla “sede per 250 associazioni”, dall’individuazione come “casa parcheggio”, alla sede per “servizi socio-assistenziali” non meglio precisati, dall’ipotesi di “alloggi di edilizia economico-popolare”, alla “lottizzazione per residenze d’élite”, dalla “vendita ai privati” alla “cessione in comodato”, dall’insediamento “bibliotecario”, “museale”, “espositivo”, “di rappresentanza”, a sede per “Enti od Uffici di prestigio”, a “Palazzo Grassi-Beaubourg novarese”, ecc. culminando con la risolutiva destinazione ideale a “Grand Hotel”!

Il problema della destinazione d’uso di Casa Bossi per il suo possibile riuso è invece molto semplice: l’oggetto e definisce il progetto e non viceversa.

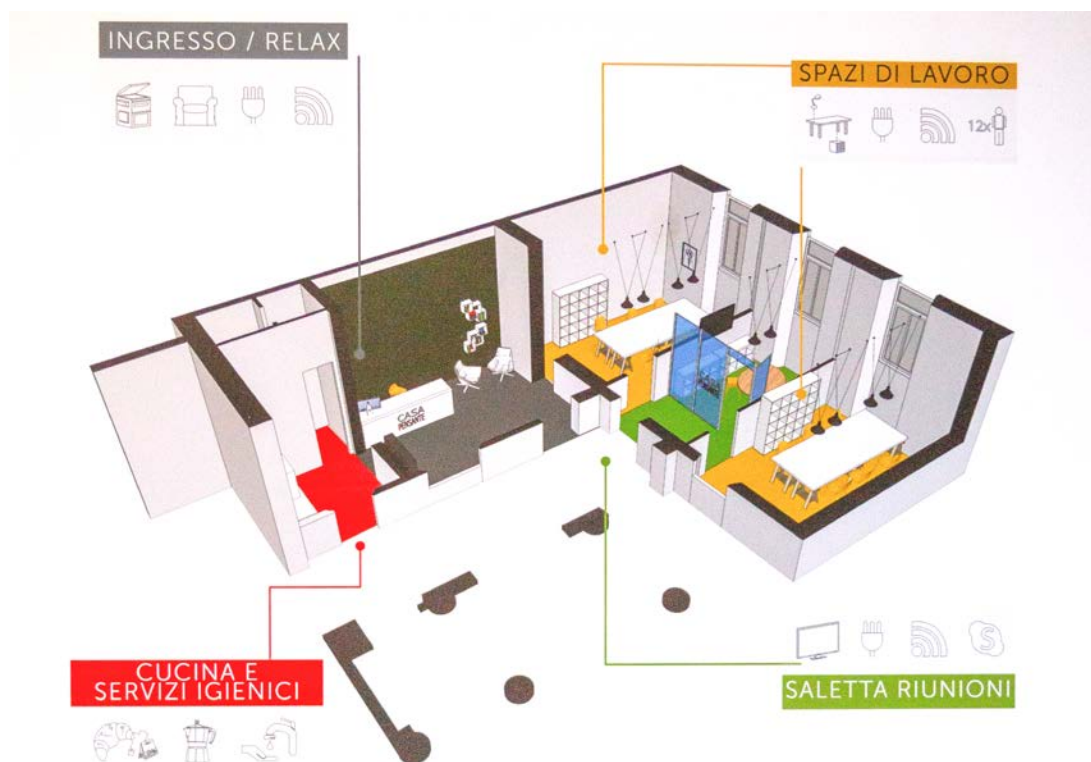


Figura 81 - La Casa Pensante: spazi per il co-working





È necessario infatti iniziare dalla conoscenza dell'architettura per progettare la sua rifunzionalizzazione, si deve scegliere ed adattare la nuova funzione al monumento e non ipotizzarne un utilizzo a priori, bisogna partire da Casa Bossi per arrivare alla sua futura destinazione e non viceversa!

Se il restauro deve permettere di far rivivere, confermando, l'identità dell'edificio, Casa Bossi non può non essere letta come Antonelli l'aveva voluta.

Antonelli oggi approverebbe l'evoluzione del suo edificio, non fosse altro che per veder dimostrata e riconosciuta la validità del suo "sistema" e confermato il suo 'metodo' di scelte all'avanguardia.

Con il termine rifunzionalizzazione si intende quel processo di "riuso del costruito" che, attraverso un utilizzo compatibile, permette anche il recupero funzionale del monumento.

Se dunque Casa Bossi incarna in sé valori tali da poterne ipotizzare anche solo esclusivamente il "restauro per la conservazione", si ritiene che un così grande patrimonio possa offrire maggiori opportunità e possa essere oggetto di interventi ancora più efficaci e produttivi dal punto di vista culturale.

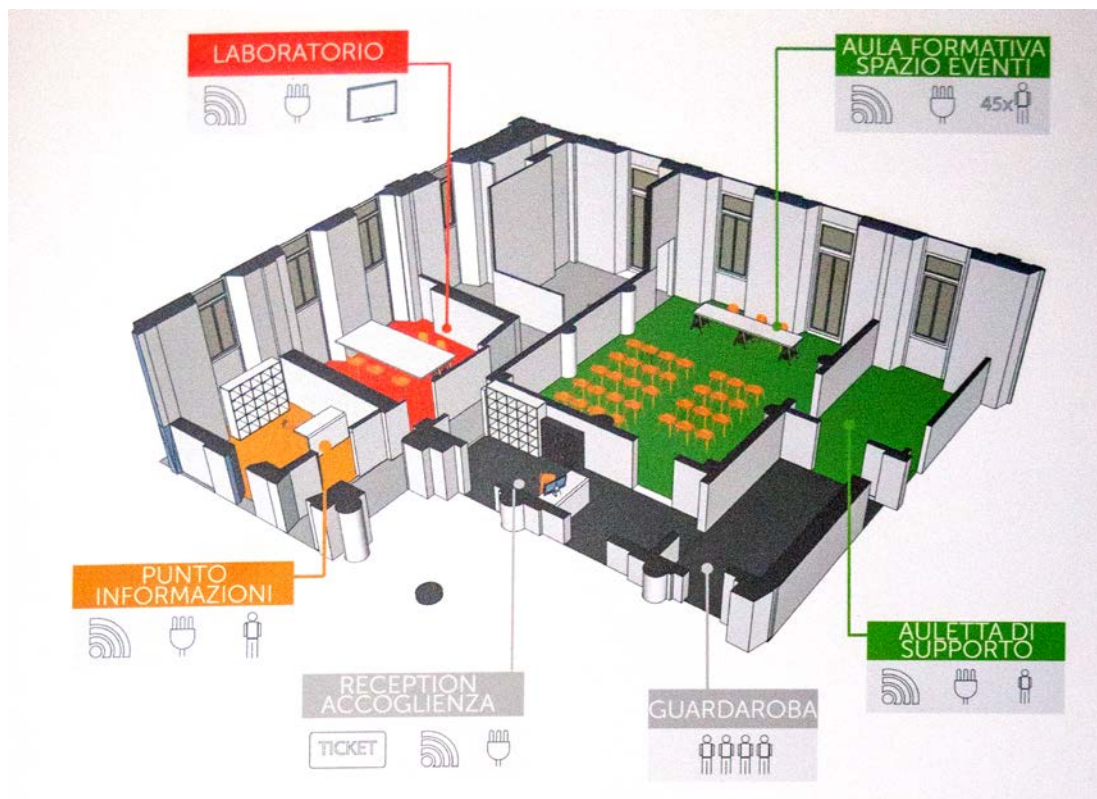


Figura 82 - Soft Lab: per l'eccellenza artigiana



Non si tratta di affrontare semplicisticamente il problema, ma di considerarne realisticamente l'intero processo.

Le ipotesi di recupero funzionale rappresentano un contributo, definito e preciso, concreto ed attuabile, che possa effettivamente permettere di determinare le scelte fondamentali, indispensabili per garantire un futuro al capolavoro antonelliano di Casa Bossi.

La conservazione di un edificio molto difficilmente può prescindere dalla sua rifunzionalizzazione, dato che questa rappresenta la condizione fondamentale del suo uso, della sua frequentazione: se questo utilizzo è contemporaneamente appropriato e compatibile, ne garantisce il costante controllo, cioè la possibilità reale di mantenerlo in efficienza.

Per un edificio, particolarmente nel caso con tipologia residenziale, mantenerlo in vita non può che significare abitarlo: non lasciarlo in disuso ed abbandonato, ma permettergli di vivere e di essere vissuto, possibilmente con un'adeguata e sostenibile rifunzionalizzazione.

L'individuazione della funzione della "destinazione d'uso", richiede profonda conoscenza specifica del bene in tutti i suoi aspetti, ma anche considerazioni in ordine a valenze socio-economiche del contesto che ne identifica il significato storico ed il valore artistico.

La valutazione di un bene culturale del patrimonio architettonico deve prescindere dalle specifiche considerazioni di tipo esclusivamente economico e dai caratteri intrinseci del mercato finanziario, in quanto l'oggetto ha in sé un valore di unicità che non può essere valutato con parametri basati sulla relazione costi-ricavi, ma va inquadrato nel contesto, molto più ampio e complesso, che concerne la relazione costi-benefici.

Considerando tutte le problematiche viste si può ipotizzare per Casa Bossi una destinazione d'uso che possa essere definita di tipo misto: questa risulta essere

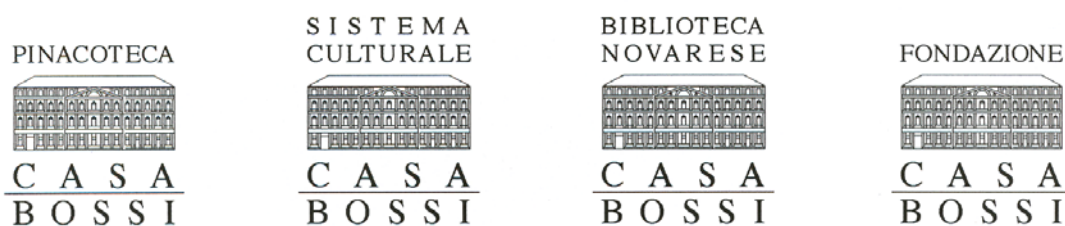


Figura 83 - Il sistema culturale Casa Bossi



per diverse ragioni, appropriata e compatibile, adeguata e sostenibile economicamente come ipotesi di approccio da seguire per una possibile rifunzionalizzazione.

In questa complessa situazione, si prevedono tre differenziazioni che presentano diverse connotazioni qualitative e dimensionali:

- *L'alloggio per il custode e la portineria*: assumono un'importanza fondamentale. è determinante individuare l'inserimento di queste specifiche destinazioni d'uso funzionali (peraltro già presenti, seppur in forme diverse, durante tutto il corso della vera vita dell'edificio), e di non considerarle minori. Infatti, oltre ad aspetti di praticità ed opportunità diverse (lavorative, occupazionali o di servizio, anche legate alle residenze 'speciali' in seguito meglio specificate), il controllo costante e la presenza continuativa rappresentano gli elementi fondamentali per permettere di intervenire tempestivamente garantendo una manutenzione efficace e di favorire la memoria e la storicizzazione del bene;
- *Le residenze abitative e di accoglienza*: si ipotizza di individuare diverse possibilità di configurazione delle stesse, come peraltro succedeva anticamente, grazie alla vocazione originaria dell'edificio.

Gli alloggi avranno caratteristiche e prestazioni diverse tra loro e varie per consistenza fisica, qualità tipologica, possibilità di gestione, utilizzo, durata, ecc., e saranno evidentemente condizionate in modo differenziato, con limiti e vincoli. Si ipotizza la possibilità di inserimento di:

- alloggi di tipo tradizionale di varia metratura ed ubicazione;
- appartamenti di rappresentanza pensando a quante utenze di questa qualità possano esistere a Novara considerando anche solo chi occupa, nel contesto cittadino, cariche a tempo determinato o soggette a repentini cambi di domicilio, quali ad esempio, Prefetto, Procuratore della Repubblica, Pretore, Capo di Stato Maggiore, Funzionari, Rettori, Dirigenti diversi, ecc.;
- locali di "accoglienza" arredati, in alternativa alla tradizionale ricettività alberghiera, dove poter ospitare a cura della Municipalità, i diversi personaggi illustri di passaggio, in visita ufficiale od invitati in occasioni di particolari importanti avvenimenti cittadini come cerimonie, inaugurazioni, convegni, spettacoli, manifestazioni, ecc.;



Figura 84 - Alcune esposizioni temporanee tenutesi nel 2018 a Casa Bossi

- locali ad uso foresteria, ammobiliati e non, utili per particolari casi con esigenze di soggiorno temporaneo e/o determinato, ad esempio, docenti, ricercatori, conferenzieri, consulenti, artisti, studenti, ecc.
- *Locali ad uso pubblico e/o di interesse culturale:* con questa destinazione d'uso si vuole aprire ed allargare la fruizione di Casa Bossi, che è di proprietà comunale, anche ad un uso con connotazioni di interesse prettamente pubblico, seppur limitato e circoscritto, per favorirne una caratterizzazione di concreta produzione culturale sul territorio.

Tre sono i diversi ambiti che si possono proporre in questo edificio:

- allestimenti espositivi;
- attività di pubblico interesse;
- sedi decentrate.

Queste particolarità permetterebbero l'inserimento di altre funzioni autonome (ad esempio "spazi di rappresentanza municipale" e di "visita al monumento antonelliano") che integrerebbero le diverse componenti



Figura 85 - Alcuni eventi tenutesi negli anni a Casa Bossi

previste, correlandole al contesto e permettendone la precisa percezione di “contenuti attraversanti il monumento”. Più che sede museale specifica e/o con caratteristiche di stabilità, si ipotizza alle opportunità offerte dagli allestimenti espositivi temporanei o tematici, di notevole importanza e di grande richiamo turistico e di visitatori che (diversamente dai numerosi esempi proposti anche da piccole cittadine della provincia) Novara non può permettersi di ospitare se non presso la Sala Arengaria del Broletto, ma con tutti gli evidenti enormi limiti e ristrettezze che attualmente, questo unico spazio del genere, purtroppo denuncia. Per quanto riguarda le attività di pubblico interesse si pensa ad esempio alla localizzazione di alcuni uffici pubblici e di sede per Associazioni culturali di ricerca e documentazione, od Enti di prestigio e grande valore non solo locale che, spesso, risultano essere confinati in luoghi marginali, scomode o non adeguati.

Il terzo, ma non ultimo ambito individuato in questo contesto, che si pone ad integrazione e supporto degli altri precedentemente ipotizzati,



riguarda l'utilizzo di locali da adibire ad archivi specifici e depositi speciali, a sale di studio e consultazione che assumerebbero connotazioni di sedi decentrate qualora dipendessero da istituzioni non presenti in loco. Si pensi ad esempio, per considerare solo le eventuali attività presenti, alle esigenze di archiviazioni facilmente disponibili per gli enti storici od alla necessità di spazi di supporto (didattico, amministrativo, di deposito, ecc.) relativamente alle manifestazioni espositive.

Ad integrazione dei tre ambiti si pone poi l'irrinunciabile esigenza di considerare che l'adeguata la valorizzazione dei due saloni aulici del piano terreno, che permettono direttamente l'affaccio sulla loggia del pronao di facciata collegando il giardino antistante e che rappresentano il vero cuore del palazzo nobiliare ottocentesco.

Casa Bossi è un edificio di tipo residenziale realizzato per un'utenza nobile che presenta caratteristiche particolari, uniche e significative.

Risulta quindi prioritario mantenere leggibile l'originaria destinazione d'uso. Evidente è il fatto che l'organizzazione generale dell'edificio è unica nella sua raffinatissima strutturazione: ad esempio, la grandissima varietà di taglio degli appartamenti, l'eccezionale possibilità di collegamenti e disimpegno e la molteplice funzionalità degli spazi, offrono opportunità di riuso degli stessi, con una reale possibilità di rifunzionalizzazione che, ne esalterebbero l'originaria essenza, valorizzandone l'eccezionale qualità architettonica complessiva.

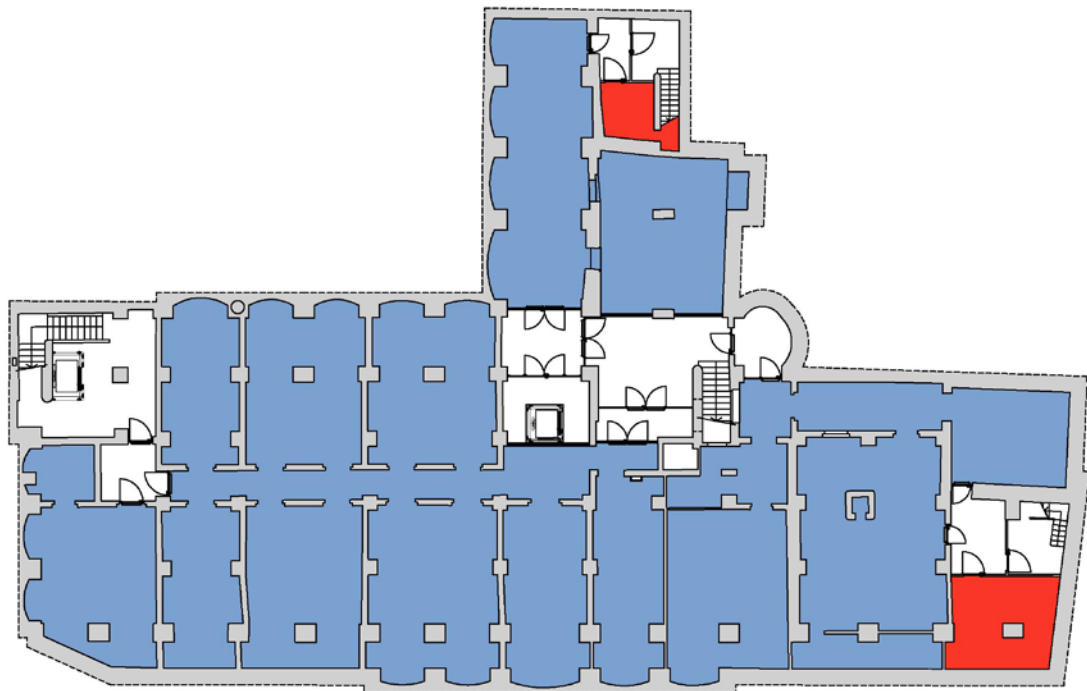
Considerando gli appartamenti nobiliari del piano terra e del primo piano, con le loro caratteristiche nobili e di rappresentanza, ma anche agli alloggi da affitto dei piani superiori o delle ali, che presentano metrature e caratteristiche veramente molto varie, o tutta la serie di altri vani ed ambienti pertinenti l'intera struttura, un tempo utilizzati dalla servitù od adibiti a diverse attività accessorie, si ritiene che possa esistere una corrispondenza biunivoca tra qualità e consistenza degli spazi storici originari e la proposta di rifunzionalizzazione mista ipotizzata.

Quindi partendo dal sopracitato documento prodotto dall'arch. Franco Bordino, che è stato da spunto per la redazione della "nostra" ipotesi di recupero del bene nel corso della stesura dell'elaborato di tesi, si illustrerà, qui di seguito, quali destinazioni d'uso sono state assegnate ai singoli piani dell'edificio, mentendolo il più aderente possibile a quanto citato.

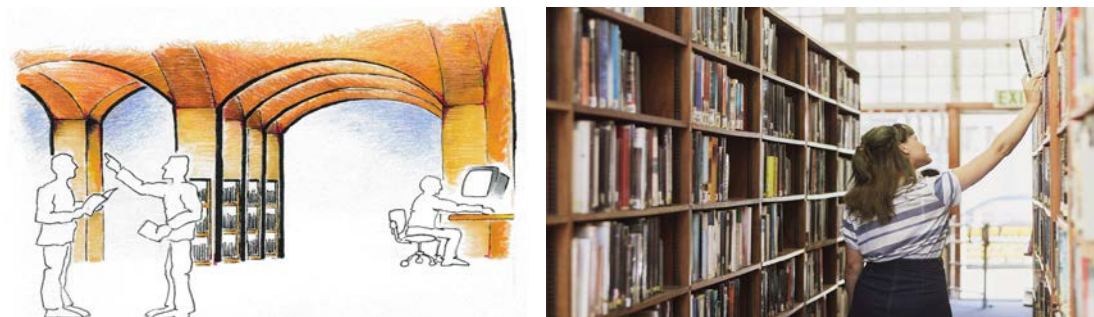


## ***Piano interrato***

Al piano interrato verrà trasferita parte della collezione della biblioteca civica di Novara “Carlo Negrone”. In questo nuovo ambiente verrà data grande importanza anche alla sezione novarese della Biblioteca di Novara, che ad oggi risulta essere non pienamente valorizzata, in quanto molti dei volumi che fanno parte di questa raccolta non risultano accessibili al pubblico. Lo spazio risulterà molto suggestivo in quanto l'intero ambiente è realizzato con delle bellissime volte a vela e a botte lunettata tutte con mattoni a vista. All'interno di questo grande ambiente saranno presenti anche delle piccole aree di consultazione poste tra gli scaffali che andranno a sommarsi a quelle già previste al piano superiore.



*Tavola 8 - Pianta del piano interrato, Stato di progetto*



*Figura 86 - Ipotesi di rifunionalizzazione del piano interrato*



## ***Piano terra***

A questo livello potrebbero trovare posto diverse attività, che si potranno distinguere in base a dove sono collocate all'interno dell'edificio:

- *Nell'ala Settecentesca* sarà collocato l'appartamento del custode che sarà costituito da 6 ambienti dove si potranno inserire comodamente, previa qualche semplice modifica della distribuzione interna (inserimento di un tramezzo in cartongesso), 2 camere da letto, un soggiorno, una cucina abitabile ed un bagno con annesso ripostiglio;
- *Nel braccio centrale della corte interna*, al posto dei vecchi rimessaggi, saranno inseriti tutti i depositi di materiale;
- *Nell'ala Ovest*, quella il cui fronte è rivolto verso baluardo Quintino Sella, troveranno collocazione principalmente i locali a servizio della biblioteca (sale di consultazione e di studio, sala dedicata alle attività con i bambini, sala conferenze, sala dedicata ai periodici nazionali e locali e con la possibilità di visionare/ascoltare dei cd e dvd);
- *Nell'ala Sud*, quella il cui fronte è rivolto verso via Pier Lombardo, avranno ubicazione: uno spazio per il co-working (che si svilupperà anche in parti del primo piano ammezzato) e i locali di portineria ed archivio (anch'essi che si svilupperanno nel primo piano ammezzato);
- *Nell'ala Nord*, quella in adiacenza con un'altra proprietà, troveranno collocazione principalmente la centrale termica e tutti i servizi tecnologici che serviranno l'edificio, ed i servizi igienici per gli utenti delle attività pubbliche presenti all'interno del palazzo.



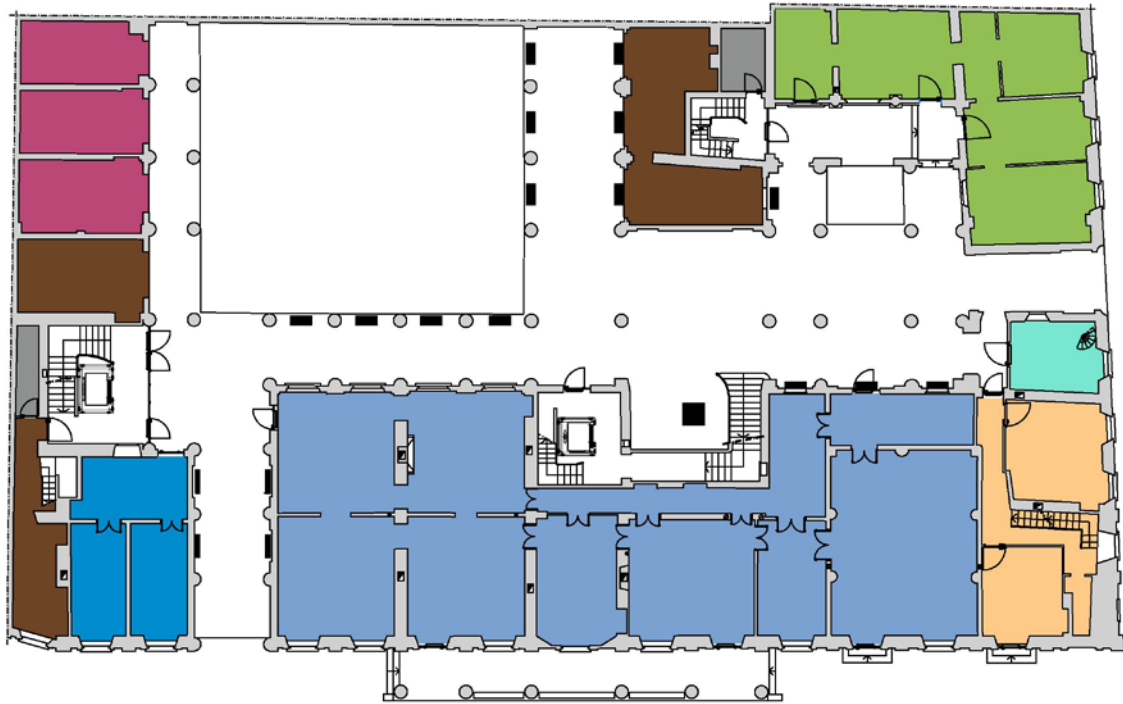


Tavola 9 - Pianta del piano terra, Stato di progetto

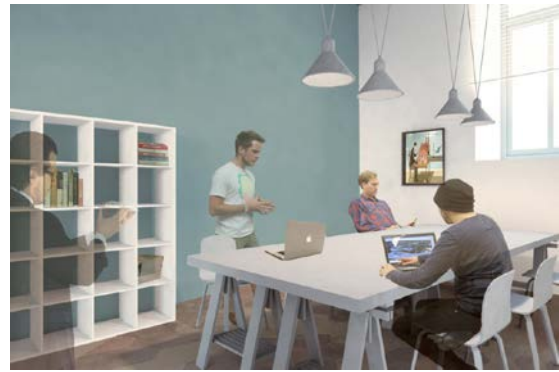


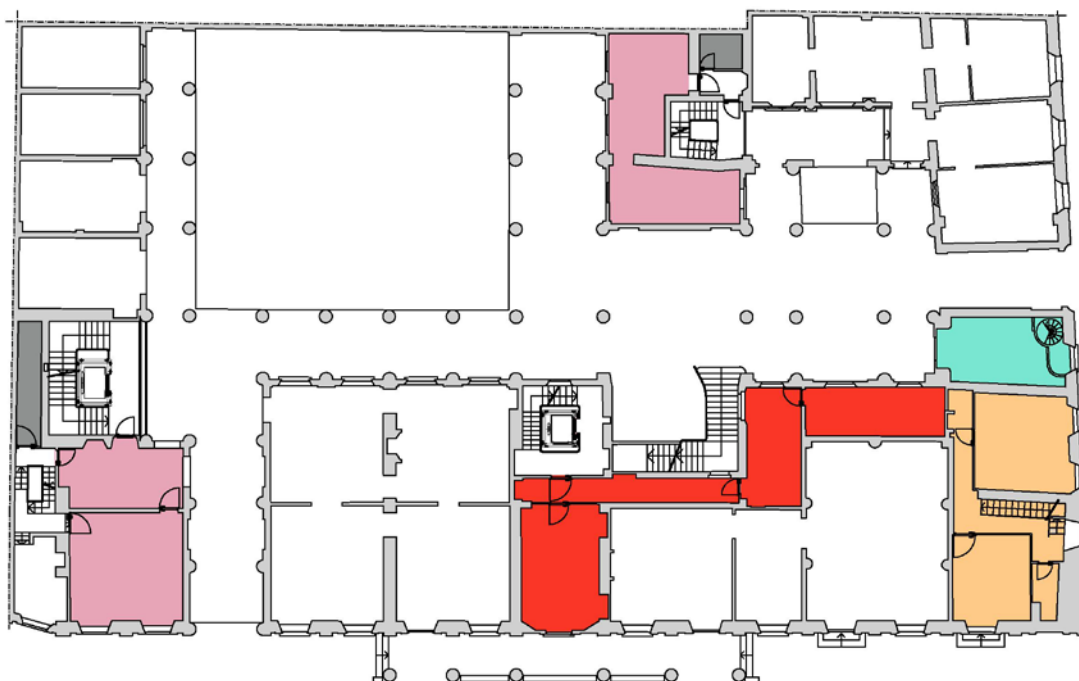
Figura 87 - Ipotesi di rifunionalizzazione del piano terra



## ***Piano ammezzato tra piano terra e primo piano***

In questo piano saranno presenti differenti tipologie di destinazioni d'uso, anche loro dipendenti dalla collocazione all'interno dell'edificio:

- *Nel braccio centrale* troveranno posto altre sale studio;
- *Nell'ala Sud* si ubicheranno sia dei locali predisposti a servizio della portineria (posta la piano terra) che la continuazione dei locali di co-workingi già presenti al piano terreno;
- *Nell'ala Ovest* si collecheranno i locali a servizio della biblioteca;
- *Nell'ala Nord* ci saranno altre sale studio e di locali di deposito.



*Tavola 10 - Pianta del piano ammezzato tra piano terra e primo piano, Stato di Progetto*



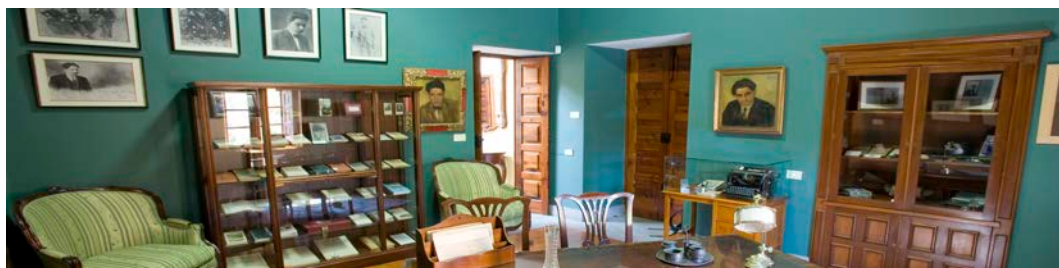
## ***Primo piano***

In questo livello l'attività prevalente è quella di tipo espositivo/museale oltre all'inserimento dei locali appositi per la gestione di suddetti spazi, in particolare:

- *Nell'ala Settecentesca* saranno presenti degli spazi per le mostre e le esposizioni temporanee, a rotazione e per brevi periodi. La conformazione dei locali darà la possibilità di avere anche più mostre presenti contemporaneamente all'interno dell'edificio;
- *Nel braccio centrale della corte interna* troverà posto l'area amministrativa di tutto il complesso museale/espositivo del piano, inoltre saranno inseriti dei locali riservati ai dipendenti;
- *Nell'ala Ovest*, quella il cui fronte è rivolto verso baluardo Quintino Sella, verrà collocato un museo dedicato all'arte ed alla cultura del territorio novarese;
- *Nell'ala Nord*, quella in adiacenza con un'altra proprietà, verrà inserita in modo un'attività museale completamente indipendente da quella precedente, un'altra attività museale e che sarà dedicata all'Architetto Alessandro Antonelli. Annessa a tale attività verranno ricavati anche alcuni locali riservati al centro studi antonelliani.



*Tavola 11 - Pianta del primo piano, Stato di progetto*

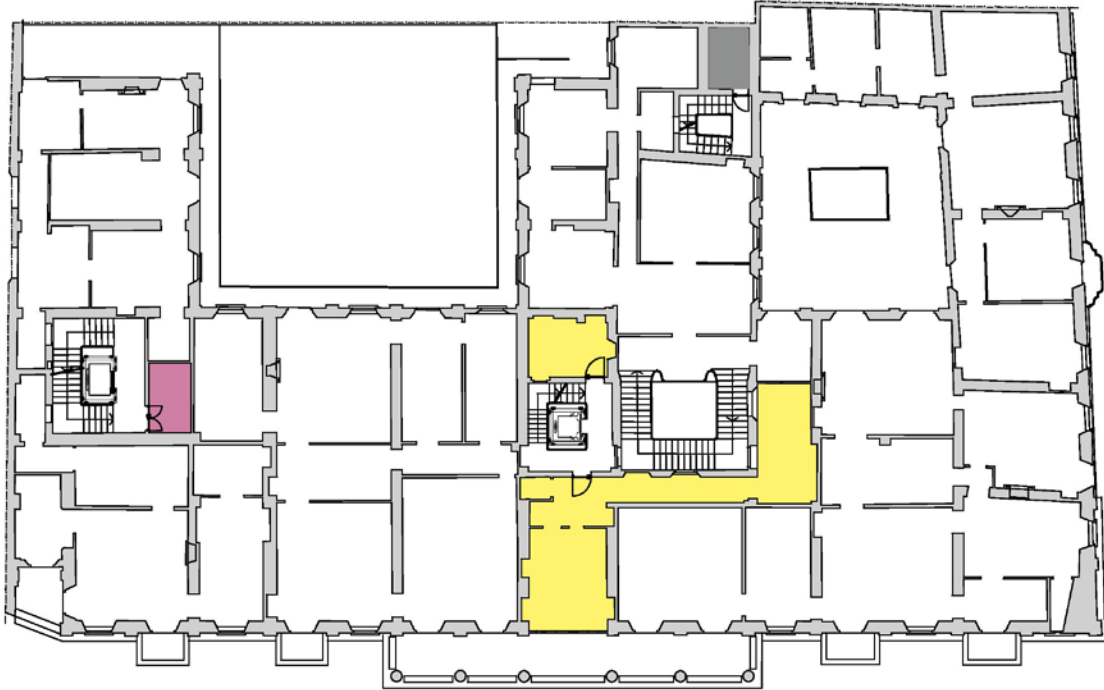


*Figura 88 - Ipotesi di rifunzionalizzazione del primo piano*



## ***Piano ammezzato tra primo piano e secondo piano***

In questo piano saranno inseriti tutti i locali di pertinenza dell'attività museale presente al piano inferiore



*Tavola 12 - Pianta del piano ammezzato tra primo piano e secondo piano, Stato di progetto*

## ***Secondo piano***

In questo piano, e in quello successivo, i locali saranno dedicati all'uso di residenze per studenti (studentato), visto il continuo ampliarsi dell'offerta formativa universitaria della città di Novara e la carenza di strutture dedicate ad ospitare studenti provenienti da località lontane dal luogo di studio. Lo studentato sarà principalmente composto da monocali (per la precisione 7 monocali, 1 bilocale e 2 trilocali) al cui interno si potranno inserire dei piccoli angoli cottura tutti alimentati ad energia elettrica, così da poter eliminare il rischio di esplosione per eventuali fughe di gas. Inoltre, al piano sarà presente la reception con un piccolo ufficio annesso.



Tavola 13 - Piano del secondo piano, Stato di progetto



Figura 89 - Ipotesi di rifunionalizzazione del secondo piano



## ***Terzo piano***

Questo livello risulta essere la continuazione dell'attività presente al piano inferiore. Saranno inseriti 6 appartamenti (5 monocalci ed 1 trilocale).



*Tavola 14 - Pianta del terzo piano, Stato di progetto*



*Figura 90 - Ipotesi di rifunionalizzazione del terzo piano*

Tale suddivisione in pianta delle destinazioni d'uso ai vari piani avrà una migliore identificazione in alzato osservando le sezioni che verranno riportate nelle paginine seguenti.

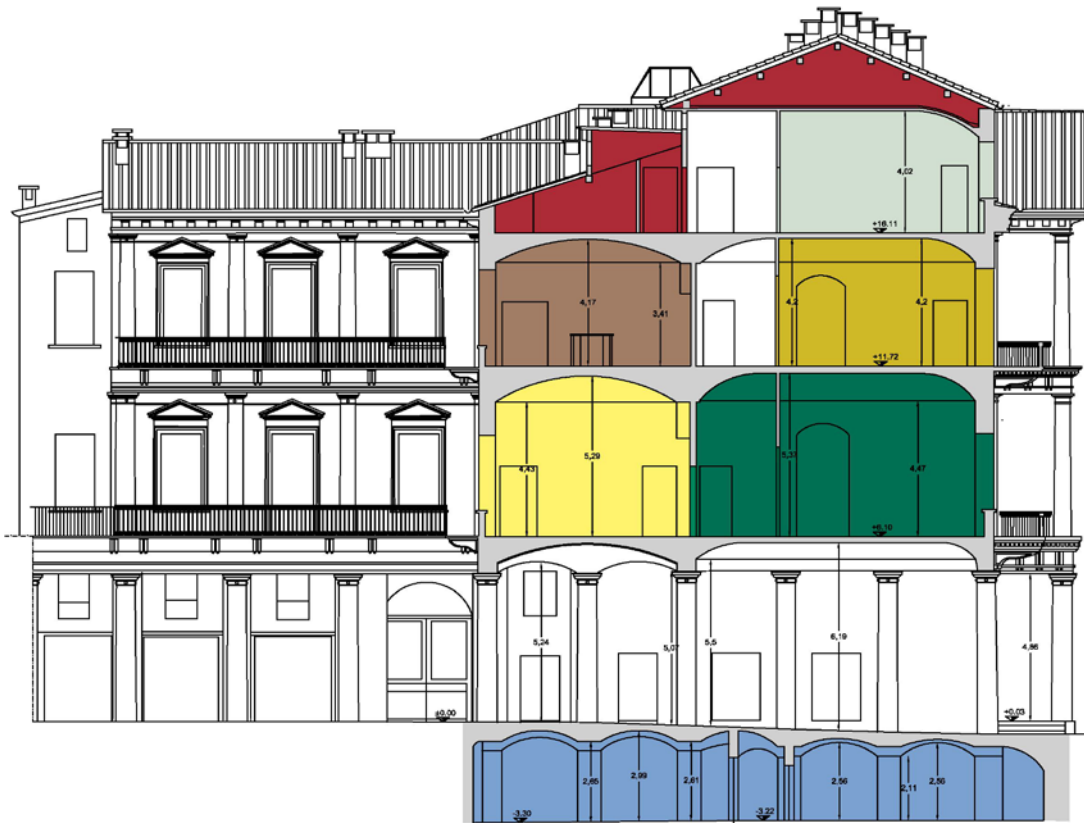


Tavola 15 - Sezione A-A, Stato di progetto



Tavola 16 - Sezione B-B, Stato di progetto





Tavola 17 - Sezione C-C, Stato di progetto

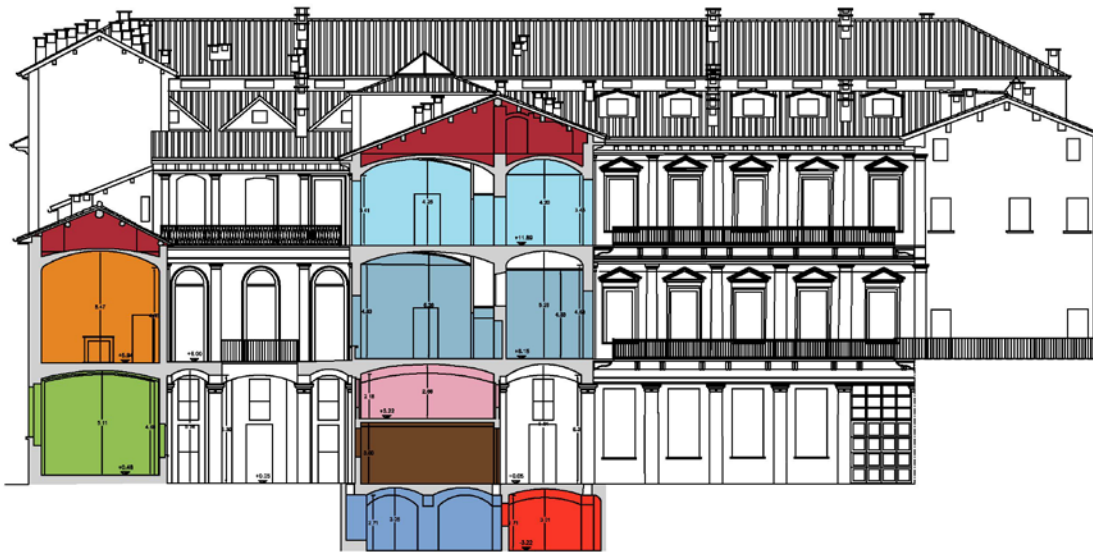


Tavola 18 - Sezione D-D, Stato di progetto



POLITECNICO DI MILANO

Scuola di Architettura Urbanistica Ingegneria delle Costruzioni



# **CAPITOLO 6**

## **STUDIO PRELIMINARE DI SICUREZZA ALL'INCENDIO**

### **6.1 Classificazione delle attività**

In Italia, le regole tecniche di prevenzione incendi trattano in modo prescrittivo le varie attività soggette ai controlli di prevenzione incendi, comprese quelle che interessano gli edifici sottoposti a tutela e che sono allo stesso tempo aperti e fruibili al pubblico.

Negli edifici sottoposti a tutela, in caso d'incendio, oltre alla salvaguardia della vita umana (obiettivo primario), occorre salvaguardare anche il patrimonio culturale (edificio in sè e oggetti/opere d'arte in esso contenuti).

Le esigenze di conservazione del bene tutelato molto spesso non consentono il rispetto di prescrizioni imposte da un approccio di tipo deterministico (regole tecniche verticali). Nel caso in cui l'adeguamento sia troppo invasivo per il bene tutelato, oppure non realizzabile a causa dei vincoli di tutela imposti, si può ricorrere al procedimento di deroga.

Di seguito si analizzerà l'iter progettuale per far sì che la proposta di riqualificazione avanzata soddisfi i requisiti normativi, individuando le criticità e la loro risoluzione.

L'analisi che verrà eseguita non sarà un vero e proprio progetto antincendio ma sarà propedeutica alla redazione dello stesso, fungerà quindi da progetto preliminare o studio di fattibilità della proposta di recupero del bene precedentemente illustrata.



Il 27 febbraio 1980 è stato riconosciuto il vincolo monumentale storico e artistico su Casa Bossi, dal punto di vista normativo antincendio bisogna far riferimento, in prima battuta, alla classificazione delle attività contenuta nell'allegato 1 del DPR 151/2011.

**ALLEGATO I al D.P.R. n. 151/2011 (di cui all'articolo 2, comma 2)**  
**ELENCO DELLE ATTIVITÀ SOGGETTE ALLE VISITE E AI CONTROLLI DI PREVENZIONE INCENDI**

N.	[*]	ATTIVITÀ	CATEGORIA		
			A	B	C
		da in pianta al chiuso superiore a 200 m <sup>2</sup> . Sono escluse le manifestazioni temporanee, di qualsiasi genere, che si effettuano in locali o luoghi aperti al pubblico.			
66	84	Alberghi, pensioni, motel, villaggi albergo, residenze turistico-alberghiere, studentati, villaggi turistici, alloggi agrituristici, ostelli per la gioventù, rifugi alpini, bed & breakfast, dormitori, case per ferie, con oltre 25 posti-letto; Strutture turistico-ricettive nell'aria aperta (campeggi, villaggi-turistici, ecc.) con capacità ricettiva superiore a 400 persone.	fino a 50 posti letto	oltre 50 posti letto fino a 100 posti letto; Strutture turistico-ricettive nell'aria aperta (campeggi, villaggi-turistici, ecc.)	oltre 100 posti letto
67	85	Scuole di ogni ordine, grado e tipo, collegi, accademie con oltre 100 persone presenti; Asili nido con oltre 30 persone presenti in locali o luoghi aperti al pubblico.	fino a 150 persone	oltre 150 e fino a 300 persone; asili	oltre 300 persone
70	88	Locali adibiti a depositi di superficie lorda superiore a 1000 m <sup>2</sup> con quantitativi di merci e materiali combustibili superiori complessivamente a 5.000 kg		fino a 3.000 m <sup>2</sup>	oltre 3.000 m <sup>2</sup>
71	89	Aziende ed uffici con oltre 300 persone presenti	fino a 500 persone	oltre 500 e fino a 800 persone	oltre 800 persone
72	90	Edifici sottoposti a tutela ai sensi del d.lgs. 22/1/2004, n. 42, aperti al pubblico, destinati a contenere biblioteche ed archivi, musei, gallerie, esposizioni e mostre, nonché qualsiasi altra attività contenuta nel presente Allegato.			tutti
73	-	Edifici e/o complessi edilizi a uso terziario e/o industriale caratterizzati da promiscuità strutturale e/o dei sistemi delle vie di esodo e/o impiantistica con presenza di persone superiore a 300 unità, ovvero di superficie complessiva superiore a 5.000 m <sup>2</sup> , indipendentemente dal numero di attività costituenti e dalla relativa diversa titolarità.		fino a 500 unità ovvero fino a 6.000 m <sup>2</sup>	oltre 500 unità ovvero oltre 6.000 m <sup>2</sup>
74	91	Impianti per la produzione di calore alimentati a combustibile solido, liquido o gassoso con potenzialità superiore a 116 kW	fino a 350 kW	oltre 350 kW e fino a 700 kW	oltre 700 kW
75	92	Autorimesse pubbliche e private, parcheggi pluriplano e meccanizzati di superficie complessiva coperta superiore a 300 m <sup>2</sup> ; locali adibiti al ricovero di natanti ed aeromobili di superficie superiore a 500 m <sup>2</sup> ; depositi di mezzi rotabili (treni, tram ecc.) di superficie coperta superiore a 1.000 m <sup>2</sup> .	Autorimesse fino a 1.000 m <sup>2</sup>	Autorimesse oltre 1.000 m <sup>2</sup> e fino a 3.000 m <sup>2</sup> ; ricovero di natanti ed aeromobili oltre 500 m <sup>2</sup> e fino a 1000 m <sup>2</sup>	Autorimesse oltre 3000 m <sup>2</sup> ; ricovero di natanti ed aeromobili di superficie oltre i 1000 m <sup>2</sup> ; depositi di mezzi rotabili
--	--	Tipografie, litografie, stampa in offset ed attività similari con			

*Tabella 3 - Stralcio dell'allegato 1 del DPR 151/2011*

Casa Bossi può essere definito un edificio di tipo promiscuo dato che in esso sono presenti più attività, ovvero le numero 66, 72 e 74, esso.

Per quanto riguarda le biblioteche, i musei e le centrali termiche sono presenti norme tecniche verticali che prevalgono sulla normativa orizzontale (3 agosto 2015), mentre per le residenze temporanee (att 66) si farà riferimento alle norme tecniche orizzontali, nello specifico:

- **Attività 66**, si utilizzerà la linea guida del MiBACT - Lettera Circolare DCPREV prot. n. 3181 del 15/3/2016;
- **Attività 72**, si utilizzeranno le due seguenti normative:



- D.M. n. 569 del 20 maggio 1992 “*Norme di sicurezza antincendio per gli edifici storici e arti-stici destinati a musei, gallerie, esposizioni e mostre*”;
- D.P.R. n. 418 del 30/6/1995 “*Norme di sicurezza antincendio per gli edifici di interesse storico-artistico destinati a biblioteche e archivi*”;
- **Attività 74**, si utilizzerà il DM 12/04/96 “*Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l’esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi*”.

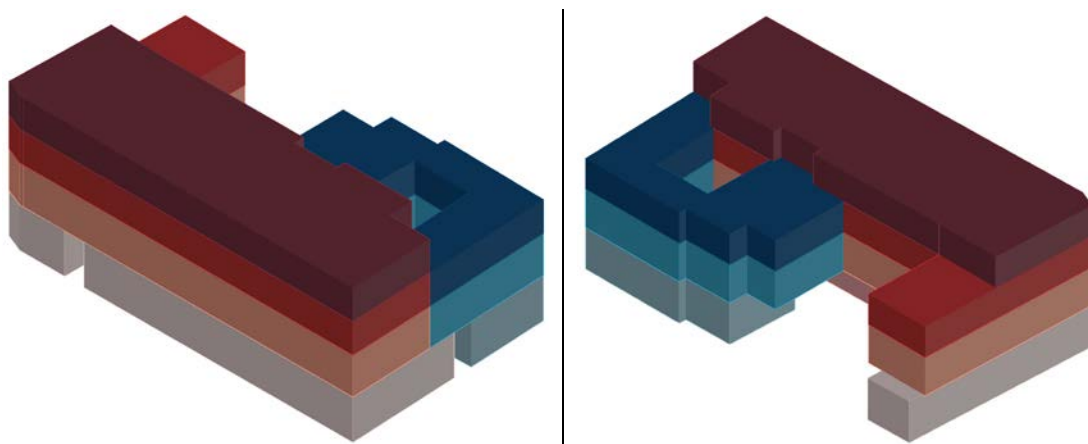
Da come si evince il quadro normativo nazionale attuale, per quanto riguarda la sicurezza all’incendio di biblioteche e musei posti all’interno di edifici tutelati, risulta datato rispetto al contesto odierno di approccio prestazionale.

Si decide quindi in prima analisi di svolgere tali verifiche di sicurezza all’incendio secondo le più recenti normative presenti in materia e rappresentate dalle *Linee guida del MiBACT - Lettera Circolare DCPREV prot. n. 3181 del 15/3/2016* ma non propriamente conforme alle attività di biblioteca e museo presenti nell’edificio in quanto espressamente escluse da tale linee guida, l’esercizio di verifica potrà così definire dei modelli e delle procedure di analisi del rischio d’incendio nel rispetto delle esigenze di tutela e di conservazione degli edifici d’interesse culturale.

In un secondo momento si procederà all’analisi antincendio secondo la normativa conforme ed indicata per tali tipi di attività.

### ***Suddivisione in zone***

L’edificio è stato distinto in due corpi di fabbrica che si possono definire in base alle varie epoche costruttive:



*Figura 91 - Schema 3D di Casa Bossi con l’individuazione delle zone*



- **Corpo A:** identificabile con le opere non eseguite dall'Antonelli e relative al periodo Settecentesco e prospicente a via Pier Lombardo (gradazione di colore blu nello schema riportato);
- **Corpo B:** identificabile con tutta la restante parte dell'edificio, opera dell'Antonelli e prospicente al baluardo Quintino Sella (gradazione di colore rosso nello schema riportato).

## 6.2 Definizione dei profili di rischio

Il primo passo da compiere nel progetto di prevenzione incendi di un qualsiasi edificio è l'identificazione e la descrizione del rischio d'incendio delle attività presenti all'interno del fabbricato. Per definire il rischio d'incendio sono stati valutati 3 differenti tipologie di rischio:

- **RISCHIO VITA:**  $R_{vita}$  che riguarda la salvaguardia della vita umana;
- **RISCHIO BENI:**  $R_{beni}$  che riguarda la salvaguardia dei beni economici;
- **RISCHIO AMBIENTE:**  $R_{ambiente}$  che riguarda la tutela ambientale.

### ***Profilo di rischio vita - $R_{vita}$***

Il rischio di vita viene attribuito per zone ed in base ai seguenti fattori:

- Caratteristiche predominanti degli occupanti che si trovano all'interno del compartimento –  $\delta_{occ}$ ;
- Velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio riferita al tempo  $t_a$  impiegato dalla potenza termica per raggiungere i 1000 kW –  $\delta_a$ .

Dato che non si conoscono ancora le estensioni effettive dei compartimenti, l'edificio è stato suddiviso in zone secondo le tipologie predominanti delle attività presenti al suo interno, che si possono facilmente individuare in base alla quota di piano.

- Piano Interrato
  - *Zona a.-1:* biblioteca;
  - *Zona b.-1:* biblioteca;
- Piano Terra
  - *Zona a.0:* civile abitazione e locali tecnici;
  - *Zona b.0:* sala studio, biblioteca e sale co-working;



- Piano Ammezzato Terra-Primo
  - Zona b.0-1: locali accessori e sale co-working;
- Piano Primo
  - Zona a.1: attività espositiva;
  - Zona b.1: uffici aperti al pubblico, attività espositiva;
- Piano Ammezzato Terra-Primo
  - Zona b.1-2: locali accessori;
- Piano Secondo
  - Zona b.2: studentato;
- Piano Terzo
  - Zona b.3: studentato.

### Caratteristiche prevalenti degli occupanti – $\delta_{occ}$

Per ogni zona sono state valutate le caratteristiche prevalenti degli occupanti presenti in esso, secondo la seguente *tabella G.3-1*:

Caratteristiche prevalenti degli occupanti $\delta_{occ}$		Esempi
<b>A</b>	Gli occupanti sono in stato di veglia ed hanno familiarità con l'edificio	Ufficio non aperto al pubblico, scuola, autorimessa privata, attività produttive in genere, depositi, capannoni industriali
<b>B</b>	Gli occupanti sono in stato di veglia e non hanno familiarità con l'edificio	Attività commerciale, autorimessa pubblica, attività espositiva e di pubblico spettacolo, centro congressi, ufficio aperto al pubblico, ristorante, studio medico, ambulatorio medico, centro sportivo
<b>C [1]</b>	Gli occupanti possono essere addormentati:	
<b>Ci</b>	• in attività individuale di lunga durata	Civile abitazione
<b>Cii</b>	• in attività gestita di lunga durata	Dormitorio, residence, studentato, residenza per persone autosufficienti
<b>Ciii</b>	• in attività gestita di breve durata	Albergo, rifugio alpino
<b>D</b>	Gli occupanti ricevono cure mediche	Degenza ospedaliera, terapia intensiva, sala operatoria, residenza per persone non autosufficienti e con assistenza sanitaria
<b>E</b>	Occupanti in transito	Stazione ferroviaria, aeroporto, stazione metropolitana

[1] Quando nel presente documento si usa C la relativa indicazione è valida per Ci, Cii, Ciii

*Tabella 4 - Caratteristiche degli occupanti – Tabella G.3-1 dal D.M. 03/08/2015*

Dalla tabella precedente si assumono i seguenti profili degli occupanti:

- **PROFILO A:** gli occupanti sono in stato di veglia ed hanno familiarità con l'edificio - per la *zona b.1-2*;
- **PROFILO B:** gli occupanti sono in stato di veglia e non hanno familiarità con l'edificio - per le *zone b.-1, b.0, b.0-1, a.1 e b.1*;



- **PROFILO Ci:** gli occupanti possono essere addormentati in attività individuale di lunga durata - per le zone a.0;
- **PROFILO Cii:** gli occupanti possono essere addormentati in una attività gestita di lunga durata - per le zone b.2, b.3.

### Velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio – $\delta_a$

Per ogni zona è stata valutata la velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio riferita al tempo  $t_a$ , secondo la seguente *tabella G.3-2*:

$\delta_a$	Velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio $t_a$ [s]	Esempi
1	600 Lenta	Materiali poco combustibili distribuiti in modo discontinuo o inseriti in contenitori non combustibili.
2	300 Media	Scatole di cartone impilate; pallets di legno; libri ordinati su scaffale; mobili in legno; automobili; materiali classificati per reazione al fuoco (capitolo S.1)
3	150 Rapida	Materiali plastici impilati; prodotti tessili sintetici; apparecchiature elettroniche; materiali combustibili non classificati per reazione al fuoco.
4	75 Ultra-rapida	Liquidi infiammabili; materiali plastici cellulari o espansi e schiume combustibili non classificati per la reazione al fuoco.

*Tabella 5 - Velocità prevalente di crescita dell'incendio – Tabella G.3-2 dal D.M. 03/08/2015*

A tutte le zone dell'edificio viene assegnata una classe di accrescimento dell'incendio di **TIPO 2 – 300s MEDIA**.

### ***Determinazione del $R_{vita}$***

Combinando i valori  $\delta_{occ}$  e  $\delta_a$  nella seguente *tabella G.3-4* si otterrà il valore di  $R_{vita}$ . Dalla tabella sottostante si ricaveranno i seguenti valori di  $R_{vita}$

- **Piano Interrato**
  - Zona b.-1: biblioteca – Profilo  $R_{vita}$  - B2;
- **Piano Terra**
  - Zona a.0: civile abitazione – Profilo  $R_{vita}$  - Ci2;
  - Zona b.0: sala studio e biblioteca – Profilo  $R_{vita}$  - B2;
- **Piano Ammezzato Terra-Primo**
  - Zona b.0-1: sala studio – Profilo  $R_{vita}$  - B2;
- **Piano Primo**
  - Zona a.1: attività espositiva – Profilo  $R_{vita}$  - B2





- Zona b.1: attività espositiva – Profilo  $R_{vita}$  - B2;
- **Piano Ammezzato Terra-Primo**
  - Zona b.1-2: depositi – Profilo  $R_{vita}$  - A2;
- **Piano Secondo**
  - Zona b.2: Studentato – Profilo  $R_{vita}$  - Cii2;
- **Piano Secondo**
  - Zona b.3: Studentato – Profilo  $R_{vita}$  - Cii2;

Caratteristiche prevalenti degli occupanti $\delta_{occ}$		Velocità caratteristica prevalente dell'incendio $\delta_a$			
		1 lenta	2 media	3 rapida	4 ultra-rapida
<b>A</b>	Gli occupanti sono in stato di veglia ed hanno familiarità con l'edificio	A1	A2	A3	A4
<b>B</b>	Gli occupanti sono in stato di veglia e non hanno familiarità con l'edificio	B1	B2	B3	Non ammesso [1]
<b>C</b>	Gli occupanti possono essere addormentati	C1	C2	C3	Non ammesso [1]
<b>Ci</b>	• in attività individuale di lunga durata	Ci1	Ci2	Ci3	Non ammesso [1]
<b>Cii</b>	• in attività gestita di lunga durata	Cii1	Cii2	Cii3	Non ammesso [1]
<b>Ciii</b>	• in attività gestita di breve durata	Ciii1	Ciii2	Ciii3	Non ammesso [1]
<b>D</b>	Gli occupanti ricevono cure mediche	D1	D2	Non ammesso [1]	Non ammesso
<b>E</b>	Occupanti in transito	E1	E2	E3	Non ammesso [1]

[1] Per raggiungere un valore ammesso,  $\delta_a$  può essere ridotto di un livello come specificato nel comma 4.  
 [2] Quando nel testo si usa uno dei valori C1, C2, C3 la relativa indicazione è valida rispettivamente per Ci1, Ci2, Ci3 o Cii1, Cii2, Cii3 o Ciii1, Ciii2, Ciii3

Tabella 6 - Determinazione di  $R_{vita}$  – Tabella G.3-4 dal D.M. 03/08/2015

Ciò risulta conforme anche da quanto viene indicato dalla *tabella G.3-5*

Tipologie di destinazione d'uso	$R_{vita}$	Tipologie di destinazione d'uso	$R_{vita}$
Palestra scolastica	A1	Ufficio aperto al pubblico, centro sportivo, sala conferenze aperta al pubblico, discoteca, museo, teatro, cinema, locale di trattenimento, area lettura di biblioteca, attività commerciale al dettaglio, attività espositiva, autosalone	B2-B3
Autorimessa privata	A2		
Ufficio non aperto al pubblico, sala mensa, aula scolastica, sala riunioni aziendale, archivio, deposito librario, attività commerciale all'ingrosso	A2-A3	Civile abitazione	Ci2-Ci3
Laboratorio scolastico, sala server	A3	Dormitorio, residence, studentato, residenza per persone autosufficienti	Cii2-Cii3
Attività produttive, attività artigianali, impianti di processo, laboratorio di ricerca, magazzino, officina meccanica	A1-A4	Rifugio alpino	Ciii1-Ciii2
Depositi sostanze o miscele pericolose	A4	Camera d'albergo	Ciii2-Ciii3
Galleria d'arte, sala d'attesa, ristorante, studio medico, ambulatorio medico	B1-B2	Degenza ospedaliera, terapia intensiva, sala operatoria, residenza per persone non autosufficienti e con assistenza sanitaria	D2
Autorimessa pubblica	B2	Stazione ferroviaria, aeroporto, stazione metropolitana	E2

Tabella 7 - Profilo di rischio  $R_{vita}$  per alcune tipologie di destinazione d'uso – Tabella G.3-5 dal D.M. 03/08/2015



### **Profilo di rischio vita – $R_{beni}$**

Per attribuire questo tipo di rischio la valutazione viene eseguita su tutta l'attività in base a diversi fattori:

- Carattere strategico dell'edificio;
- Valore storico, culturale, architettonico o artistico dell'edificio;
- Valore storico, culturale ed artistico dei beni contenuti nell'edificio.

Per fare la valutazione si segue quanto riportato nella seguente *tabella G.3-6*:

		Opera da costruzione vincolata	
		No	Sì
Opera da costruzione strategica	No	$R_{beni} = 1$	$R_{beni} = 2$
	Sì	$R_{beni} = 3$	$R_{beni} = 4$

*Tabella 8 - Determinazione di  $R_{beni}$  – Tabella G.3-6 dal D.M. 03/08/2015*

Dato che l'edificio non è di carattere strategico ma invece si tratta di un edificio vincolato, si attribuirà il seguente valore di rischio beni:  **$R_{beni} - 2$** .

### **Profilo di rischio ambientale – $R_{ambientale}$**

Dato che sia l'edificio sia l'attività presente all'interno di esso non rientrano in quanto indicato dalla Direttiva Seveso il rischio ambientale può essere ritenuto mitigato. Ciò viene avallato anche dal fatto che sono state applicate tutte le misure antincendio connesse ai profili  $R_{vita}$  e  $R_{beni}$  che permettono di considerare non significativo questo tipo di rischio.

## **6.3 Accesso all'area**

Il bene è situato all'interno del centro storico della città ma allo stesso tempo in una posizione facilmente accessibile poiché risulta affacciato sulla cerchia dei Bastioni.

Non è però garantito l'accesso negli spazi scoperti interni in quanto non vengono rispettati i seguenti requisiti minimi da normativa:

- larghezza = m. 3,50
- raggio di svolta minimo = m. 13,00

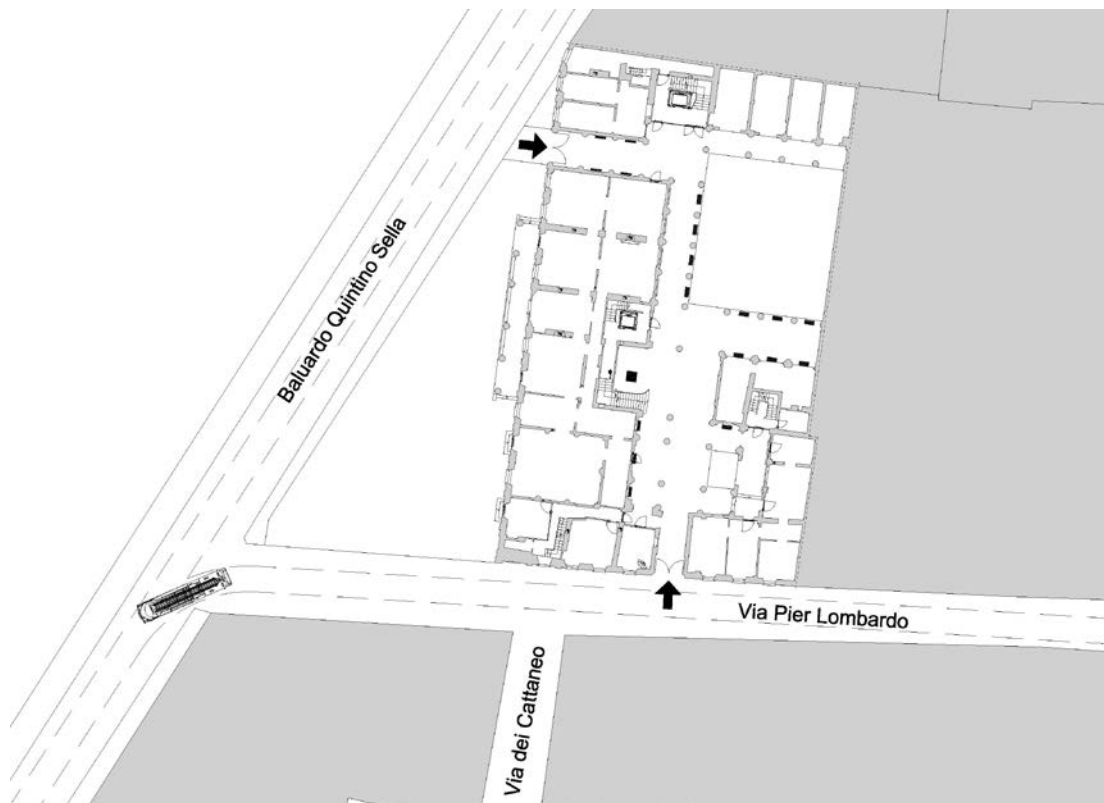


Tavola 19 - Planimetria di accesso all'area

In caso di emergenza sarà garantito l'accostamento dell'autopompa dei VVF sul lato di via Pier Lombardo, dalla quale poi i soccorritori potranno entrare a piedi all'interno dell'edificio e delle sue corti; mentre per quanto riguarda l'autoscala essa si potrà affiancare solo sul lato prospiciente baluardo Quintino Sella. Non si avranno problemi di resistenza al carico dei mezzi di soccorso in quanto essi si troveranno ad operare su pubblica via al di sotto della quale non vi sono elementi con limiti di portata.

## 6.4 Compartimentazione

Per la suddivisione dei compartimenti si farà riferimento a quanto presente all'interno del D.M. 3/08/2015, dove nella tabella del *capitolo S.3.6* si definisce come superficie massima del compartimento un'area pari a:

- Per i profili di rischio vita B2, presenti al piano interrato, posti ad una quota superiore ai -5 m, una superficie massima di 4000 m<sup>2</sup>;



- Per i profili di rischio vita B2, presenti ai piani terra e primo, posti ad una quota inferiore ai +12 m, una superficie massima di 32000 m<sup>2</sup>;
- Per i profili di rischio vita C2, presenti ai piani terra e primo, posti ad una quota inferiore ai +24 m, una superficie massima di 4000 m<sup>2</sup>.

R <sub>vita</sub>	Quota del compartimento								
	< -15 m	< -10 m	< -5 m	< -1 m	≤ 12 m	≤ 24 m	≤ 32 m	≤ 54 m	> 54 m
A1	2000	4000	8000	16000	[1]	32000	16000	8000	4000
A2	1000	2000	4000	8000	[1]	16000	8000	4000	2000
A3	[na]	1000	2000	4000	32000	4000	2000	1000	[na]
A4	[na]	[na]	[na]	[na]	16000	[na]	[na]	[na]	[na]
B1	[na]	2000	8000	16000	[1]	16000	8000	4000	2000
B2	[na]	1000	4000	8000	32000	8000	4000	2000	1000
B3	[na]	[na]	1000	2000	16000	4000	2000	1000	[na]
C1	[na]	[na]	[na]	2000	[1]	16000	8000	8000	4000
C2	[na]	[na]	[na]	1000	8000	4000	4000	2000	2000
C3	[na]	[na]	[na]	[na]	4000	2000	2000	1000	1000
D1	[na]	[na]	[na]	2000	4000	2000	1000	1000	1000
D2	[na]	[na]	[na]	1000	2000	1000	1000	1000	[na]
E1	2000	4000	8000	16000	[1]	32000	16000	8000	4000
E2	1000	2000	4000	8000	[1]	16000	8000	4000	2000
E3	[na]	[na]	2000	4000	16000	4000	2000	[na]	[na]

[na] Non ammesso [1] Nessun limite

*Tabella 9 - Massima superficie lorda dei compartimenti in m<sup>2</sup> – Tabella S.3-4 dal D.M. 03/08/2015*

Osservando le strutture presenti nell'edificio, sia orizzontali che verticali, si nota che ogni piano è predisposto per essere un compartimento a sé stante: pertanto, saranno presenti cinque compartimenti e le vie di comunicazione verticali tra di essi saranno realizzate con filtri a prova di fumo, protetti tramite porte di classe EI 120.

### ***Filtri a prova di fumo***

Per realizzare i filtri a prova di fumo richiesti dalla normativa sarà necessario creare, ove non presenti, delle nuove partizioni verticali in prossimità dei vani scala. Tali partizioni saranno realizzate con pareti portanti leggere in orditura metallica con profili montanti a C, con passo 55 cm e rivestite con doppia lastra in calcio silicato dello spessore di 25,4 mm, in modo da garantire una prestazione REI 120 (tali lastre risultano inoltre incombustibili in quanto di classe A1 di reazione al fuoco).



L'adeguamento delle partizioni esistenti alla prestazione richiesta sarà garantito dall'applicazione, sul lato non rivolto verso l'interno del filtro, di una lastra di calcio silicato (spessore 12,7 mm) previa intonacatura su entrambi i lati della muratura esistente; tali lastre sono incombustibili in quanto di classe A1 di reazione al fuoco.

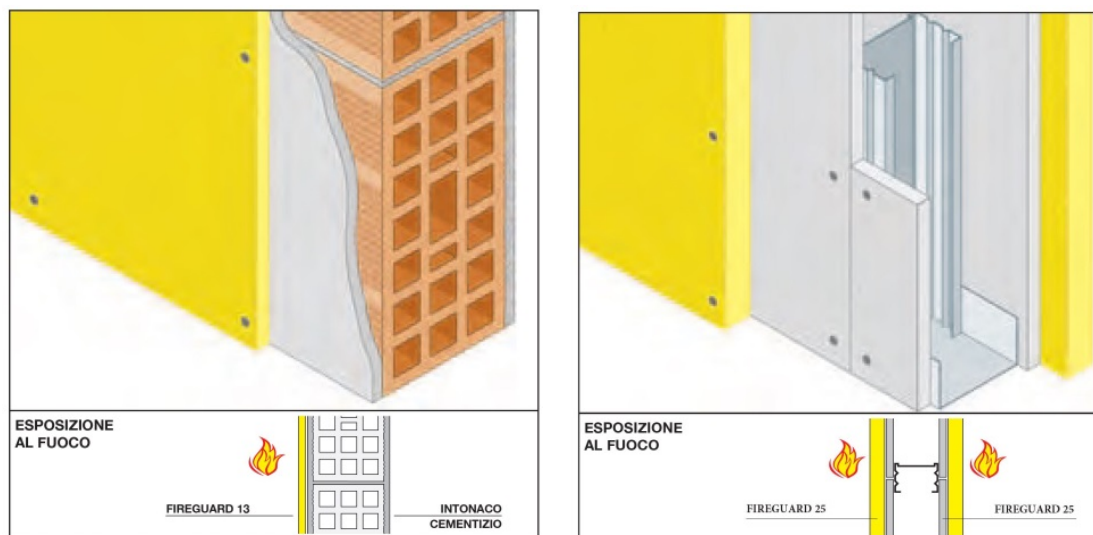


Figura 92 - Soluzioni adottate per la realizzazione delle compartimentazioni

## ***Porte a prova di fumo***

### *Vie di esodo verticale*

Per garantire la separazione dei vani scala dalle varie attività a rischio incendio saranno installate porte di tipo EI120 con modulo 90x210cm, 120x210cm e 180x210 cm. La tipologia di porta scelta sarà in acciaio ed avrà una finitura superficiale tipo legno realizzata mediante l'applicazione di una pellicola appositamente colorata, per meglio contestualizzare un elemento di moderna concezione all'interno di un ambiente tutelato artisticamente. Le porte scelte saranno dotate di maniglione antipánico, posto verso il senso di fuga, apertura verso il senso di fuga, sistema di chiusura automatico, mediante molla di richiamo per poter impedire che la porta rimanga aperta e permetta al fumo di invadere la via di fuga verticale.

### *Vie di esodo orizzontale*

Per garantire la separazione delle vie di esodo dagli ambienti interni, soprattutto nei due piani riservati alle residenze temporanee, saranno installate porte tipo EI 30 Sa



*Figura 93 - Tipologie delle nuove porte tagliafuoco adottate*

con modulo 90x210 cm.

La tipologia di porta scelta avrà una finitura superficiale tipo legno per meglio contestualizzare un elemento di moderna concezione all'interno di un ambiente tutelato artisticamente.

Le porte scelte saranno dotate di apertura verso l'interno, sistema di chiusura automatico mediante molla di rischiamo così da poter impedire che la porta rimanga aperta e permetta al fumo di invadere la via di fuga orizzontale e gli ambienti ad essa prospicienti.

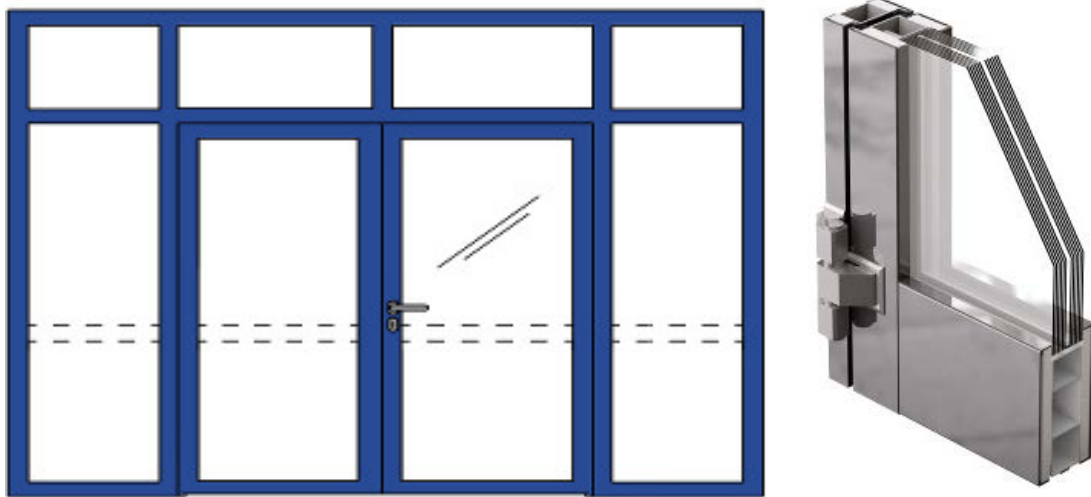
Tutte le altre porte interne ai locali e che non si affacciano sulle vie di esodo si considereranno sempre aperte e per caratterizzare l'unicità dell'edificio si manterranno quelle originali.

### *Vetrata tagliafuoco*

Nei piani adibiti a biblioteca e nei filtri a prova di fumo posti sullo scalone nobiliare la separazione del vano scala sarà garantita con l'installazione di più vetrate tagliafuoco composte da elementi fissi e mobili (porte). Gli elementi fissi in adiacenza alla volta saranno realizzati in conformità dell'andamento della stessa.



Porte e vetrate saranno realizzate con profili in acciaio rivestiti con profili di alluminio anodizzato e verniciato con polveri termoindurite e dotato di uno speciale vetro stratificato e resistente al fuoco. Il vetro sarà realizzato con lastre float extrachiare con interposto materiale apirico termoespandente.



*Figura 94 - Tipologia delle vetrate tagliafuoco adottate*

Seguendo le prescrizioni indicate qui sopra si riportano schematicamente qui di seguito i filtri a prova di fumo che dovranno essere realizzati per ogni piano.

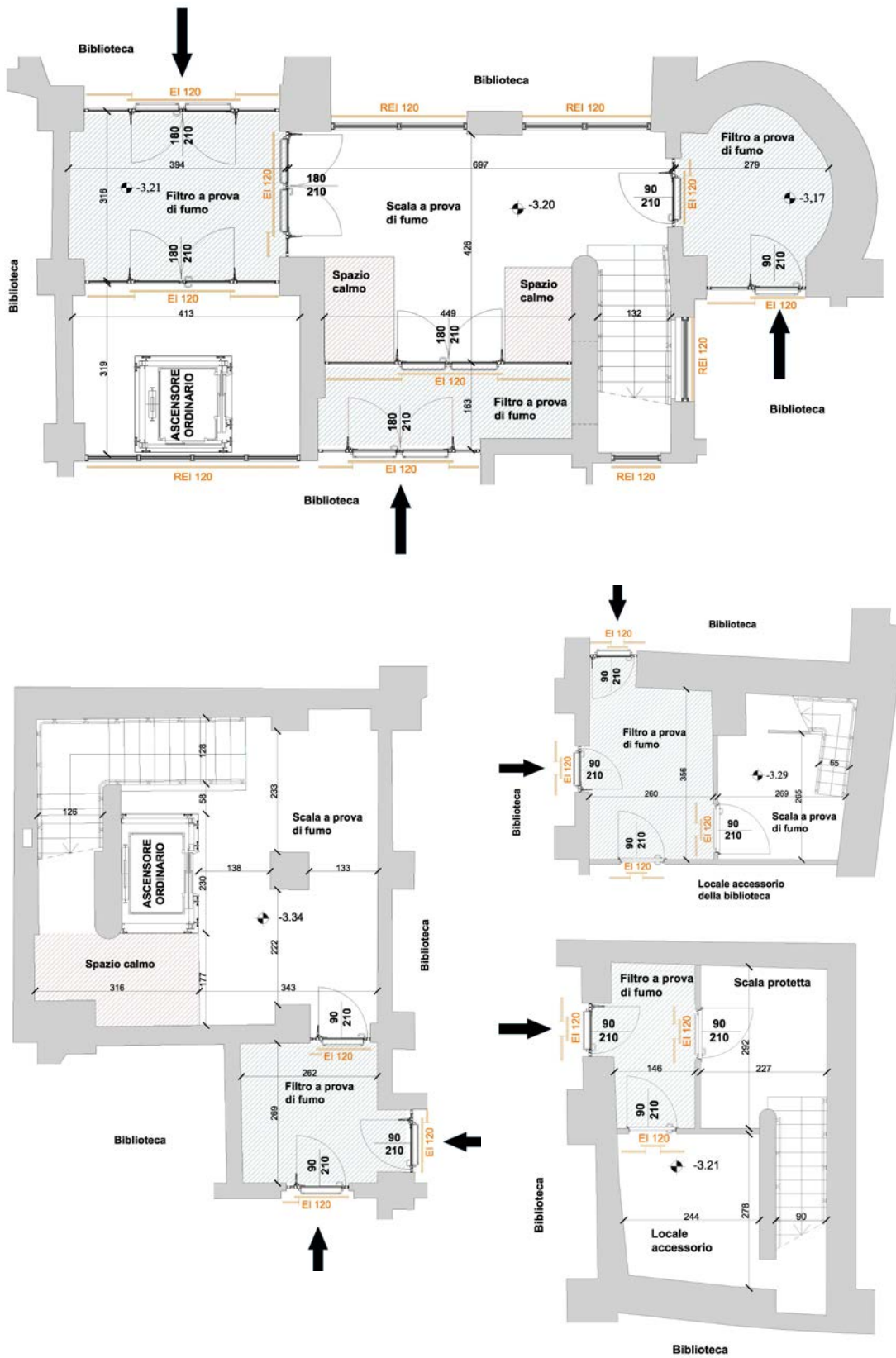


Tavola 20 - Dettagli dei filtri a prova di fumo del piano interrato



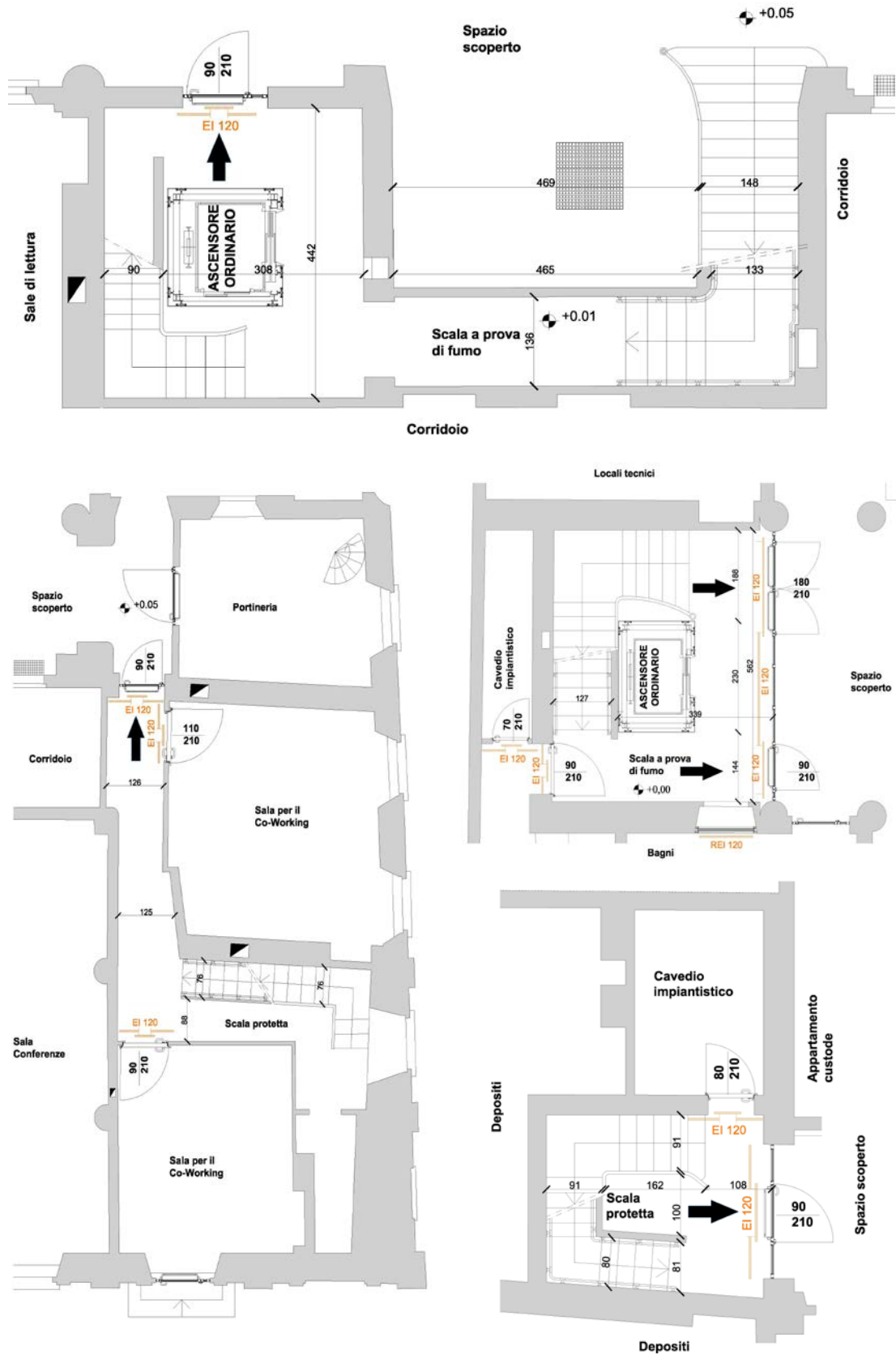


Tavola 21 - Dettagli dei filtri a prova di fumo del piano terra

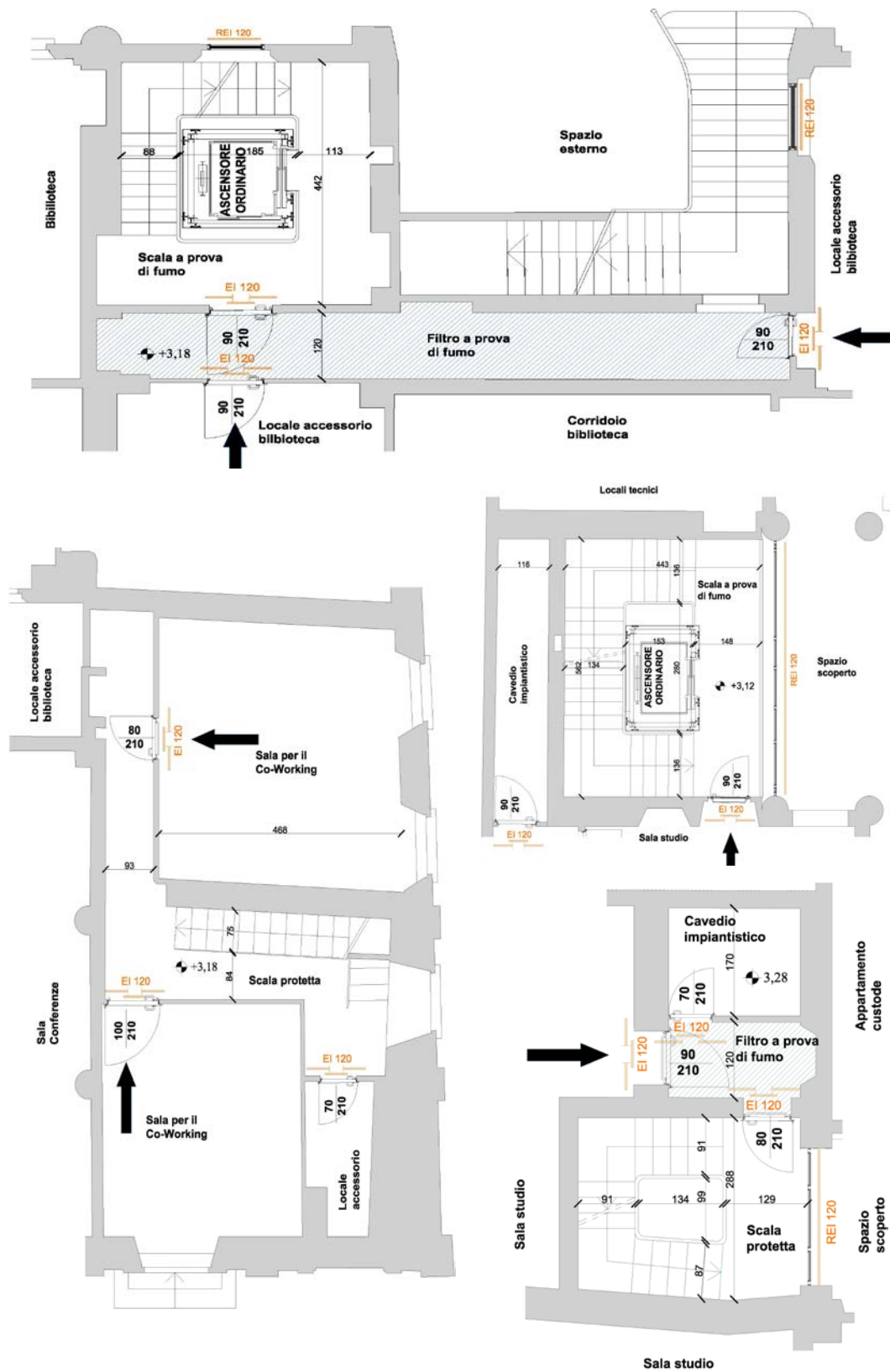


Tavola 22 - Dettagli dei filtri a prova di fumo del piano ammezzato tra piano terra e primo piano

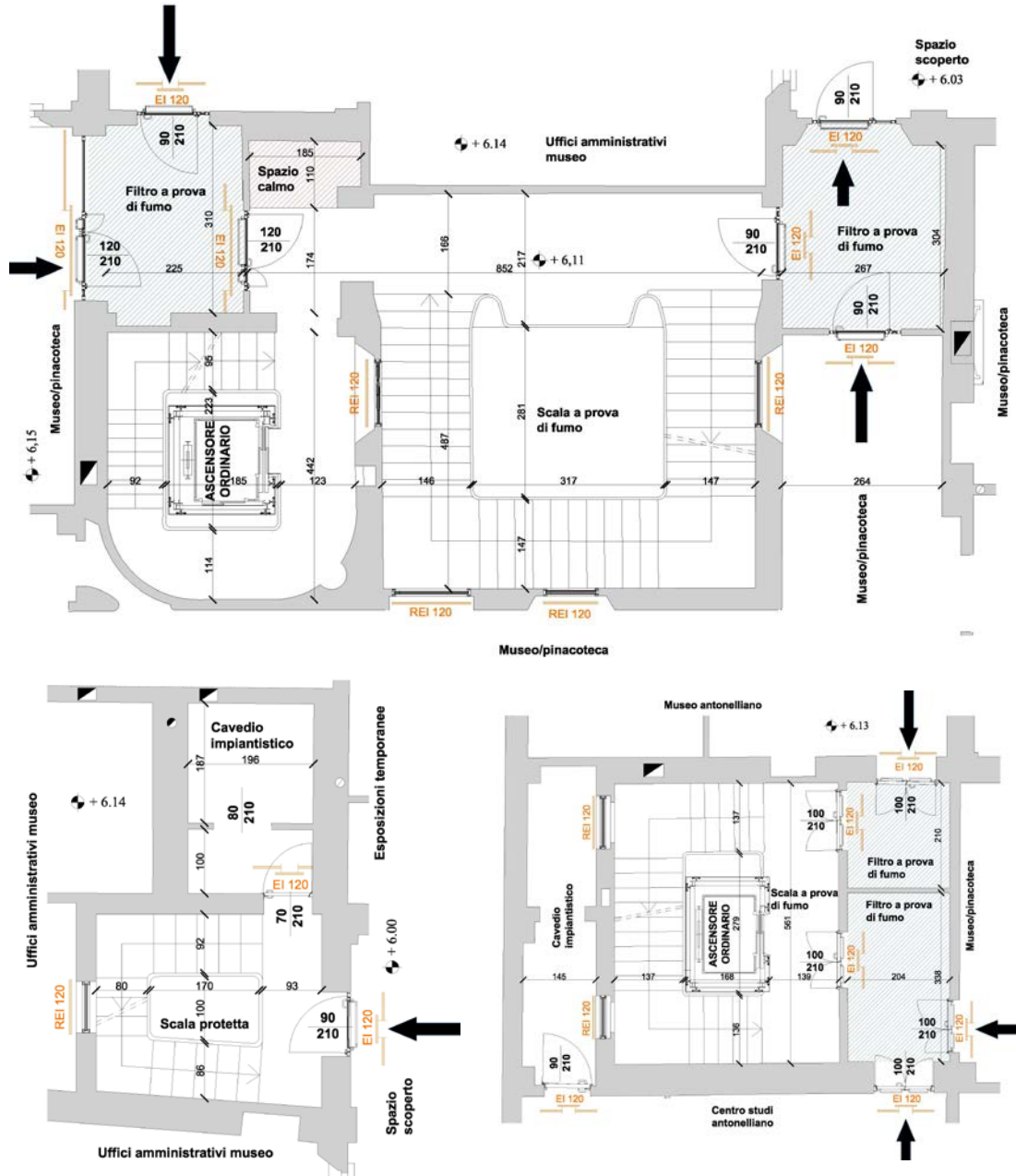


Tavola 23 - Dettagli dei filtri a prova di fumo del primo piano

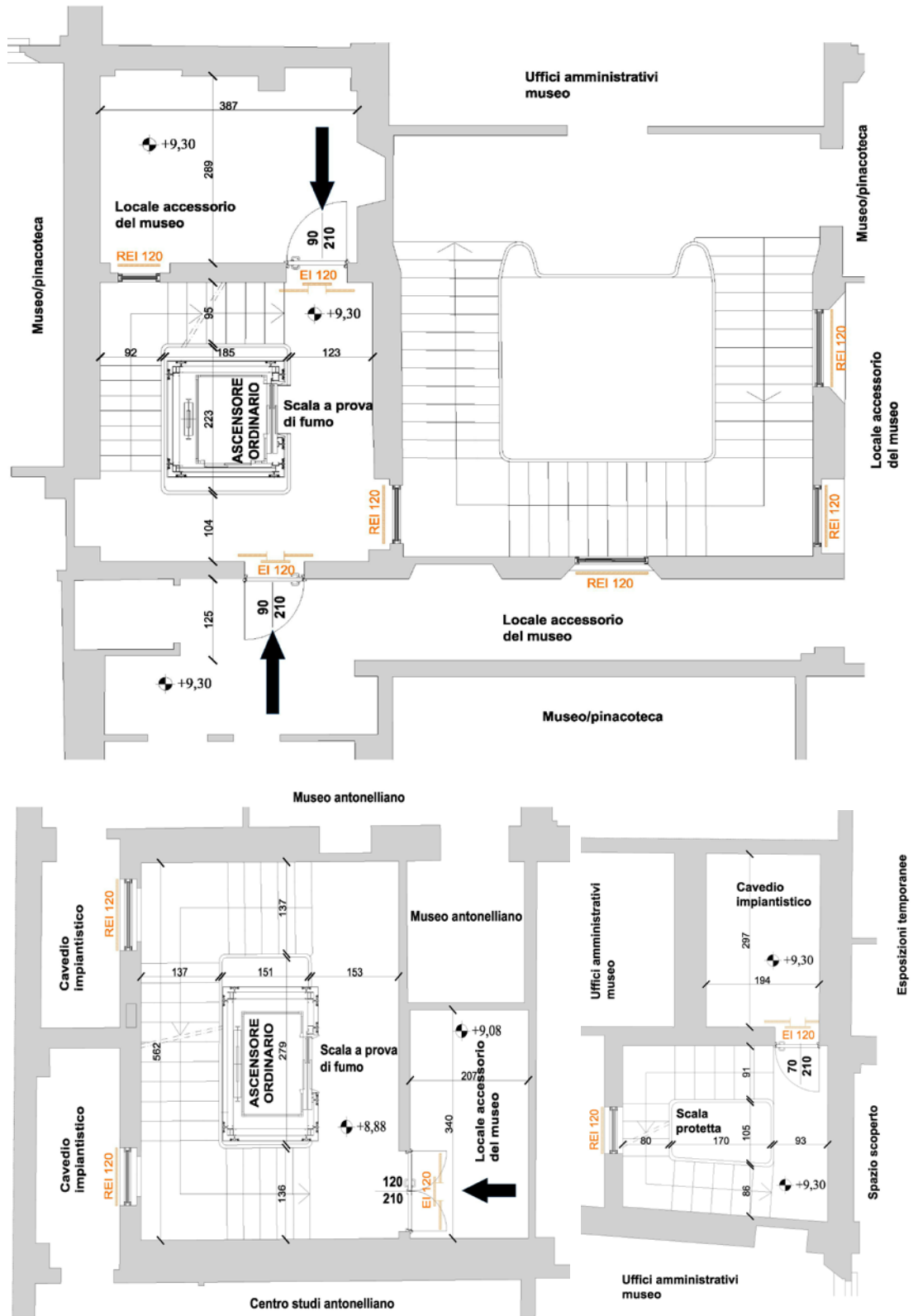


Tavola 24 - Dettagli dei filtri a prova di fumo del piano ammezzato tra primo piano e secondo piano

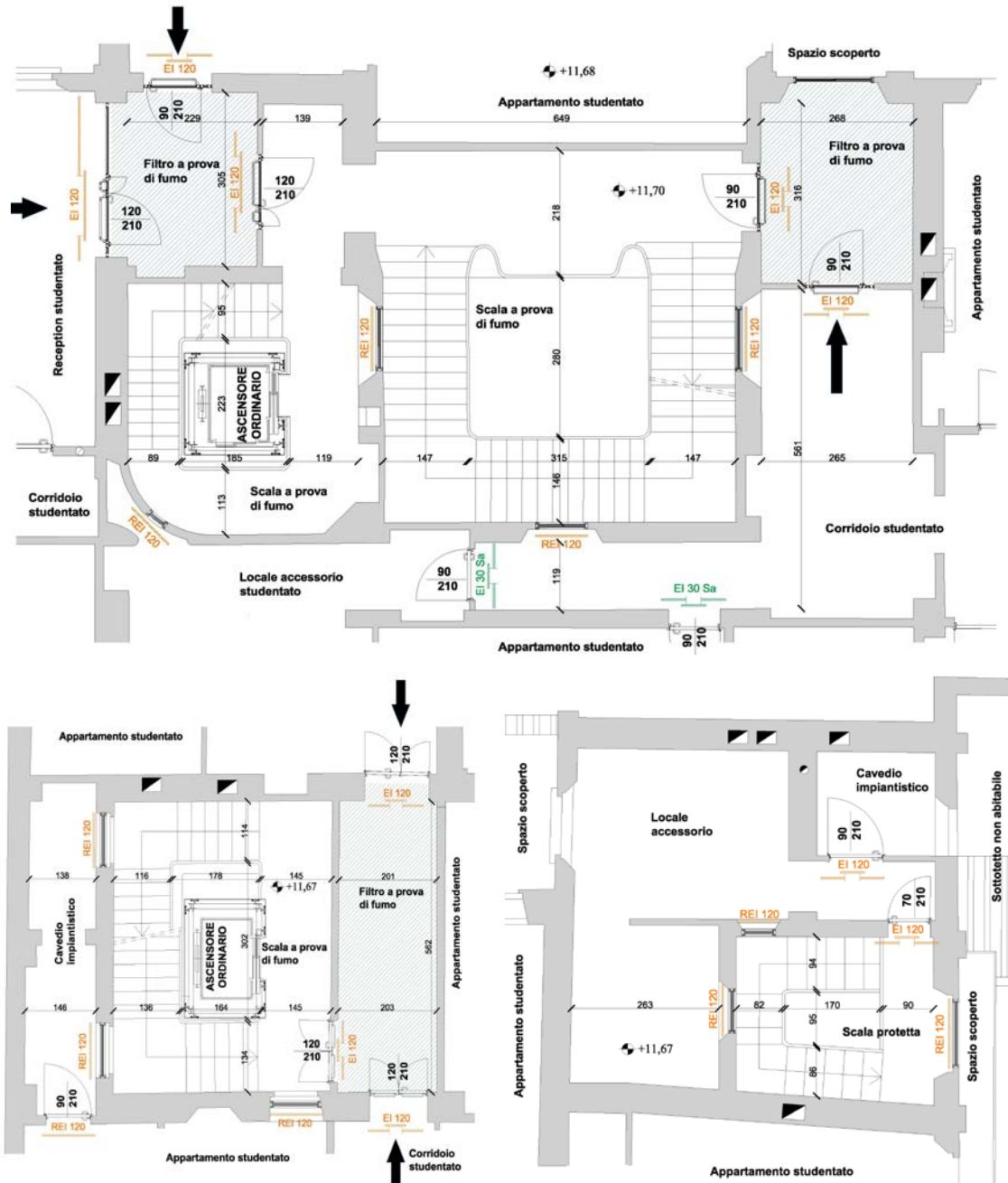


Tavola 25 - Dettagli dei filtri a prova di fumo del secondo piano

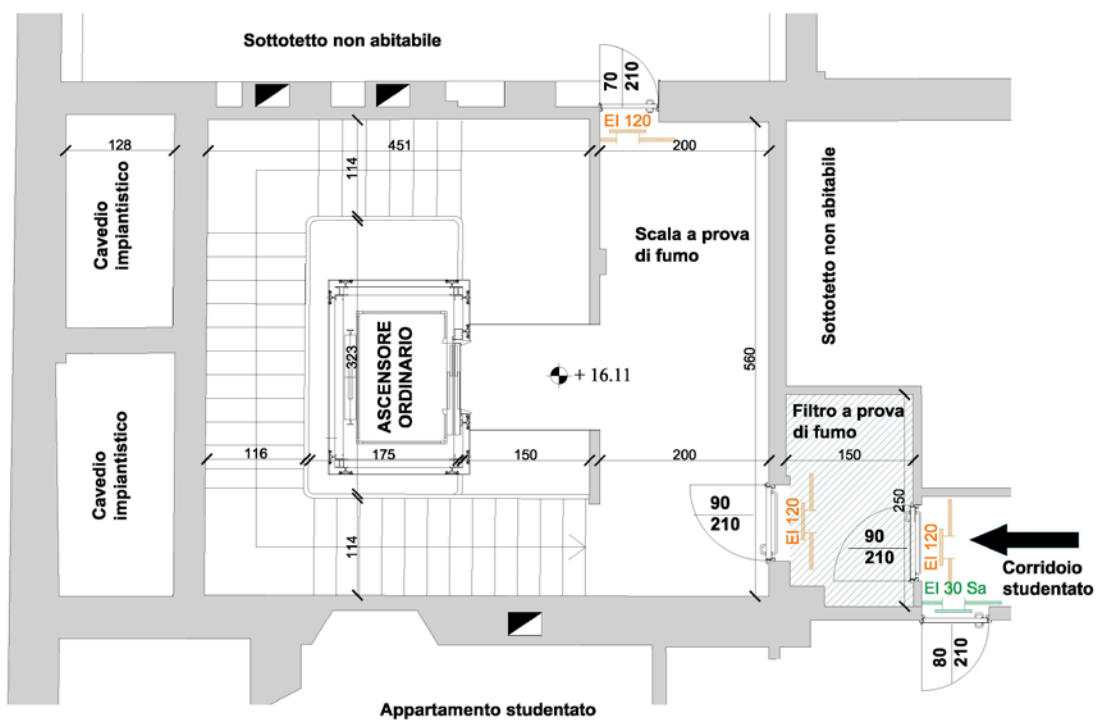
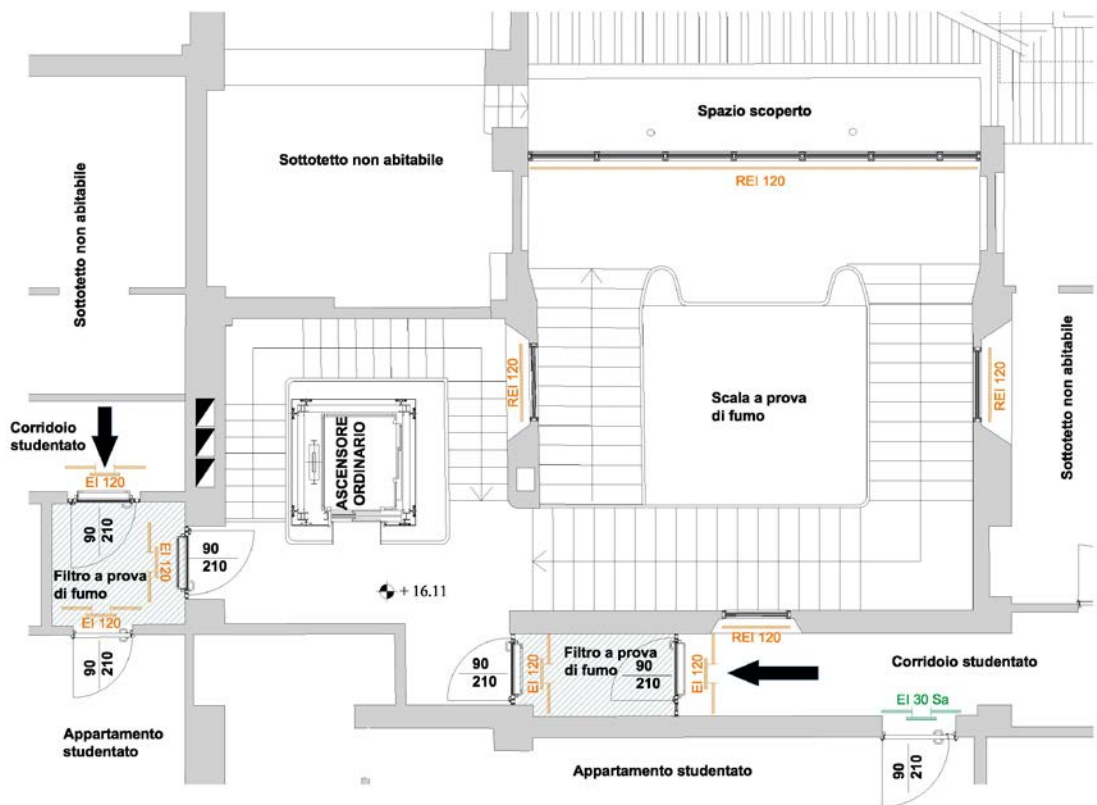


Tavola 26 - Dettagli dei filtri a prova di fumo del terzo piano



## 6.5 Reazione al fuoco

Dopo aver definito i profili di rischio (analizzati nel capitolo precedente relativo all'analisi del rischio) si passa ora a classificare la reazione al fuoco che devono avere i vari componenti edilizi che compongono l'edificio oggetto di studio.

La reazione al fuoco è una misura antincendio di tipo passivo e si attua soprattutto nelle prime fasi di propagazione dell'incendio con il fine di limitare l'innesco dei materiali ed impedire la propagazione della fiamma. Il problema, che si presenta negli edifici tutelati, è di duplice aspetto in quanto sono presenti contemporaneamente sia arredi ed altri materiali che non hanno il previsto requisito di reazione al fuoco e che non possono essere modificati o eliminati a causa del vincolo che vige su di essi sia parti o superfici di pregio storico-artistico che possono essere danneggiate dall'esposizione ai fumi e ai gas caldi.

Nel caso in esame, essendo l'edificio libero da beni mobili a causa del suo stato di abbandono che perdura ormai da parecchi decenni, non si ha la presenza di arredi che non rispettino i requisiti di reazione al fuoco indicati dalla regola tecnica. Dalla tabella  $G_1$  presente nelle linee guida si determinano i requisiti minimi di resistenza al fuoco dei materiali ubicati nelle vie di esodo, negli alti compartimenti ed ambienti.

Non potendo classificare gli elementi di finitura superficiale ai fini della loro classificazione in base alla reazione al fuoco si è deciso di applicare le seguenti misure aggiuntive definendo due parametri  $\alpha$  e  $\beta$  che individuano rispettivamente:

- $\alpha$  è il coefficiente valido per le vie di esodo;
- $\beta$  è il coefficiente valido per altre tipologie di ambiente.

Si calcolano ora i singoli coefficienti:

- **Coefficiente  $\alpha$**

Questo coefficiente si calcola tramite la seguente formula:

$$\alpha = \frac{S_b}{S_{ve}}$$

Dove:

- $S_b$  è la superficie totale esposta del bene tutelato non classificato ai fini della reazione al fuoco;
- $S_{ve}$  è la superficie totale esposta (pavimenti, pareti e soffitti) della via di esodo dove si trova il bene tutelato ma che non risulta classificato ai fini della reazione al fuoco.



GRUPPI DI MATERIALI	DESCRIZIONE	Attività e livelli di rischio							
		41 (B2 - B3); 65 (B2 - B3); 66 (Cii2); 66 (Ciii2); 67 (B2 - B3); 69 (B2 - B3); 71 (B2); 73 (B2); 75 (B3) 78 (E2)				67 (D2):			
		vie di esodo*		altri ambienti		vie di esodo*		altri ambienti	
		IT	EU	IT	EU	IT	EU	IT	EU
arredamento scenografie e tendoni per coperture	Mobili imbottiti (poltrone, divani, divani letto, materassi, sommier, guanciali, topper, cuscini)	11M		21M		11M		11M	
	Bedding (coperte, copriletti, coprimaterassi)								
	Mobili fissati agli elementi strutturali portanti (sedie e sedili non imbottiti)	1	[na]	2	[na]	1	[na]	1	[na]
	Tendoni per tensostrutture, strutture pressostatiche e tunnel mobili								
	Sipari, drappaggi, tendaggi, Materiale scenico, scenari fissi e mobili (quinte, velari, tendaggi e simili)								
rivestimento e completamento	Rivestimenti a soffitto [1]	1	B-s <sub>2</sub> ,d <sub>0</sub>	2	C-s <sub>1</sub> ,d <sub>0</sub>	0	A <sub>2</sub> -s <sub>1</sub> ,d <sub>0</sub>	1	B-s <sub>2</sub> ,d <sub>0</sub>
	Controsoffitti								
	Pavimentazioni sopraelevate (superficie nascosta)								
	Rivestimenti a parete [1]								
	Partizioni interne, pareti, pareti sospese								
	Rivestimenti a pavimento [1]								
Pavimentazioni sopraelevate (superficie calpestabile)		C <sub>fl</sub> -s <sub>1</sub>		C <sub>fl</sub> -s <sub>2</sub>		B <sub>fl</sub> -s <sub>1</sub>		C <sub>fl</sub> -s <sub>1</sub>	
[1] Qualora trattati con prodotti vernicianti ignifughi, questi ultimi devono avere la corrispondente classificazione indicata e devono essere idonei all'impiego previsto.									
isolamento	Isolanti protetti [1]	3	D-s <sub>2</sub> ,d <sub>0</sub>	4	E	2	C-s <sub>2</sub> ,d <sub>0</sub>	3	D-s <sub>2</sub> ,d <sub>0</sub>
	Isolanti lineari protetti [1], [3]		D <sub>L</sub> -s <sub>2</sub> ,d <sub>2</sub>		E <sub>1</sub>		C <sub>L</sub> -s <sub>2</sub> ,d <sub>0</sub>		D <sub>L</sub> -s <sub>2</sub> ,d <sub>2</sub>
	Isolanti in vista [2], [4]	1, 0-1	B-s <sub>2</sub> ,d <sub>0</sub>	1, 1-1	B-s <sub>3</sub> ,d <sub>0</sub>	0, 0-1	A <sub>2</sub> -s <sub>1</sub> ,d <sub>0</sub>	1, 0-1	B-s <sub>3</sub> ,d <sub>0</sub>
	Isolanti lineari in vista [2], [3], [4]		B <sub>L</sub> -s <sub>3</sub> ,d <sub>0</sub>	1, 1-1	B <sub>L</sub> -s <sub>3</sub> ,d <sub>0</sub>		A <sub>2L</sub> -s <sub>1</sub> ,d <sub>0</sub>		B <sub>L</sub> -s <sub>3</sub> ,d <sub>0</sub>
[1] Protetti con materiali non metallici del gruppo GM0 ovvero prodotti di classe di resistenza al fuoco K 10 e classe minima di reazione al fuoco B-s1,d0. [2] Non protetti come indicato nella nota [1] della presente tabella [3] Classificazione riferita a prodotti di forma lineare destinati all'isolamento termico di condutture di diametro massimo comprensivo dell'isolamento di 300 mm [4] Eventuale doppia classificazione italiana (materiale nel suo complesso- componente isolante a sé stante) riferita a materiale isolante in vista realizzato come prodotto a più strati di cui almeno uno sia componente isolante; quest'ultimo non esposto direttamente alle fiamme									
impianti	Condotte di ventilazione e riscaldamento	1	B-s <sub>2</sub> ,d <sub>0</sub>	1	B-s <sub>3</sub> ,d <sub>0</sub>	0	A <sub>2</sub> -s <sub>1</sub> ,d <sub>0</sub>	1	B-s <sub>2</sub> ,d <sub>0</sub>
	Condotte di ventilazione e riscaldamento preisolato [1]	0-1	B-s <sub>2</sub> ,d <sub>0</sub> B-s <sub>3</sub> ,d <sub>0</sub>	1-1	B-s <sub>3</sub> ,d <sub>0</sub> C-s <sub>1</sub> ,d <sub>0</sub>	0-1	A <sub>2</sub> -s <sub>1</sub> ,d <sub>0</sub> B-s <sub>1</sub> ,d <sub>0</sub>	0-1	B-s <sub>2</sub> ,d <sub>0</sub> B-s <sub>3</sub> ,d <sub>0</sub>
	Raccordi e giunti per condotte di ventilazione e riscaldamento (L=1,5 m) <sup>4</sup>	1	B-s <sub>2</sub> ,d <sub>0</sub>	2	C-s <sub>1</sub> ,d <sub>0</sub>	1	B-s <sub>1</sub> ,d <sub>0</sub>	1	B-s <sub>2</sub> ,d <sub>0</sub>
	Canalizzazioni per cavi elettrici	1	[na]	1	[na]	0	[na]	1	[na]
	Cavi elettrici o di segnalazione [2] [3]	[na]	C <sub>ca</sub> -s <sub>1</sub> ,d <sub>0</sub> ,a <sub>2</sub>	[na]	E <sub>ca</sub>	na	B <sub>2ca</sub> -s <sub>1</sub> ,d <sub>0</sub> ,a <sub>1</sub>	[na]	C <sub>ca</sub> -s <sub>1</sub> ,d <sub>0</sub> ,a <sub>2</sub>
[na] Non applicabile [1] Eventuale doppia classificazione riferita a condotta preisolata con componente isolante non esposto direttamente alle fiamme; la prima classe è riferita al materiale nel suo complesso la seconda al componente non esposto direttamente alle fiamme [2] Prestazione di reazione al fuoco richiesta solo quando le condutture non sono incassate in materiali incombustibili [3] La classificazione aggiunta relativa al gocciolamento d0 può essere declassata a d1 qualora i cavi siano posati a pavimento									

Tabella 10 - Requisiti di reazione al fuoco dei materiali – Tabella G1 delle Linee Guida del MiBAC del gennaio 2016

• **Coefficiente β**

Questo coefficiente si calcola tramite la seguente formula:

$$\beta = \frac{S_b}{S_a}$$

Dove:

- **S<sub>b</sub>** è la superficie totale esposta del bene tutelato non classificato ai fini della reazione al fuoco;





- $S_a$  è la superficie totale esposta (pavimenti, pareti e soffitti) di altro ambiente o compartimento dove si trova il bene tutelato ma che non risulta classificato ai fini della reazione al fuoco.

Sono stati ricavati i seguenti parametri:

Calcolo parametro $\alpha$				
<i>Tipo di superficie</i>	<i>Sup. [m<sup>2</sup>]</i>	$S_b$	$S_{ve}$	$\alpha$
<b>Piano interrato</b>				
Sup. a pavimento corridoio	58.87	La classe di reazione al fuoco dei materiali presenti in questo piano è pari a ZERO, dato che sono tutti mattoni faccia a vista		
Sup. a soffitto corridoio	58.87			
Sup. a parete corridoio	197.47			
<b>Piano terra</b>				
Sup. a pavimento corridoio	54.56	54.56	317.77	0.17
Sup. a soffitto corridoio	54.56			
Sup. a parete corridoio	208.65			
<b>Primo piano</b>				
Sup. a pavimento corridoio	51.84	51.84	517.19	0.10
Sup. a soffitto corridoio	51.84			
Sup. a parete corridoio	431.51			
<b>Secondo piano</b>				
Sup. a pavimento corridoio	113.35	113.35	775.9	0.15
Sup. a soffitto corridoio	113.35			
Sup. a parete corridoio	549.2			
<b>Terzo piano</b>				
Sup. a pavimento corridoio	58.19	58.19	460.78	0.13
Sup. a soffitto corridoio	58.19			
Sup. a parete corridoio	344.4			

Calcolo parametro $\beta$				
<i>Tipo di superficie</i>	<i>Sup. [m<sup>2</sup>]</i>	$S_b$	$S_a$	$\beta$
<b>Piano interrato</b>				
Sup. a pavimento locali	595.08	La classe di reazione al fuoco dei materiali presenti in questo piano è pari a ZERO, dato che sono tutti mattoni faccia a vista		
Sup. a soffitto locali	595.08			
Sup. a parete locali	1000.84			



<b>Piano terra</b>				
Sup. a pavimento locali	389.13	1905.99	2295.12	0.83
Sup. a soffitto locali	389.13			
Sup. a parete locali	1516.86			
<b>Primo piano</b>				
Sup. a pavimento locali	791.18	3204.85	3996.08	0.80
Sup. a soffitto locali	791.18			
Sup. a parete locali	2413.67			
<b>Secondo piano</b>				
Sup. a pavimento locali	658.33	2973.05	3631.38	0.82
Sup. a soffitto locali	658.33			
Sup. a parete locali	2314.72			
<b>Terzo piano</b>				
Sup. a pavimento locali	391.24	1831.24	2222.48	0.82
Sup. a soffitto locali	391.24			
Sup. a parete locali	1440			

Tabella 11 - Calcolo dei parametri  $\alpha$  e  $\beta$

Dopo aver ricavato tali coefficienti per ogni singolo compartimento presente all'interno della attività si sono individuate in base alle tabelle  $G_2$  e  $G_3$  le misure tecnico-gestionali che si dovranno prevedere in fase di deroga per la compensazione del rischio.

Soluzione progettuale	Ambiente	Misure aggiuntive
X	vie di esodo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incremento, nelle vie di esodo, di prestazioni immediatamente superiore del sistema IRAI (soluzioni indicate nel paragrafo III.7)</li> <li>- Adozione del piano limitazione dei danni (III 5)</li> <li>- Cambio di destinazione d'uso dei locali che si affacciano sulla stessa via di esodo, in relazione alla valutazione del rischio (ad esempio, limitandoli a soli locali con rischio di incendio basso)</li> </ul>
Y	vie di esodo e altri ambienti	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incremento, nelle vie di esodo, di prestazioni immediatamente superiore del sistema IRAI (soluzioni indicate nel paragrafo III.7)</li> <li>- Adozione del piano limitazione dei danni (III 5)</li> <li>- Cambio di destinazione d'uso dei locali che si affacciano sulla stessa via di esodo, in relazione alla valutazione del rischio (ad esempio, limitandoli a soli locali con rischio di incendio basso)</li> <li>- Interposizione di locali vuoti in adiacenza agli stessi altri ambienti</li> </ul>
Z	vie di esodo e altri ambienti	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Come soluzione Y ed inoltre:</li> <li>- installazione di un sistema automatico di estinzione nel compartimento</li> </ul>
W	vie di esodo e altri ambienti	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Come soluzione Z ed inoltre:</li> <li>- presenza di una squadra di supporto (III 5) negli orari di esercizio dell'attività</li> </ul>

Tabella 12 - Requisiti di reazione al fuoco ammesse – Tabella G3 delle Linee Guida del MiBAC del gennaio 2016



Soluzioni progettuali aggiuntive (vedi tabella G <sub>3</sub> )			
Valori di $\beta$ (*)	Valori di $\alpha$		
	$0 \leq \alpha \leq 0,10$	$0,10 < \alpha \leq 0,25$	$0,25 < \alpha \leq 1$
$0 \leq \beta \leq 0,25$	soluzione x	soluzione y	soluzione z
$0,25 < \beta \leq 0,5$	soluzione x	soluzione y	soluzione w
$0,50 < \beta \leq 1$	soluzione y	soluzione z	soluzione w

(\*) Qualora nel compartimento non sia possibile distinguere le vie di esodo dagli altri ambienti si usa esclusivamente il coefficiente  $\alpha$ , ponendo  $\beta = \alpha$  per individuare la soluzione.

Tabella 13 - Soluzioni progettuali in funzione dei parametri  $\alpha$  e  $\beta$  – Tabella G2 delle Linee Guida del MiBAC del gennaio 2016

In base a quanto calcolato si consiglia di adottare le seguenti misure di compensazione alla mancanza del requisito di reazione al fuoco dei materiali adottati. La soluzione progettuale da adottare sarà di tipo **Z** e si deciderà di:

- Incrementare nelle vie d'esodo di un livello di prestazione immediatamente superiore a quello garantito dal sistema IRAI (questa soluzione verrà affrontata nel capitolo successivo);
- Adottare un piano di limitazione dei danni;
- Installare ove è possibile un sistema automatico di estinzione incendi nei vari compartimenti (il cui studio di tale sistema non è oggetto di questa tesi).

## 6.6 Esodo

Il sistema di esodo ha come finalità quella di assicurare che gli occupanti dell'attività possano raggiungere o sostare in un luogo sicuro nel caso in cui vi sia o meno l'intervento dei VVF. Nel caso in esame, data la destinazione d'uso dell'edificio, si prevede l'esodo di tipo simultaneo. Tale modalità prevede lo spostamento contemporaneo di tutti gli occupanti fino al raggiungimento del luogo sicuro e viene attuata immediatamente dopo la rilevazione dell'incendio.

Ogni componente del sistema di esodo viene dimensionato in base al più gravoso profilo di  $R_{vita}$  dei compartimenti serviti.

L'affollamento viene definito considerando il numero totale degli occupanti, desunto dall'indice di affollamento (pari a 0.20 pp/m<sup>2</sup>) per i piani interrato, terra e primo, mentre per il secondo ed il terzo piano deriveranno dal numero dei posti letto previsti.

I risultati saranno quindi:

- Piano interrato:  $595 \text{ m}^2 \times 0,20 \text{ pp/m}^2 = 119 \text{ persone}$ ;



- Piano terra:  $390 \text{ m}^2 \times 0,20 \text{ pp/m}^2 = 78$  persone;
- Primo piano:  $790 \text{ m}^2 \times 0,20 \text{ pp/m}^2 = 158$  persone;
- Secondo piano: 27 persone;
- Terzo piano: 18 persone.

### Larghezza delle vie di esodo orizzontali

La larghezza minima delle vie di esodo orizzontali  $L_0$  (corridoi, porte, vie d'uscita) viene determinata con la seguente formula:

$$L_0 = L_U \cdot n_0$$

Dove:

- $L_0$  è la larghezza minima delle vie d'esodo orizzontali [mm];
- $N_0$  è il numero totale degli occupanti che usano la via d'esodo orizzontale;
- $L_U$  è la larghezza unitaria per le vie d'esodo determinata secondo il profilo di  $R_{vita}$  (nel caso in esame B2) e secondo la seguente tabella:

$R_{vita}$	Larghezza unitaria [mm/persona]	$R_{vita}$	Larghezza unitaria [mm/persona]
A1	3,40	B1, C1, E1	3,60
A2	3,80	B2, C2, D1, E2	4,10
A3	4,60	B3, C3, D2, E3	6,20
A4	12,30	-	-

Tabella 14 - Larghezze unitarie per le vie d'esodo orizzontali – Tabella S.4-11 dal D.M. 03/08/2015

Da cui:

- Piano interrato:  
 $L_0 = 4,10 \times 119 = 487.90 \text{ mm}$
- Piano terra:  
 $L_0 = 4,10 \times 78 = 319.80 \text{ mm}$
- Primo piano:  
 $L_0 = 4,10 \times 158 = 647.80 \text{ mm}$
- Secondo piano:  
 $L_0 = 4,10 \times 27 = 110,7 \text{ mm}$
- Terzo piano:  
 $L_0 = 4,10 \times 18 = 73,8 \text{ mm}$

Si dovranno comunque rispettare anche le seguenti richieste:



- La larghezza minima dei percorsi nel caso in cui vi siano persone con difficoltà di movimento, deve essere di 900 mm;
- La larghezza, di almeno una porta del compartimento non deve essere inferiore a 1200 mm dato che vi sono 2 o più uscite dal compartimento.
- Nei locali (mini appartamenti) dove l'affollamento previsto non supera le 10 persone sarà ammessa l'installazione di porte aventi larghezza non inferiore ai 800 mm;
- L'accesso ai locali adibiti a magazzino presenti sul piano, dove è prevista la presenza occasionale e di breve durata di un solo addetto, potrà essere garantita con l'installazione di porte aventi almeno larghezza di 600 mm;
- Dato che l'attività risulta aperta al pubblico ed è prevista di più di una via d'esodo orizzontale si può verificare la ridondanza di tali vie, supponendo che l'incendio possa rendere indisponibile la via d'esodo più larga.

### Larghezza vie d'esodo verticali

Per Casa Bossi è stata scelta la modalità di esodo simultaneo: la larghezza minima delle vie d'esodo viene calcolata con la seguente formula:

$$L_V = L_{UV} \cdot n_V$$

Dove:

- $L_V$  è la larghezza minima delle vie d'esodo verticale [mm];
- $n_V$  è il numero totale degli occupanti, che usano la via d'esodo verticale, considerando tutti i piani serviti;
- $L_{UV}$  è la larghezza unitaria per le vie d'esodo, determinata secondo il profilo di  $R_{vita}$ , imponendo il numero totale dei piani serviti, secondo la tabella:

$R_{vita}$	Numero totale dei piani serviti dalla via d'esodo verticale									
	1	2 [F]	3	4	5	6	7	8	9	> 9
<b>A1</b>	4,00	3,60	3,25	3,00	2,75	2,55	2,40	2,25	2,10	2,00
<b>B1, C1, E1</b>	4,25	3,80	3,40	3,10	2,85	2,65	2,45	2,30	2,15	2,05
<b>A2</b>	4,55	4,00	3,60	3,25	3,00	2,75	2,55	2,40	2,25	2,10
<b>B2, C2, D1, E2</b>	4,90	4,30	3,80	3,45	3,15	2,90	2,65	2,50	2,30	2,15
<b>A3</b>	5,50	4,75	4,20	3,75	3,35	3,10	2,85	2,60	2,45	2,30
<b>B3, C3, D2, E3</b>	7,30	6,40	5,70	5,15	4,70	4,30	4,00	3,70	3,45	3,25
<b>A4</b>	14,60	11,40	9,35	7,95	6,90	6,10	5,45	4,95	4,50	4,15

I valori delle larghezze unitarie *devono* essere incrementati secondo le indicazioni della tabella S.4-13 in relazione all'alzata ed alla pedata dei gradini, alla tipologia di scala.  
**[F]** Impiegato anche nell'esodo *per fasi*

Tabella 15 - Larghezze unitaria per le vie d'esodo verticali in mm/persona – Tabella S.4-12 dal D.M. 03/08/2015



Nel nostro caso si avrà che:

- Primo piano:  
 $L_o = 3.80 \times 158 = 600.40 \text{ mm}$
- Secondo piano:  
 $L_o = 3.80 \times 27 = 102.60 \text{ mm}$
- Terzo piano:  
 $L_o = 3.80 \times 18 = 68.40 \text{ mm}$

Dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- La larghezza minima della via d'esodo verticale che si dovrà adottare, per quanto riferito dalla norma, sarà sempre non inferiore a 1200 mm;
- Una larghezza inferiore sarà ammessa solo nei locali in cui vi è presenza occasionale di persone, ovvero nei locali impianti;
- La larghezza delle vie di esodo non dovrà essere inferiore a quella delle porte da cui vi si accede;
- Dato che l'attività risulta aperta al pubblico ed è prevista di più di una via d'esodo verticale si può verificare la ridondanza di tali vie, supponendo che l'incendio possa renderne indisponibile una alla volta.

Note le richieste della normativa, si può verificare che:

- Lo scalone nobiliare centrale risulta verificato in quanto ha una larghezza di 1460 mm;
- La scala di servizio laterale rispetto allo scalone nobiliare non risulta verificata in quanto ha una larghezza di 950 mm. Tuttavia, potrà essere impiegata come via d'esodo aggiuntiva in aiuto allo scalone principale;
- La seconda scala di servizio, posta nell'ala nord-ovest, risulta verificata come via di fuga dal secondo piano a scendere, in quanto ha una larghezza di 1360 mm, nella restante parte (tra il terzo e il secondo piano) ha una larghezza di 1150 mm per cui non risulterebbe a norma.

### Larghezza dell'uscita finale

Nel caso in esame non è necessario trattare la verifica della larghezza della via d'uscita finale in quanto una volta percorsa la via di fuga verticale ci si ritrova direttamente su di uno spazio aperto.



### Misure aggiuntive

Negli edifici tutelati può capitare che il sistema delle vie di esodo non rispetti alcuni dei seguenti dettami legislativi:

- Altezza delle vie di esodo orizzontali;
- Altezza e pedata degli scalini, dimensione dei pianerottoli e lunghezza della rampa delle scale;
- Lunghezza e/o larghezza della via di esodo;
- Unica via di esodo ed uscita;
- Scale non protette;
- Scale non a prova di fumo;
- Larghezza minima delle vie di esodo;

Nel caso in oggetto di studio non vengono verificati i seguenti requisiti e quindi saranno adottate, punto per punto, le successive soluzioni:

- *Lunghezza e/o larghezza della via di esodo*

All'interno delle vie di esodo sono presenti dei corridoi ciechi che non rispettano la lunghezza prescritta dal profilo di rischio vita pari a 15m per il profilo Cii2 e 20m per il profilo B2. Prevedendo, come misure aggiuntive, la presenza di sistema IRAI esteso all'attività, un'altezza media dei locali serviti dalla via di esodo compresa tra i tre e i quattro metri e completa protezione della via di esodo è possibile incrementare, andando in deroga, la lunghezza del corridoio cieco utilizzando la seguente formula:

$$L_{cc,d} = (1 + \delta_m) \times L_{cc} + 0,30 \times L_{cc,pr} + 0,60 \times L_{cc,fu}$$

Dove

- $L_{cc,d}$  = lunghezza massima del corridoio cieco;
- $L_{cc,pr}$  = lunghezza della porzione di corridoio cieco in via d'esodo protetta;
- $L_{cc,fu}$  = lunghezza della porzione di corridoio cieco in via d'esodo a prova di fumo o esterna;
- $\delta_m$  = sommatoria delle variazioni percentuali presenti nella seguente tabella L4 in relazione alle misure aggiuntive;
- $L_{cc}$  = lunghezza massima del corridoio cieco previsto dalla norma in base al rischio vita presente nella tabella S.14-10.



Misura antincendio aggiuntiva		Variazioni percentuali $\delta_{m,i}$
Sistema IRAI esteso all'attività ( III.7- soluzione 2)		15%
Controllo fumi e calore (III.8)		20%
Altezza media del locale servito dalla via di esodo	$\leq 3$ m	0%
	$3 \text{ m} < h \leq 4 \text{ m}$	5%
	$4 \text{ m} < h \leq 5 \text{ m}$	10%
	$5 \text{ m} < h \leq 6 \text{ m}$	15%
	$6 \text{ m} < h \leq 7 \text{ m}$	18%
	$7 \text{ m} < h \leq 8 \text{ m}$	21%
	$8 \text{ m} < h \leq 9 \text{ m}$	24%
	$9 \text{ m} < h \leq 10 \text{ m}$	27%
	$\geq 104$ m	30%
Qualora la via di esodo serva più locali, si assume la minore tra le altezze medi		

Tabella 16 - Vie d'esodo: variazioni percentuali  $\delta_{m,i}$  in relazione ad ogni misura antincendio aggiuntiva – Tabella L4 delle Linee Guida del MiBAC del gennaio 2016

$R_{vita}$	Max lunghezza d'esodo $L_{es}$ [m]	Max lunghezza corrid. cieco $L_{cc}$ [m]	$R_{vita}$	Max lunghezza d'esodo $L_{es}$ [m]	Max lunghezza corrid. cieco $L_{cc}$ [m]
A1	70	30	<b>B1, E1</b>	60	25
A2	60	25	<b>B2, E2</b>	50	20
A3	45	20	<b>B3, E3</b>	40	15
A4	30	15	<b>C1</b>	40	20
D1	30	15	<b>C2</b>	30	15
D2	20	10	<b>C3</b>	20	10

I valori delle massime lunghezze d'esodo e dei corridoi ciechi di riferimento possono essere incrementati in relazione a misure antincendio aggiuntive secondo la metodologia di cui al paragrafo S.4.10.

Tabella 17 - Massime lunghezze d'esodo e di corridoio cieco di riferimento – Tabella S.4-10 dal D.M. 03/08/2015

Nello specifico si avrà per:

- Il piano interrato: *Non sono presenti corridoi ciechi non conformi;*
- Il piano terra: *Non sono presenti corridoi ciechi non conformi;*
- Il primo piano:

$$L_{cc,d} = (1 + 0,15 + 0,15) \times 20 = 26,00m$$

- Il secondo piano:

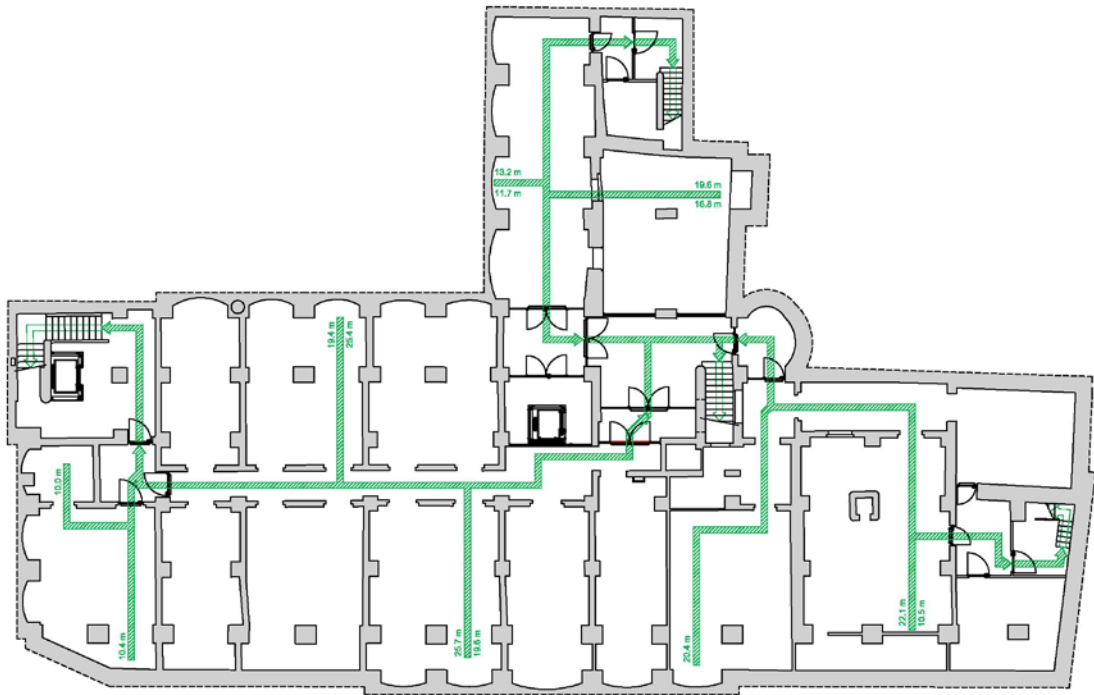
$$L_{cc,d} = (1 + 0,15 + 0,05) \times 15 + 0,30 \times 16,20 = 22,86m$$

- Il terzo piano:

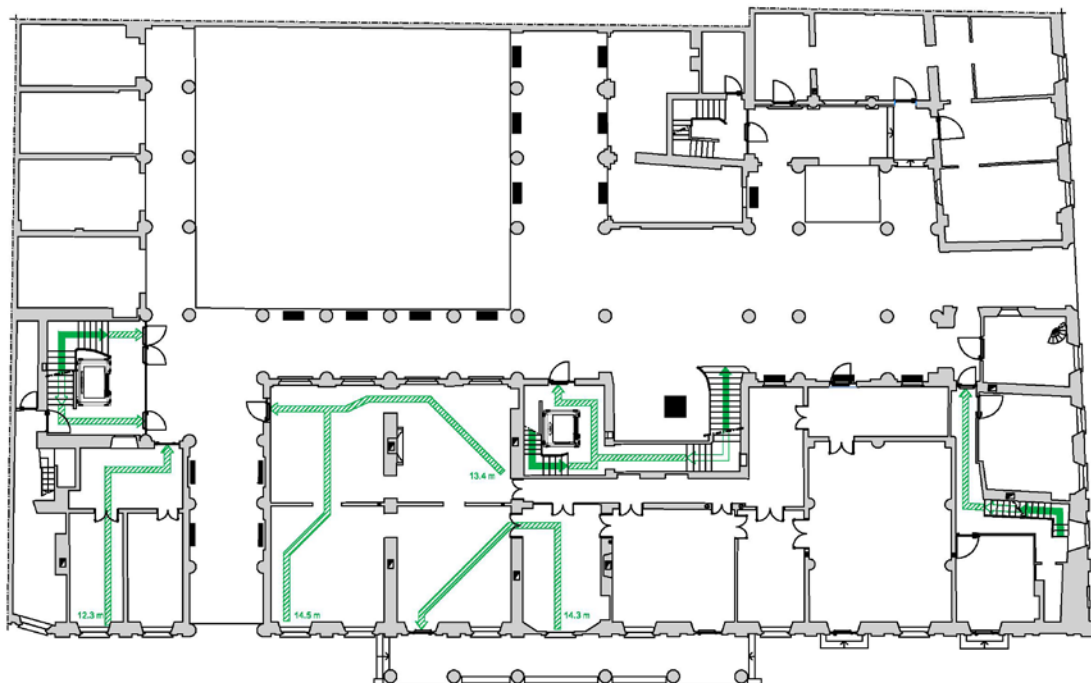
$$L_{cc,d} = (1 + 0,15 + 0,05) \times 15 + 0,30 \times 17,01 = 23,10m$$

In relazione a quanto sopra detto si riportano nelle pagine seguenti le piante con individuati i diversi percorsi di esodo per eseguire le verifiche di conformità ai dettami normativi.

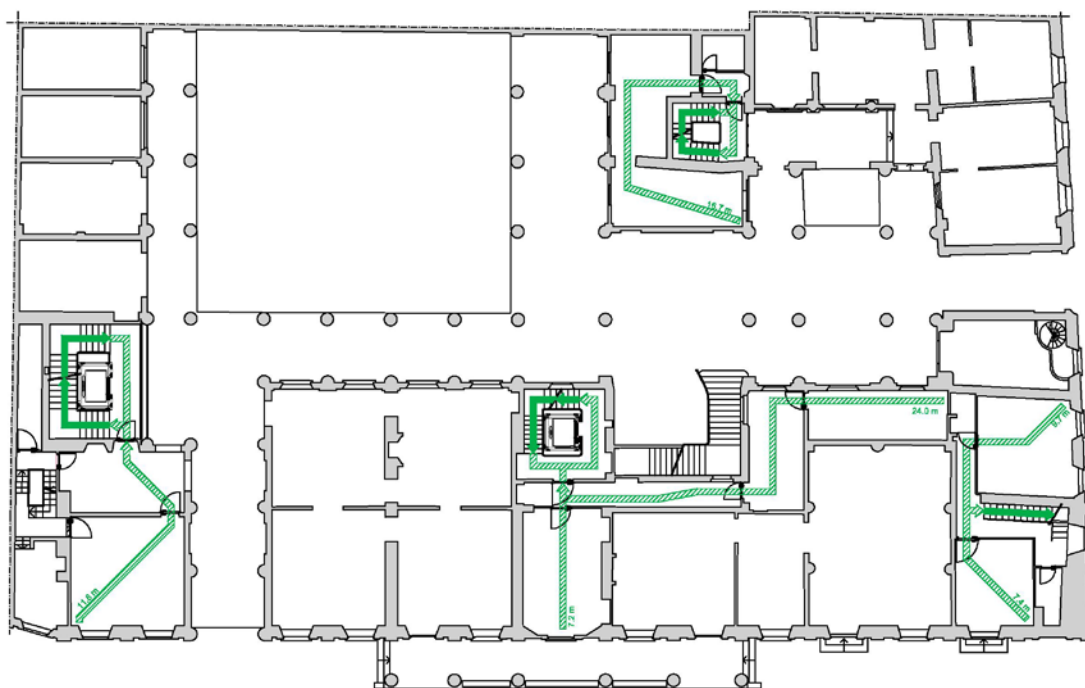




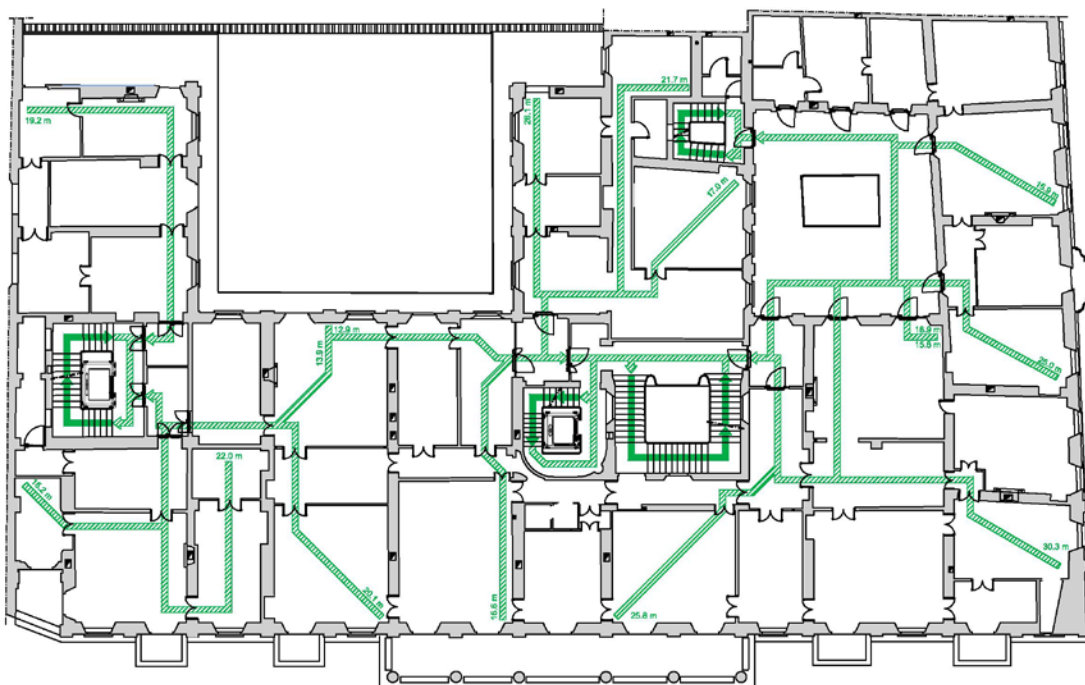
*Tavola 27 - Percorsi di esodo del piano interrato*



*Tavola 28 - Percorsi di esodo del piano terra*



*Tavola 29 - Percorsi di esodo del piano ammezzato tra piano terra e primo piano*



*Tavola 30 - Percorsi di esodo del primo piano*



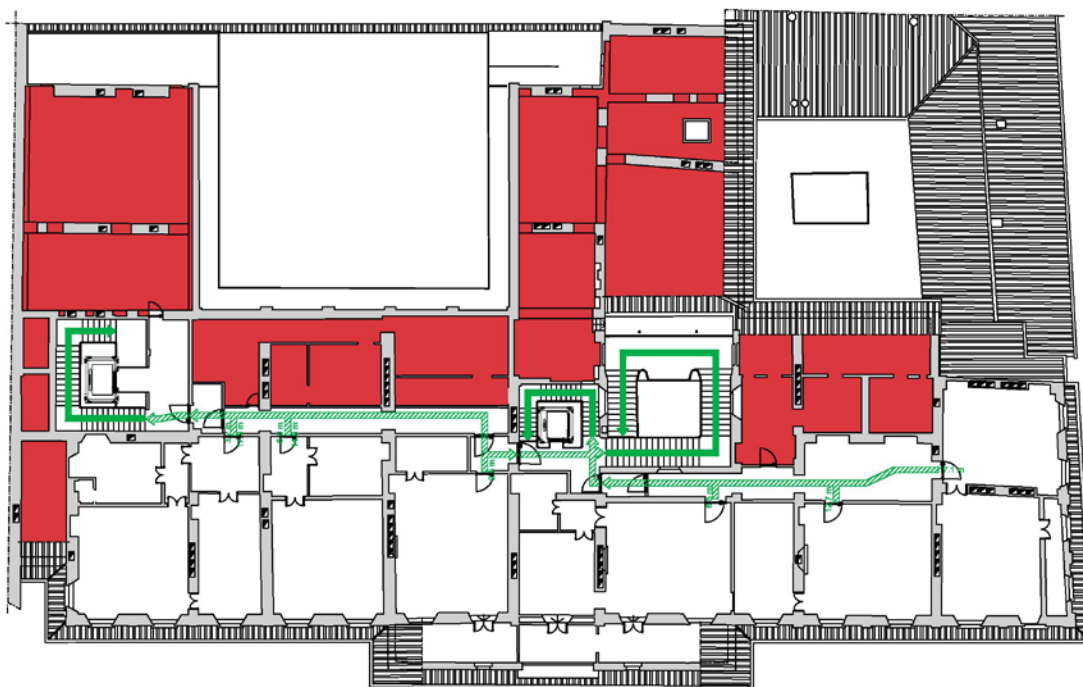


Tavola 33 - Percorsi di esodo del terzo piano

- *Larghezza minima delle vie di esodo*

È possibile accettare larghezze delle vie di esodo inferiori a quelle previste dalla norma a patto che si rispettino i seguenti punti:

- Larghezza minima di 600 mm;
- Assenza lungo la via di esodo di materiale combustibile;
- Installazione di apposita segnaletica di avvertimento;
- Segnalazione acustica e luminosa nei punti non conformi;
- Se la larghezza è inferiore ai 1200 mm si dovrà incrementare la larghezza unitaria della via di esodo rispetto ai valori indicati precedentemente per considerare la diminuzione della velocità di esodo degli occupanti in base alla seguente tabella:

Larghezza della via di esodo	Incremento (esodo orizzontale)	Incremento (esodo verticale)
900 mm < L < 1200 mm	0%	+ 25%
800 mm < L ≤ 900 mm	+ 25%	+ 50%
600 mm < L ≤ 800 mm [1]	+ 200% (*)	+ 200% (*)

[1] solo in presenza di una squadra di supporto, dedicata all'accompagnamento del pubblico (III.5).  
(\*) incremento applicabile solo per **densità di affollamento delle vie di esodo** inferiori a 0.55 persone/m<sup>2</sup> condizione per cui si evita il rallentamento dell'esodo dovuto all'affollamento.

Tabella 18 - Incrementi della larghezza unitaria  $L_{uo}$  e  $L_{uv}$  ammessi – Tabella  $L_s$  delle Linee Guida del MiBAC del gennaio 2016



Tale incremento sarà previsto solo nella scala posta nell'ala nord ovest dell'edificio, per il collegamento tra il secondo e il terzo piano e sarà pari al 25% poiché la larghezza della via di esodo verticale è compresa tra i 900 e i 1200 mm:

$$L_o = (4,30 \times 1,25) \times 18 = 96,75 \text{ mm}$$

## 6.7 Controllo dell'incendio

*“I presidi antincendio sono installati nell'attività per la sua protezione di base, per la protezione finalizzata alla protezione dell'incendio ed anche, grazie ad impianti specifici, alla protezione finalizzata alla sua completa estinzione. I presidi antincendio sono: gli estintori, la rete idranti, gli impianti manuali o automatici di controllo o estinzione ad acqua e ad altri estinguenti”.*

In Casa Bossi, in relazione alle caratteristiche dell'edificio e degli occupanti:

- profili di rischio vita  $R_{vita}$ : B2 e Cii2 e profilo di rischio beni  $R_{beni}$ : 2;
- la massima quota di piano corrispondente a 16 m;

Dalla tabella si sono estrapolati i presidi, di cui l'attività dovrà essere dotata, per il controllo o l'estinzione dell'incendio.

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Non ammesso nelle attività soggette
II	Attività dove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none"> <li>• profili di rischio: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <math>R_{vita}</math> compresi in A1, A2, B1, B2, Ci1, Ci2, Cii1, Cii2, Ciii1, Ciii2;</li> <li>◦ <math>R_{beni}</math> pari a 1, 2;</li> <li>◦ <math>R_{ambiente}</math> non significativo;</li> </ul> </li> <li>• densità di affollamento non superiore a 0,7 persone/m<sup>2</sup>;</li> <li>• tutti i piani dell'attività situati a quota compresa tra -5 m e 32 m;</li> <li>• carico di incendio specifico <math>q_f</math> non superiore a 600 MJ/m<sup>2</sup>;</li> <li>• superficie lorda di ciascun compartimento non superiore a 4000 m<sup>2</sup>;</li> <li>• non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative;</li> <li>• non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.</li> </ul>
III	Attività non ricomprese negli altri criteri di attribuzione.
IV	In relazione alle risultanze della valutazione del rischio nell'ambito e in ambiti limitrofi della stessa attività(es. attività con elevato affollamento, attività con geometria complessa o piani interrati, elevato carico di incendio specifico $q_f$ , presenza di sostanze o miscele pericolose in quantità significative, presenza di lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio, ...).
V	Su specifica richiesta del committente, previsti da capitolati tecnici di progetto, richiesti dalla autorità competente per costruzioni destinate ad attività di particolare importanza, previsti da regola tecnica verticale.

Tabella 19 - Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione – Tabella S.6-2 dal D.M. 03/08/2015



Si deduce che si rientra in categoria II, corrispondente secondo alla seguente tabella ad un'installazione per il controllo o l'estinzione dell'incendio di tipo "protezione di base".

-Tipologia di installazione	Numero identificativo della tipologia di installazione
Protezione di base	<b>II</b>
Protezione di base e protezione manuale	<b>III</b>
Protezione di base, protezione manuale e protezione automatica estesa a porzioni dell'attività	<b>IV</b>
Protezione di base, protezione manuale e protezione automatica estesa a tutta l'attività	<b>V</b>

*Tabella 20 - Tipologie di installazioni per il controllo o l'estinzione dell'incendio – Tabella N1 delle Linee Guida del MiBAC del gennaio 2016*

La "protezione di base efficace" si attua attraverso l'uso di estintori; la tipologia di estintore da installare verrà selezionata in base alla classe di incendio prevista nella valutazione del rischio (ovvero rischio basso).

Tipo di estintore	Superficie protetta da un estintore		
	Rischio basso	Rischio medio	Rischio elevato
13A - 89B	100 m <sup>2</sup>	---	---
21 A - 113B	150 m <sup>2</sup>	100 m <sup>2</sup>	---
34A - 144B	200 m <sup>2</sup>	150 m <sup>2</sup>	100 m <sup>2</sup>
55A - 233B	250 m <sup>2</sup>	200 m <sup>2</sup>	200 m <sup>2</sup>

*Tabella 21 - Requisiti per la protezione di base – Tabella N2 delle Linee Guida del MiBAC del gennaio 2016*

Dalla tabella si evince che verranno impiegati estintori portatili (tipo 13A e 89B) posti come minimo uno ogni 100m<sup>2</sup>.

Il significato della sigla 13A deriva dalla tipologia di incendio che potrebbe svilupparsi all'interno dell'edifici, nel caso di Casa Bossi il probabile incendio che potrebbe avvenire al suo interno di potrebbe essere di categoria A:

Classe di incendio	Descrizione
<b>A</b>	Incendi di materiali solidi, usualmente di natura organica, che portano alla formazione di braci
<b>B</b>	Incendi di materiali liquidi o solidi liquefacibili, quali petrolio, paraffina, vernici, oli e grassi minerali, plastiche, ecc.
<b>C</b>	Incendi di gas
<b>D</b>	Incendi di metalli
<b>F</b>	Incendi di oli e grassi vegetali o animali (es. apparecchi di cottura)

*Tabella 22 - Classi d'incendio secondo la norma europea EN2 – Tabella S.6-3 dal D.M. 03/08/2015*



Gli estinguenti più comunemente utilizzati per questa categoria d'incendio sono riportati nella *tabella S.6-4*:

Classe di incendio	Estinguento
<b>A</b>	L'acqua, la schiuma e la polvere sono le sostanze estinguenti più comunemente utilizzate per tali incendi.
<b>B</b>	Per questo tipo di incendi gli estinguenti più comunemente utilizzati sono costituiti da schiuma, polvere e biossido di carbonio.
<b>C</b>	L'intervento principale contro tali incendi è quello di bloccare il flusso di gas chiudendo la valvola di intercettazione o otturando la falla. A tale proposito si richiama il fatto che esiste il rischio di esplosione se un incendio di gas viene estinto prima di intercettare il flusso del gas. La polvere e il biossido di carbonio sono sostanze estinguenti più comunemente utilizzate per tali incendi.
<b>D</b>	Nessuno degli estinguenti normalmente utilizzati per gli incendi di classe A e B è idoneo per incendi di sostanze metalliche che bruciano (alluminio, magnesio, potassio, sodio). In tali incendi occorre utilizzare delle polveri speciali ed operare con personale particolarmente addestrato.
<b>F</b>	Gli estinguenti per fuochi di classe F spengono principalmente per azione chimica intervenendo sui prodotti intermedi della combustione di olii vegetali o animali. Gli estintori idonei per la classe F hanno superato positivamente la prova dielettrica. L'utilizzo di estintori a polvere e di estintori a biossido di carbonio contro fuochi di classe F è considerato pericoloso.

*Tabella 23 - Estinguenti - Tabella S.6-4 dal D.M. 03/08/2015*

Si decide di non impiegare estintori di tipo 89B poiché destinati all'estinzione di sostanze non presenti nell'attività.

### ***Rilevazione ed allarme***

L'impianto di rilevazione e allarme dell'incendio, denominato sistema IRAI, deve riuscire a rilevare l'incendio quanto prima possibile e deve essere in grado di lanciare l'allarme con il fine di attivare le misure protettive e gestionali dell'emergenza. I rilevatori d'incendio possono essere classificati in base al fenomeno chimico-fisico rilevato in:

- rilevatori di calore;
- rilevatori di fumo (a ionizzazione o ottici);
- rilevatori di gas;
- rilevatori di fiamme.

Oppure in base al metodo di rilevazione:

- rilevatori statici (allarme al superamento di un valore di soglia);
- rilevatori differenziali (allarme per un dato incremento);
- rilevatori velocimetrici (allarme per velocità di incremento).



La suddivisione può essere infine effettuata in base al tipo di configurazione del sistema di controllo dell'ambiente:

- sistemi a punti multipli;
- sistemi lineari.

In sintesi, quindi si potrà definire un “rilevatore automatico d’incendio” come un dispositivo installato nella zona da sorvegliare che è in grado di misurare come variano nel tempo grandezze tipiche della combustione, oppure la velocità della loro variazione nel tempo, oppure la somma di tali variazioni nel tempo. Inoltre, esso è in grado di trasmettere un segnale d’allarme in un luogo opportuno quando il valore della grandezza tipica misurata supera oppure è inferiore ad un certo valore prefissato (soglia).

“L’impianto di rilevazione” può essere definito come un insieme di apparecchiature fisse utilizzate per rilevare e segnalare un principio d’incendio.

In genere, l’impianto, sia esso relativo ad un servizio di “safety” o di “security”, deve essere progettato, installato e fatto funzionare in modo da minimizzare l’impatto con l’edificio e le opere da proteggere al fine di preservare l’interesse storico ed artistico dei locali in cui dovrà essere installato.

Negli edifici che rappresentano un bene culturale, riuscire a coniugare un livello di sicurezza antincendio ottimale per la protezione dei beni e degli occupanti va in contrasto con la conservazione dei luoghi, la minimizzazione degli interventi strutturali ed estetici dell’edificio in esame, la necessità di conservare “l’autenticità storica” dell’edificio stesso. Questi impianti spesso costituiscono, nel procedimento di deroga, le più immediate misure compensative atte ad appianare le difformità riscontrate nelle altre misure antincendio.

Di seguito si indicano le caratteristiche che tali impianti dovranno possedere in base agli stessi requisiti ( $R_{vita}$ ,  $R_{beni}$ , affollamento e quota massima dei piani) individuati nel capitolo precedente per il sistema di estinzione.

Considerando quanto individuato nelle tabelle presenti nelle pagine seguenti si evince che è richiesto un livello di prestazione di tipo III a cui corrisponderanno i seguenti requisiti: la rilevazione dell’incendio dovrà essere di tipo automatico, integrata con sistemi fissi di segnalazione manuale ed estesa solo a porzioni dell’attività. Nel caso in esame verranno protetti gli spazi comuni, le vie d’esodo e gli spazi limitrofi.





Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	<p>Attività dove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• profili di rischio:               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <math>R_{vita}</math> compresi in A1, A2, Ci1, Ci2, Ci3;</li> <li>◦ <math>R_{beni}</math> pari a 1;</li> <li>◦ <math>R_{ambiente}</math> non significativo;</li> </ul> </li> <li>• attività non aperta al pubblico;</li> <li>• densità di affollamento non superiore a 0,2 persone/m<sup>2</sup>;</li> <li>• non prevalentemente destinata ad occupanti con disabilità;</li> <li>• tutti i piani dell'attività situati a quota compresa tra -5 m e 12 m;</li> <li>• superficie lorda di ciascun compartimento non superiore a 4000 m<sup>2</sup>;</li> <li>• carico di incendio specifico <math>q_f</math> non superiore a 600 MJ/m<sup>2</sup>; [1]</li> <li>• non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative;</li> <li>• non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.</li> </ul>
II	<p>Attività dove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• profili di rischio:               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <math>R_{vita}</math> compresi in A1, A2, B1, B2, Ci1, Ci2, Ci3;</li> <li>◦ <math>R_{beni}</math> pari a 1;</li> <li>◦ <math>R_{ambiente}</math> non significativo;</li> </ul> </li> <li>• densità di affollamento non superiore a 0,7 persone/m<sup>2</sup>;</li> <li>• tutti i piani dell'attività situati a quota compresa tra -10 m e 54 m;</li> <li>• carico di incendio specifico <math>q_f</math> non superiore a 600 MJ/m<sup>2</sup>; [1]</li> <li>• non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative;</li> <li>• non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.</li> </ul>
III	Attività non ricomprese negli altri criteri di attribuzione.
IV	In relazione alle risultanze della valutazione del rischio nell'ambito e in ambiti limitrofi della stessa attività (es. attività con elevato affollamento, attività con geometria complessa o piani interrati, elevato carico di incendio specifico $q_f$ , presenza di sostanze o miscele pericolose in quantità significative, presenza di lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio, ...).
[1] Per attività di civile abitazione: carico di incendio specifico $q_f$ non superiore a 900 MJ/m <sup>2</sup>	

Tabella 24 - Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione – Tabella S.7-2 dal D.M. 03/08/2015

Livello di prestazione	Aree sorvegliate	Funzioni minime degli IRAI		Funzioni di evacuazione e allarme	Funzioni di avvio protezione attiva ed arresto altri impianti
		Funzioni principali	Funzioni secondarie		
I	-	[1]		[2]	[3]
II	-	B, D, L, C	-	[5]	[3]
III	[8]	A, B, D, L, C,	E, F, G, H [4]	[5]	[3] o [7]
IV	Tutte	A, B, D, L, C,	E, F, G, H, M, N, O	[5] e [6]	[7]

[1] Non sono previste funzioni, la rivelazione e l'allarme sono demandate agli occupanti.  
 [2] L'allarme è trasmesso tramite segnali convenzionali codificati nelle procedure di emergenza (es. a voce, suono di campana, accensione di segnali luminosi, ...) comunque percepibili da parte degli occupanti.  
 [3] Demandate a procedure operative nella pianificazione d'emergenza.  
 [4] Non previste ove l'avvio dei sistemi di protezione attiva ed arresto altri impianti sia demandato a procedure operative nella pianificazione d'emergenza  
 [5] Con dispositivi di diffusione visuale e sonora o altri dispositivi adeguati alle capacità percettive degli occupanti ed alle condizioni ambientali (es. segnalazione di allarme ottica, a vibrazione, ...).  
 [6] Per elevati affollamenti, geometrie complesse, sia previsto sistema EVAC secondo norme adottate dall'ente di normazione nazionale.  
 [7] Automatiche su comando della centrale o mediante centrali autonome di azionamento (asservite alla centrale master), richiede le ulteriori funzioni E, F, G, H della tabella S.7-4.  
 [8] Spazi comuni, vie d'esodo e spazi limitrofi, aree dei beni da proteggere, aree a rischio specifico.

Tabella 25 - Soluzioni conformi per la rilevazione ed allarme incendio – Tabella S.7-5 dal D.M. 03/08/2015



Le funzioni minime degli impianti saranno individuate dalle lettere A,B,D,L,C,E,F,G,H il cui significato è il seguente:

- **Funzioni principali**

A, Rivelazione automatica dell'incendio
B, Funzione di controllo e segnalazione
D, Funzione di segnalazione manuale
L, Funzione di alimentazione
C, Funzione di allarme incendio

*Tabella 26 - Funzioni principali degli IRAI – Tabella S.7-3 dal D.M. 03/08/2015*

- **Funzioni secondarie**

E, Funzione di trasmissione dell'allarme incendio
F, Funzione di ricezione dell'allarme incendio
G, Funzione di comando del sistema o attrezzatura di protezione contro l'incendio
H, Sistema o impianto automatico di protezione contro l'incendio
J, Funzione di trasmissione dei segnali di guasto
K, Funzione di ricezione dei segnali di guasto
M, Funzione di controllo e segnalazione degli allarmi vocali
N, Funzione di ingresso e uscita ausiliaria
O, Funzione di gestione ausiliaria ( <i>building management</i> )

*Tabella 27 - Funzioni secondarie degli IRAI – Tabella S.7-4 dal D.M. 03/08/2015*

Le funzioni di evacuazione ed allarme prevedono l'impiego di dispositivi di diffusione visiva e sonora.

Per scegliere i rilevatori e la loro connessione, si dovranno tenere in considerazione: le esigenze di tutela storico-artistica del bene, l'efficacia della protezione antincendio e la sicurezza delle persone, i problemi dovuti ad eventuali danneggiamenti alle finiture, ai tessuti e agli arredi, le operazioni di restauro e manutenzione che possono contribuire ai danneggiamenti dell'edificio e del suo contenuto, i sensori che potrebbero non rispondere "velocemente" al principio di incendio, le limitazioni dei falsi allarmi, l'aumento del rischio di incendio dovuto a fulminazione a seguito del cablaggio.

Si predilige l'installazione di elementi con connessioni wireless e di minore impatto estetico rispetto ai sistemi più tradizionali.

Un impianto di rilevazione automatica d'incendio è generalmente costituito da:



- Rilevatori automatici d'incendio;
- Centrale di controllo e segnalazione;
- Dispositivi d'allarme;
- Comandi d'attivazione;
- Elementi di connessione per il trasferimento di energia ed informazioni.

Vi possono essere impianti che hanno componenti in più o in meno rispetto a quelli elencati.

La centrale di controllo e segnalazione garantisce l'alimentazione elettrica (continua e stabilizzata) di tutti gli elementi dell'impianto ed è di solito collegata ad una "sorgente di energia alternativa" (batterie, gruppo elettrogeno, gruppo statico ecc.) che garantisce sempre il suo funzionamento.

In quanto nelle normative riguardanti per le altre attività presenti nell'edificio, non vi sono disposizioni particolari in merito ai sistemi di rilevazione allarme, si decide di estendere quanto sopra detto a tutto l'edificio.

### *Soluzioni tecniche consigliate*

All'interno del palazzo, l'impianto di rilevazione, segnalazione e allarme in caso di incendio sarà progettato e realizzato a regola d'arte e nel rispetto della vigente normativa in materia; in particolare esso sarà del tipo fisso automatico in grado di rilevare e segnalare a distanza un principio d'incendio.

I criteri progettuali e d'installazione dovranno rispettare i seguenti requisiti:

- L'impianto sarà dotato di un numero adeguato di rilevatori di fumo, posti alla quota d'imposta delle volte;
- In tutte le aree si provvederà all'installazione di segnalatori di allarme incendio del tipo a pulsante manuale, distribuiti ed ubicati lungo le vie di esodo ed in prossimità delle uscite;
- La segnalazione di allarme proveniente dai rilevatori utilizzati dovrà determinare una segnalazione ottica ed acustica d'allarme incendio presso il centro gestione delle emergenze ed all'interno del reparto interessato;
- L'impianto consentirà l'azionamento automatico dei dispositivi di allarme posti nell'attività entro:
  - Un primo intervallo di tempo dall'emissione della segnalazione di allarme proveniente da due o più rilevatori o dall'azionamento di un qualsiasi pulsante manuale di segnalazione incendio;



- Un secondo intervallo di tempo dall'emissione di una segnalazione di allarme proveniente da un qualsiasi rilevatore, qualora la segnalazione presso la centrale di controllo e segnalazione non sia tacitata dal personale preposto;
- I rilevatori installati all'interno di aree non direttamente visibili, faranno capo a dispositivi ottici di ripetizione di allarme installati lungo i corridoi.

Per la segnalazione di allarme, verranno installate sirene con lampeggiatore incluso in punti ben visibili e in modo da avvertire ogni singolo occupante della struttura.

## **6.8 Analisi della sicurezza all'incendio secondo le leggi del 1992 e del 1995**

In aggiunta a quanto sopracitato, proveniente dall'attuale normativa antincendio, si inseriscono qui di seguito, a completamento del lavoro di analisi del rischio d'incendio, i dettami provenienti dalle regole tecniche verticali specifiche per biblioteche, musei ed attività espositive inserite all'interno di edifici di elevato interesse storico-artistico.

### **6.8.1 Biblioteca**

L'attività assoggettata a questa normativa è presente in due piani dell'edificio in cui poi si potranno distinguere due macro attività differenti tra di loro:

- Piano interrato: Biblioteca
- Piano terra: Servizi bibliotecari, sale studio;

Come precedentemente indicato si fa riferimento al D.P.R. n. 418 del 30/6/1995 *"Norme di sicurezza antincendio per gli edifici di interesse storico-artistico destinati a biblioteche e archivi"*

Ogni punto della normativa sarà trattato evidenziando primariamente i requisiti minimi richiesti per garantire gli obiettivi di sicurezza e secondariamente descrivendo le misure adottate per garantire tali obiettivi. Ove necessario saranno indicati procedimenti di deroga.



## ***Vie di esodo***

Per quanto concerne le vie d'esodo tutti gli ambienti, destinati a sale di consultazione e di lettura, dovranno essere provvisti di un sistema organizzato di vie di fuga che permetta il deflusso ordinato e rapido degli occupanti verso spazi scoperti o sicuri. Il percorso più breve che si utilizzerà per raggiungere le uscite di emergenza non dovrà avere larghezza inferiore ai 90 cm e dovrà essere privo di ostacoli, non dovrà essere più lungo di 30 metri e dovrà essere dimensionato in base al massimo affollamento ipotizzabile (capacità di deflusso non superiore a 60 persone).

### *Calcolo dell'affollamento e verifica delle vie di esodo*

Il massimo affollamento consentito dovrà essere pari alla capacità di deflusso del sistema esistente di vie d'uscita, quindi a sessanta persone per ogni modulo base di 60 cm («modulo uno» 60cm). Ed applicando la seguente formula:

$$L = \left( A / C_p \right) * 0,6$$

Dove:

- $A$  è l'affollamento del piano;
- $C_p$  è la capacità di deflusso della porta considerata, nel caso specifico:
  - 37,50 per i locali della biblioteca posti al piano interrato;
  - 50,00 per i locali della biblioteca posti al piano terra;
- 0,60 è la larghezza espressa in metri del modulo base.

Il conteggio delle uscite può essere effettuato sommando la larghezza di tutte le porte (di larghezza non inferiore a cm 90), che immettono in luogo sicuro, coincidente con il caso in esame:

- con il vano scala, per il piano interrato;
- con la corte interna o esterna per il piano terra.

La misurazione della larghezza delle uscite sarà effettuata nel punto più stretto dell'uscita. Ove il sistema di vie di uscita non sia conforme alle prescrizioni, si deve procedere alla riduzione dell'affollamento attraverso l'uso di sistemi che limitino il numero di persone che vi possono entrare.

Con riferimento al progetto sono state eseguite le seguenti verifiche:



- *Piano interrato*: in una superficie totale di 595 m<sup>2</sup>, a cui corrisponderà un affollamento di 119 persone, si dovranno quindi adottare minimo 1,19 moduli di larghezza unitaria di 60 cm.

$$L = \left( \frac{A}{C_p} \right) * 0,6 = \left( \frac{119}{37,5} \right) * 0,6 = 1,91$$

Si utilizzeranno 15 moduli da 60 cm, che corrisponderanno a 2 porte da 180 cm e a 6 porte da 90 cm;

- *Piano terra*: in una superficie totale di 390 m<sup>2</sup>, a cui corrisponderà un affollamento di 78 persone, si dovranno adottare minimo 0,94 moduli di larghezza da 60 cm.

$$L = \left( \frac{A}{C_p} \right) * 0,6 = \left( \frac{78}{50} \right) * 0,6 = 0,94$$

Si adotteranno 10,5 moduli da 60 cm, che corrisponderanno a 7 porte da 90 cm.

### ***Separazione ambienti***

L'attività bibliotecarie e di consultazione dei libri si dovranno svolgere in locali non comunicanti con altri locali dove si svolgono attività soggette che non hanno alcuna relazione con quella principale. Qualora esista questa comunicazione deve essere protetta mediante infissi e tamponature aventi caratteristiche EI120 con sistema di autochiusura e REI 120.

### ***Reazione al fuoco dei materiali***

I materiali di rivestimento dovranno possedere le seguenti caratteristiche di reazione al fuoco:

- I pavimenti non dovranno essere superiori alla classe 2 (vecchia normativa);
- I materiali di rivestimento e gli altri materiali dovranno essere massimo di classe 1 (vecchia normativa);
- I mobili imbottiti dovranno essere di classe 1 IM (vecchia normativa).

### ***Mezzi d'incendio***

Si dovrà provvedere all'installazione di un estintore portatile con capacità estinguente non inferiore 13A ogni 150 m<sup>2</sup> di superficie a pavimento. Il sistema di spegnimento automatico ipotizzato sarà di tipo a gas FM 200 per garantire la



salvaguardia delle opere contenute nella biblioteca e servirà per bloccare l'incendio nei primi secondi critici della sua propagazione. L'allontanamento dei fumi e la pulizia dell'aria dopo, l'utilizzo di questo sistema di spegnimento automatico, saranno garantite da un sistema combinato a doppia funzione di un impianto di rinnovo aria e un impianto di evacuazione forzata di fumo e calore. Tale sistema viene permesso dalla regola tecnica contenuta all'interno del D.M. 20/12/2012 *"Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio installati in attività soggette ai controlli di prevenzione incendi"*. Il sistema di spegnimento automatico sarà abbinato ad un impianto fisso di rilevazione automatica dell'incendio.

### **6.8.2 Attività museali**

Come ampiamente anticipato in precedenza, nel piano primo dell'edificio storico in oggetto è prevista un'attività museale. La norma principale che regola tali edifici ai fini della prevenzione incendi è il D.M n. 569 del 20 maggio 1992 *"Norme di sicurezza antincendio per gli edifici storici e artistici destinati a musei, gallerie, esposizioni e mostre"*.

Ogni punto della normativa sarà trattato evidenziando, in primo luogo, i requisiti minimi richiesti per garantire gli obiettivi di sicurezza e secondariamente descrivendo le misure adottate per garantire tali obiettivi. Ove necessario saranno indicati procedimenti di deroga.

#### ***Vie di esodo***

Sul piano in cui avrà sede il museo è previsto un sistema organizzato di vie di uscita per il deflusso rapido ed ordinato delle persone verso luoghi sicuri, al fine di evitare pericoli per la loro incolumità nel caso d'incendio o di qualsiasi altro sinistro.

Al fine di garantire l'incolumità delle persone, è stato individuato il tratto più breve che esse devono percorrere per raggiungere le uscite. La lunghezza massima di tale percorso è di 30,3 metri. Il relativo percorso deve avere in ogni punto una larghezza non inferiore a 90 cm, deve essere privo di ostacoli e deve essere segnalato da cartelli posti ad intervalli regolari di 30 metri, sui quali devono essere indicate, in modo chiaro e leggibile, le istruzioni sul comportamento che le persone devono adottare,



nel caso di pericolo, e devono essere redatte in conformità alle disposizioni del Regolamento.

### Calcolo dell'affollamento e verifica delle vie di esodo

Il massimo affollamento consentito dovrà essere commisurato alla capacità di deflusso del sistema esistente di vie d'uscita valutata pari a sessanta persone, per ogni modulo («modulo uno» cm 60). Il conteggio delle uscite può essere effettuato sommando la larghezza di tutte le porte (di larghezza non inferiore a 90 cm), che immettono in luogo sicuro, coincidente con il caso in esame con il vano scala. La misurazione della larghezza delle uscite viene eseguita nel punto più stretto dell'uscita.

Ove il sistema di vie di uscita non sia conforme alle prescrizioni contenute nei precedenti commi dell'articolo, si deve procedere alla riduzione dell'affollamento e/o all'esclusione delle parti non conformi con l'ausilio di sistemi che controllino il flusso dei visitatori in uscita ed in entrata.

Con riferimento al progetto sono state eseguite la seguente verifica: a favore di sicurezza si considera una capacità di deflusso pari a 37,5 mentre la densità di affollamento si pone pari a 0,2 persone per metro quadro, ovvero 158 persone

Applicando la seguente formula:

$$L = \left( A / C_p \right) * 0,6$$

Dove:

- A è l'affollamento del piano;
- $C_p$  è la capacità di deflusso della porta considerata, nel caso in esame si assume pari a 37,50;
- 0,60 è la larghezza espressa in metri del modulo base.

Da cui si otterrà:

$$L = \left( A / C_p \right) * 0,6 = \left( 158 / 37,5 \right) * 0,6 = 2.53$$

Pertanto, larghezza delle vie di uscita risulta verificata con 2 porte da 120 cm, 3 porte da 100 cm e a 2 porte da 90 cm (che corrisponderanno a 12 moduli da 60 cm); senza contare le porte presenti all'interno di alcuni locali che danno direttamente su spazio esterno da cui poi gli utenti potrebbero dirigersi verso un'altra via di esodo verticale.





## ***Separazione ambienti***

L'attività disciplinata dal regolamento deve svolgersi in locali non comunicanti con altri locali ove si svolgono attività soggette che non abbiano relazione con quella principale. Qualora esista questa comunicazione la stessa deve essere protetta mediante infissi e tamponature aventi caratteristiche EI120 e REI 120.

## ***Reazione al fuoco dei materiali***

Nelle sale in cui si prevede un allestimento espositivo saranno necessari elementi di arredo le cui caratteristiche dei materiali impiegati dovranno avere le seguenti caratteristiche di reazione al fuoco:

- i materiali suscettibili a prendere fuoco su entrambe le facce (tendaggi e simili) di classe di reazione al fuoco non superiore a 1;
- le poltrone ed i mobili imbottiti di classe 1 IM;
- tavolo ed elementi di illuminazione in acciaio e vetro.

I materiali citati dovranno essere certificati nella prescritta classe di reazione al fuoco secondo le specificazioni del decreto ministeriale 26 giugno 1984.

## ***Mezzi d'incendio***

Nel muso dovrà essere installato un estintore portatile con capacità estinguente non inferiore 13A ogni 150 m<sup>2</sup> di superficie a pavimento.

Il sistema di spegnimento dovrà essere servito anche da degli idranti tipo UNI 45, posti in prossimità delle scale o in alte zone del piano ma evitando di intaccare la conformazione architettonica dell'edificio.

Si dovranno inoltre installare degli impianti fissi di rilevazione automatica dell'incendio.

## **6.9 Centrale termica**

Per verificare la compatibilità della centrale termica alla normativa vigente viene utilizzato il DM 12/04/96 *“Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi”*.



### Predimensionamento

Per redigere lo studio di fattibilità per l'inserimento di una centrale termica all'interno del fabbricato ai fini della prevenzione incendi ed allo scopo di raggiungere i primari obiettivi della sicurezza relativi alla salvaguardia delle persone, dell'edificio e dei soccorritori, è stato fatto un predimensionamento di massima per definire la taglia del bruciatore che dovrà essere inserito.

Considerando:

- Una superficie in pianta di circa 6200 m<sup>2</sup>;
- Un'altezza media dei locali di 4.50 m;
- Una dispersione termica media di circa 30 W/m<sup>3</sup>;

sarà necessario installare un bruciatore di taglia minima pari a 880 kW. Si decide di adottare una caldaia con potenza di 900 kW con impronta a terra di 1,910x0,946 m.

La caldaia sarà progettata per essere installata direttamente all'aperto, in quanto fornita di protezione IPX5D (involucro protetto contro: l'accesso con un filo, la ed i getti d'acqua). Dovrà essere posizionata al di sopra di un basamento alto almeno 10 cm, per poter montare il sifone che permetterà lo scarico della condensa.



*Figura 95 - Caldaia da esterno ipotizzata da utilizzare*

Nota la taglia del bruciatore è possibile classificare l'attività n° 74 categoria C (oltre i 700 kW).



N.	ATTIVITÀ	CATEGORIA		
		A	B	C
74	Impianti per la produzione di calore alimentati a combustibile solido, liquido o gassoso con potenzialità superiore a 116 kW.	fino a 350 kW	oltre 350 kW e fino a 700 kW	oltre 700 kW

Tabella 28 - Estratto D.M. 12/04/1996 - Testo coordinato impianti termici a gas

La caldaia sarà ubicata al piano primo e sarà posta all'esterno, sul terrazzo dell'ala nord dell'edificio, che si affaccia sulla corte interna di un edificio ad essa prospiciente, ma nel totale rispetto dei limiti di distanza di sicurezza.

Nel locale sottostante troverà posto la sottocentrale termica.



Figura 96 - Posizionamento della centrale termica

Si decide di demolire il solaio esistente e di realizzarne uno nuovo conforme alle necessità individuate a causa dell'elevato peso del macchinario e della necessità di realizzare delle aperture che permettano la discesa delle tubazioni necessarie e la realizzazione della botola di accesso.

L'alimentazione a gas naturale servirà solamente la centrale termica in quanto le cucine degli appartamenti saranno realizzate con piastre ad induzione e forni elettrici. La caldaia, che verrà installata, sarà di TIPO C quindi *“Apparecchio con circuito di combustione a tenuta, che consente l'alimentazione di aria comburente al bruciatore con prelievo diretto dall'esterno e contemporaneamente assicura l'evacuazione diretta all'esterno dei prodotti della combustione”*.



## Ubicazione

Qui di seguito verranno evidenziate le disposizioni tratte dal titolo II del D.M. 12/04/1996: *“Installazione all’aperto”*.

La normativa ammette che l’installazione avvenga in adiacenza alle pareti dell’edificio servito a condizione che essa abbia una resistenza al fuoco almeno pari a REI 30 ed allo stesso tempo sia realizzata con materiali con classe di reazione al fuoco 0. Tale parete dovrà essere priva di aperture nella zona che si estende a partire dall’apparecchio, per almeno 0,50 metri lateralmente e 1,00 m superiormente.

Si verifica che la resistenza al fuoco della parete risulta superiore a REI 30 e per garantire questo requisito si utilizza il metodo tabellare contenuto nel D.M. 3/8/2015 presente al capitolo S.2.15.2 – *Murature portanti di blocchi*; dove nella tabella sono riportati i valori minimi in millimetri dello spessore *s* di murature portanti in blocchi, con esposizione all’incendio su un solo lato ed ipotizzate protette con intonaco sp. 10mm su ambe due i lati.

Come si evince dalla pianta qui sotto riportata tutti gli spessori dei muri soddisfano il requisito minimo di 12 cm di spessore, dato che la parete in oggetto avrà uno spessore di 60cm.

Materiale	Tipo blocco	REI 30	REI 60	REI 90	REI 120	REI 180	REI 240	REI 90-M	REI 120-M	REI 180-M	REI 240-M
Laterizio [1]	Pieno (foratura ≤ 15%)	120	150	170	200	240	300	200	200	240	300
Laterizio [1]	Semipieno e forato (15% < foratura ≤ 55 %)	170	170	200	240	280	330	240	240	280	330
Calcestruzzo	Pieno, semipieno e forato (foratura ≤ 55 %)	170	170	170	200	240	300	200	200	240	300
Calcestruzzo leggero [2]	Pieno, semipieno e forato (foratura ≤ 55 %)	170	170	170	200	240	300	240	240	240	300
Calcestruzzo aerato autoclavato	Pieno	170	170	170	200	240	300	240	240	240	300
Pietra squadrata	Pieno (foratura ≤ 15%)	170	170	250	280	360	400	250	280	360	400

[1] presenza di 10 mm di intonaco su ambedue le facce ovvero 20 mm sulla sola faccia esposta al fuoco. I valori in tabella si riferiscono agli elementi di laterizio sia normale che alleggerito in pasta.  
[2] massa volumica netta non superiore a 1700 kg/m<sup>3</sup>.

*Tabella 29 - Murature portanti in blocchi (Requisiti R,E,I,M) – Tabella S.2-41 dal D.M. 03/08/2015*

Individuato il luogo in cui sarà posizionata la centrale esterna si indicheranno le caratteristiche che dovrà avere il locale in cui sarà ubicato il generatore.



Tavola 34 - Verifiche centrale termica secondo le disposizioni di legge



## Accesso

L'accesso al terrazzo sul quale sarà collocata la caldaia avverrà dal locale tecnico sottostante tramite una botola a soffitto che condurrà sul terrazzo soprastante.

## Mezzi di estinzione degli incendi

Nelle vicinanze della caldaia sarà installato un estintore a polvere da 6 kg, con capacità estinguente pari a quella della classe 21 A 89BC, per un rapido intervento in caso di principio d'incendio.

## 6.10 Tempo di evacuazione

Per salvaguardare la vita umana all'interno dell'edificio si dovrà considerare il processo di esodo ed i legami che intercorrono tra gli occupanti della struttura e la struttura stessa.

Le varie tipologie di risposte che potranno avere gli occupanti dipenderanno soprattutto da come le persone prenderanno le decisioni su come poter sfollare l'edificio e percepiranno l'incendio ed i rischi ad esso connessi.

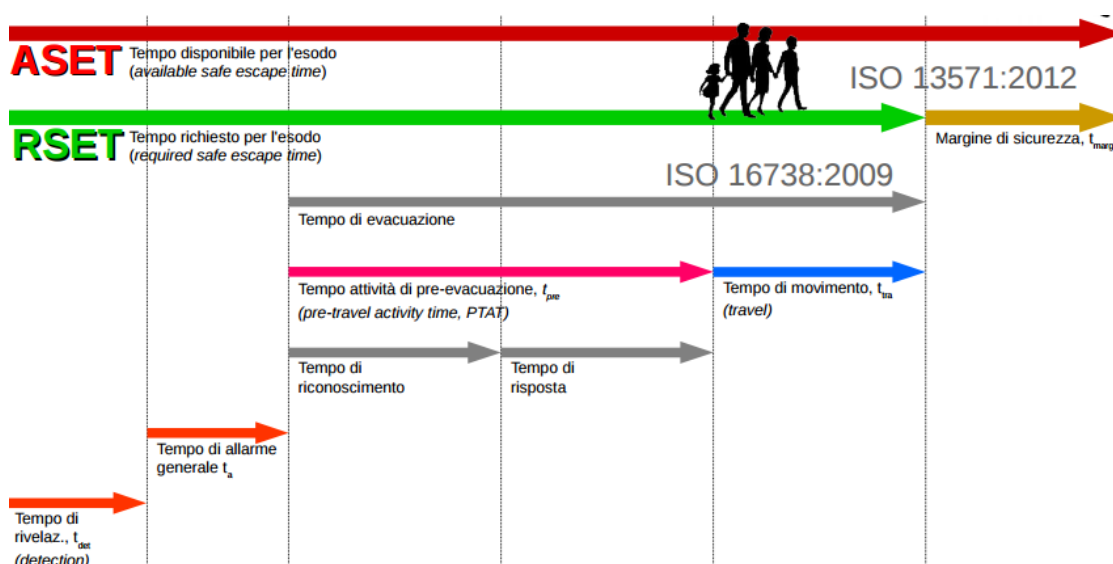


Figura 97 - ASET e RSET

La progettazione ideale del sistema di esodo dovrebbe assicurare agli occupanti di raggiungere il luogo sicuro in completa sicurezza, si deve considerare che il



$t_{ASET} > t_{RSET}$ , cioè che il tempo disponibile per l'esodo sia maggiore di quello richiesto. La differenza tra ASET e RSET è il margine di sicurezza della progettazione prestazionale per garantire la salvaguardia della vita:

$$t_{marg} = ASET - RSET$$

Non si dovrà mai assumere un  $t_{marg} \leq 10\% RSET$  e comunque dovrà essere sempre verificato che  $t_{marg} \geq 30s$

### 6.10.1 Software B-RISK

Prima di procedere con il calcolo di ASET e RSET è necessario ricavare i dati che saranno utilizzati nei vari modelli di seguito descritti con il software di calcolo dinamico B-RISK: un programma per la progettazione antincendio degli edifici in grado di simulare gli incendi all'interno di essi. I risultati della simulazione dell'incendio presentati in forma probabilistica consentiranno di quantificare la variabilità e l'incertezza associate alle previsioni dell'ambiente soggetto all'incendio, oltre che restituire le concentrazioni di differenti agenti che si sviluppano durante il fenomeno dell'incendio.

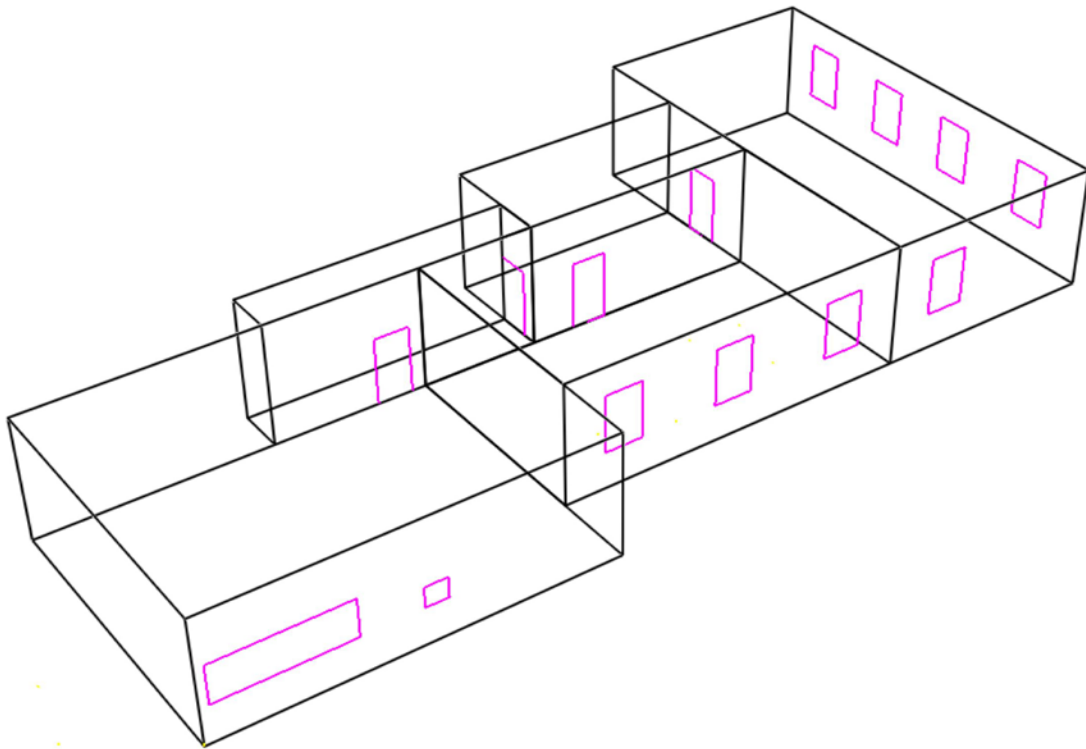


Figura 98 - Rappresentazione schematica del modello usato in B-Risk



Il primo passo per la modellazione tramite il programma consiste nella definizione della geometria del locale tipo da studiare. Lo sviluppo in pianta risulta rettificato in quanto il programma non permette l'inserimento di superfici che non siano perfettamente rettangolari.

Il passo successivo è stato quello di inserire le finestre e le porte interne, ipotizzandole inizialmente chiuse e con apertura solo nel momento in cui avverrà la rottura dei vetri. Infine, sono stati inseriti i probabili arredi che si possono trovare all'interno della camera da letto, luogo in cui c'è più probabilità che si inneschi l'incendio. Gli arredi sono caratterizzati dalla loro dimensione, dalla massa di combustibile, dal tipo di combustibile e dalla specifica curva RHR-t.

Dopo aver inserito il modello e averlo fatto elaborare dal programma, sono stati restituiti i parametri necessari per la valutazione di A-SET:

- Monossido di carbonio CO;
- Acido cianidrico HCN;
- Flusso di calore radiante;
- Temperatura convettiva;
- Visibilità.

Si sceglie di riportare i relativi grafici all'interno dei singoli paragrafi presenti nella seguente procedura di calcolo di ASET. Le curve di concentrazione dei gas sono valutate ad un'altezza di 1,70 m, ovvero l'altezza raggiunta in posizione eretta da un uomo medio, mentre la visibilità è sempre valutata all'altezza di 1,70m ed a una distanza di 0,5m.

La simulazione del calcolo con B-Risk è stata eseguita ipotizzando il caso più sfavorevole possibile, cioè che l'incendio si sviluppi in un locale che si affaccia sulla via di esodo comune, dove si suppone che la via di fuga (corridoio) venga invasa dal fumo solo quando viene superato il limite di resistenza per cui è progettata la porta tagliafuoco d'ingresso al locale e che nessuno intervenga a domare l'incendio.

### **6.10.2 Calcolo di ASET**

Con ASET si indica il tempo in cui permangono le condizioni ambientali non incapacitanti nell'ambiente e gli occupanti possono mettersi in salvo. Tale valore è determinato dalle interazioni incendio-edificio-occupanti e poiché esso dipende da





innumerevoli parametri si assumono una serie di ipotesi semplificative a favore di sicurezza.

Il modello di calcolo impiegato per il calcolo di ASET è un modello a zone in cui gli ambienti interessati dagli effetti dell'incendio sono divisi in due zone con caratteristiche omogenee:

- Zona superiore: occupata da fumi e gas caldi;
- Zona inferiore: libera dal fumo ed indisturbata.

L'esposizione degli occupanti agli effetti dell'incendio è legata all'attività che svolgono, alla loro posizione iniziale, al loro percorso nell'edificio ed alla condizione fisico-psicologica, di conseguenza ogni occupante dispone di un proprio valore di ASET, ma data la complessità del calcolo, ciò viene risolto con valori statistici e con modelli di calcolo numerici.

Il calcolo di ASET richiede la stima delle concentrazioni dei prodotti tossici, delle temperature e della densità dei fumi al variare del tempo negli ambienti soggetti ad incendio. Tale valutazione potrà essere effettuata con l'ausilio del metodo semplificato o del metodo avanzato.

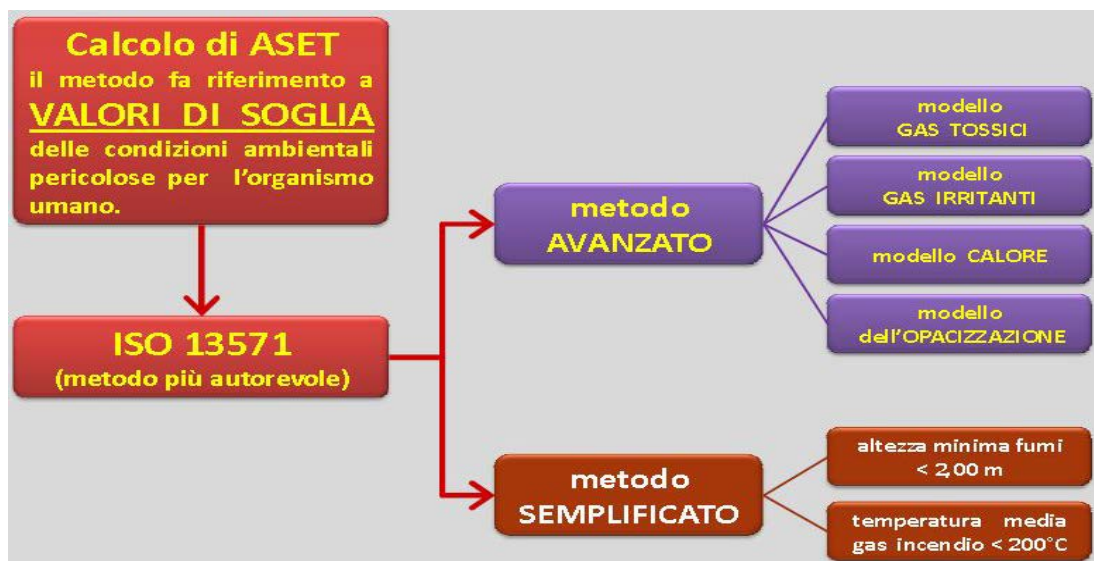


Figura 99 - Schema di Calcolo di ASET

Si sceglie di utilizzare il metodo di calcolo avanzato, in cui secondo la norma ISO 13571 il valore di ASET globale risulta, come il valore di ASET, più piccolo calcolato secondo i seguenti quattro modelli:

- Modello dei gas tossici;



- Modello dei gas irritanti;
- Modello del calore;
- Modello dell'oscuramento della visibilità da fumo;

### ***Soglie di prestazione FED ed FEC***

Nei calcoli, che si eseguiranno, FED e FEC rappresentano i vari rapporti dei termini che si otterranno nei diversi modelli qui sotto citati ed associati agli effetti incapacitanti dell'esodo. Quando questi valori vengono posti pari ad 1 significa che il soggetto risulta incapacitato; questi valori vengono calibrati sulla sensibilità degli utenti medi nei confronti dell'incendio.

Il codice fa notare che non tutti gli utenti presenti all'interno dell'edificio rientrano nelle categorie di utente medio, vi sono anche delle classi più deboli, che risulterebbero incapacitate molto prima del raggiungimento dei valori di FED e FEC pari ad 1. Per tenere conto di ciò il codice propone di considerare un valore di FED e FEC pari a 0,1 (che considera cioè l'1,1% della popolazione presente all'interno dell'edificio).

### ***Modello dei gas tossici***

Il modello dei gas tossici adopera il concetto di base della dose inalata (exposed dose) e del FED (fractional dose).

La dose inalata è definita come la misura del gas tossico presente nell'aria inspirata e viene calcolata per integrazione della curva concentrazione-tempo della sostanza per il tempo di esposizione.

La FED è il rapporto tra la dose inalata e la dose del gas tossico che determina effetti incapacitanti sul soggetto medio esposto.

Quando FED = 1 si considera che il soggetto è incapacitato.

La norma ISO 13571 propone la seguente formula per il calcolo di FED:

$$X_{FED-gas\ tossici} = \sum_{t_1}^{t_2} \frac{\varphi_{CO}}{35000} \cdot \Delta t_{CO} + \sum_{t_1}^{t_2} \frac{\varphi_{HCN}^{2,36}}{1,20 \cdot 10^6} \cdot \Delta t_{HCN}$$

Dove:

- $\varphi_{CO}$  è la concentrazione di monossido di carbonio espressa in p.p.m;
- $\varphi_{HCN}$  è la concentrazione di acido cianidrico espressa in p.p.m.



La formula sopra indicata individua come gas incapacitanti il monossido di carboni (CO) e l'acido cianidrico (HCN). Questa formula presenta un'incertezza del  $\pm 35\%$ , inoltre, hanno significativa importanza la diminuzione di ossigeno O<sub>2</sub> e la presenza di CO<sub>2</sub> che produce effetti narcotici.

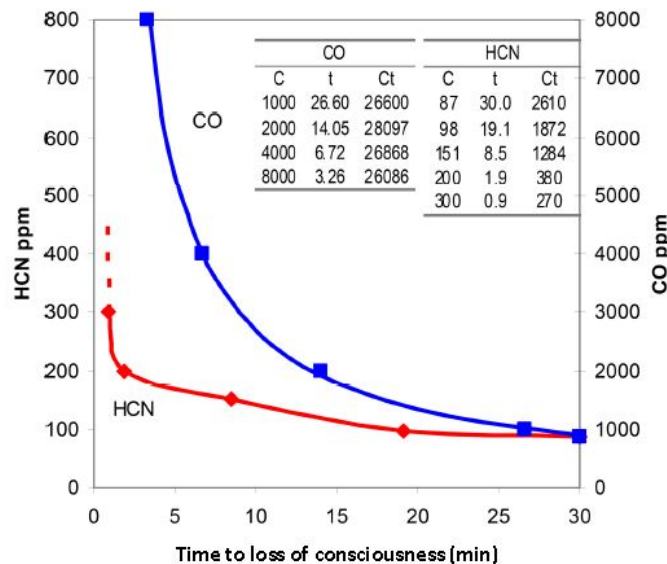


Grafico 1 - Soglie limite di CO ed HCN

Tuttavia, nei casi solitamente analizzati non si raggiungono mai concentrazioni di O<sub>2</sub> inferiori al 13% (limite oltre il quale la diminuzione dell'ossigeno comporta l'asfissia), mentre per quanto riguarda la concentrazione di CO<sub>2</sub> diventano significanti quando superano il 2% in volume (limite oltre il quale si ha l'iperventilazione e l'accentuazione degli effetti dei gas tossici asfissianti). Nei casi normalmente riscontrabili non si raggiungono questi valori pertanto si applica semplicemente un fattore moltiplicativo per considerare l'aumento della frequenza respiratoria.

$$v_{CO_2} = \exp \left[ \frac{\varphi_{CO_2}}{5} \right]$$

Osservando il grafico riportato qui sopra, dove viene illustrato un confronto tra la concentrazione di CO e di HCN, si nota, che per lo stesso tempo di esposizione, ai due gas la quantità incapacitante di concentrazione in p.p.m. di CO risulta molto maggiore rispetto alla quantità di HCN presente nell'aria, così da poter comprendere le reali pericolosità delle concentrazioni dei due gas.



Sostanza	Formula	Soglia di Concentrazione
Monossido di Carbonio	$CO$	< 0,12%
Anidride Carbonica	$CO_2$	< 4%
Acido Cianidrico	$HCN$	< 50 ppm
Ammoniaca	$NH_3$	< 300 ppm
Acido Cloridrico	$HCl$	< 50 ppm
Ossigeno	$O_2$	> 15%

Tabella 30 - Soglie limite dei gas asfissianti secondo CFPA-E No 19:2009

I valori ottenuti dall'elaborazione col programma B-RISK sono i seguenti:

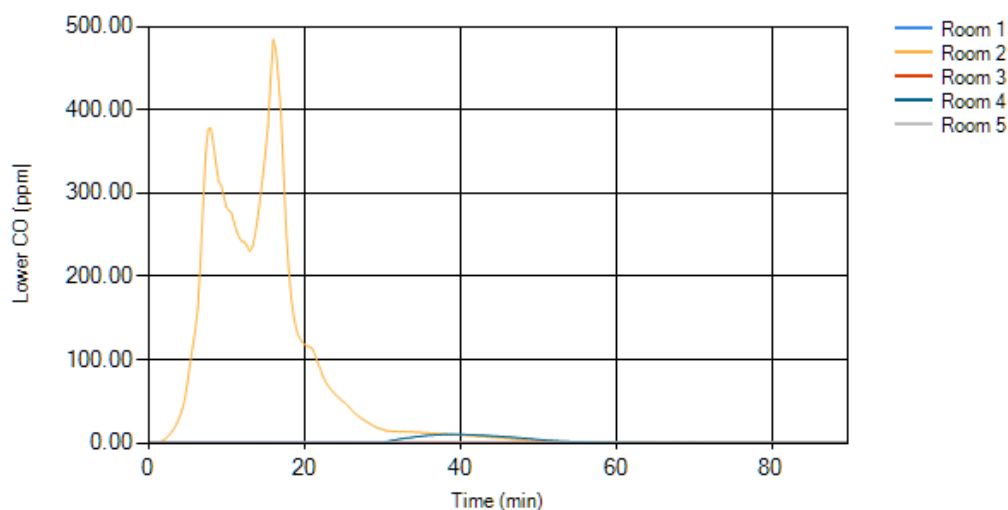


Grafico 2 - Valori di CO (ppm) negli strati bassi

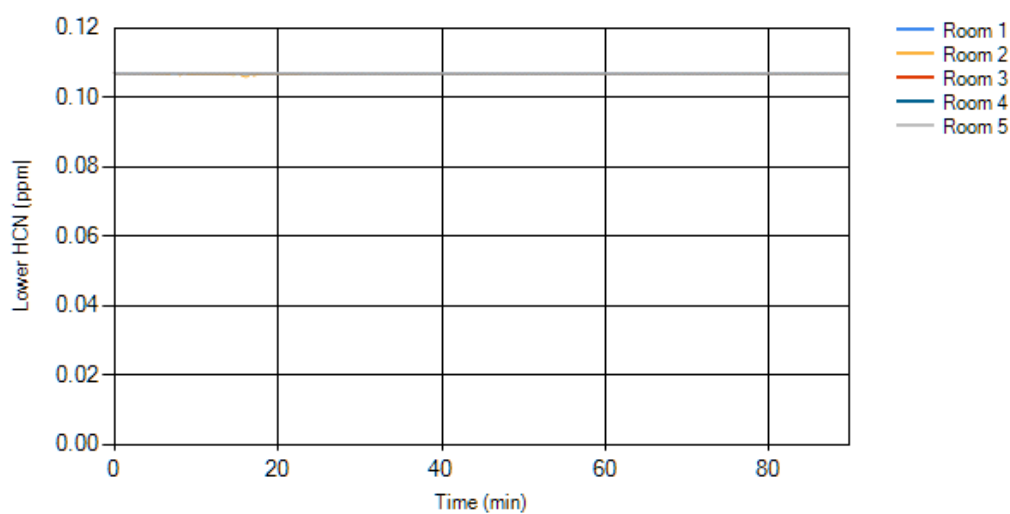


Grafico 3 - Valori di HCN (ppm) negli strati bassi



Ottenuti questi valori è possibile calcolare il tempo necessario alla sopravvivenza all'interno del corridoio che è considerato il locale di riferimento, imponendo:

- $XFED = 0,1$  indica sul soggetto medio esposto presente all'interno dello stesso;
- $\varphi_{CO} \cong 20 \text{ p.p.m}$  indica la concentrazione media di monossido di carbonio espressa in p.p.m presente nella stanza 4 (corridoio);
- $\varphi_{HCN} \cong 0,105 \text{ p.p.m}$  indica la concentrazione di acido cianidrico espressa in p.p.m. presente nella stanza 4 (corridoio), tale valore rimane costante.

Conoscendo tutti questi dati ed applicando la formula inversa si ricava il lasso di tempo a cui una persona riesce a rimanere esposta all'effetto di tali gas incapacitanti:

$$0,10 = \frac{20}{35000} \cdot \Delta t + \frac{0,105^{2,36}}{1,20 \cdot 10^6} \cdot \Delta t$$

Raccolgo  $\Delta t$

$$0,10 = \left( \frac{20}{35000} + \frac{0,105^{2,36}}{1,20 \cdot 10^6} \right) \cdot \Delta t$$

Da cui ottengo

$$\Delta t = \frac{0,1}{\left( \frac{20}{35000} + \frac{0,105^{2,36}}{1,20 \cdot 10^6} \right)} = 175 \text{ minuti}$$

Il tempo sarà pari a  $t_{\text{gas}} = 175$  minuti a cui dovranno essere sommati i circa 2400 secondi necessari per raggiungere questi valori limite, da cui  $t_{\text{gas}} = \mathbf{12900 \text{ secondi}}$ .

### ***Modello dei gas irritanti***

Il modello dei gas irritanti impiega il concetto di FEC (fractional effective concentration) e lo si definisce come il rapporto tra la concentrazione di un gas irritante disponibile per l'inalazione e la concentrazione dello stesso gas che determina effetti incapacitanti sul soggetto medio esposto.

La normativa italiana suggerisce di trascurare il calcolo di questo scenario quando non sono presenti nel focolare materiali che possono fungere da sorgente di gas irritanti se esposti alla fiamma (sostanze o miscele pericolose o cavi elettrici in quantità significative).



## **Modello del calore**

Il modello del calore analizza quanto una persona riesce a resistere al calore prodotto dall'incendio.

È necessario cercare di evitare che si creino danni e problemi di salute conseguenti all'elevata e prolungata esposizione del corpo umano a fonti di calore come per esempio l'ipertermia, le ustioni cutanee e le ustioni delle vie respiratorie.

Per l'analisi di questo modello la normativa propone un approccio basato anch'esso sul FED molto simile a quello dei gas tossici, ma con la seguente formula:

$$X_{FED-calre} = \sum_{t_1}^{t_2} \left( \frac{1}{t_{lrad}} + \frac{1}{t_{lconv}} \right) \cdot \Delta t$$

Dove:

- $t_{lrad}$  è il tempo incapacitante per il calore radiante;
- $t_{lconv}$  è il tempo incapacitante per il calore convettivo.

Questi due calori sono calcolati in funzione della condizione di abbigliamento dei soggetti seguendo le formule riportate dalla norma ISO 13571.

Modello di scambio termico	Intensità	Tempo di tolleranza
Radiativo	< 2,5 kW/m <sup>2</sup>	> 5 min
	2,5 kW/m <sup>2</sup>	< 30 sec
	10 kW/m <sup>2</sup>	< 4 sec
Convezione	< 60°C 100% umidità	> 30 min
	100°C <10% umidità	< 8 min
	110°C <10% umidità	< 6 min
	120°C <10% umidità	< 4 min
	130°C <10% umidità	< 3 min
	150°C <10% umidità	< 2 min
	180°C <10% umidità	< 1 min

*Tabella 31 - Limiti di sostenibilità per il calore CFPA-E No 19:2009*

### **Tempo incapacitante per il calore radiativo**

Il limite di sostenibilità del corpo umano per l'esposizione al calore radiante è di circa 2,5 kW/m<sup>2</sup>, sotto tale valore può essere tollerato per oltre 30 minuti senza influire sul tempo necessario per l'esodo, se invece il calore irradiato supera i 2,5 kW/m<sup>2</sup> provoca delle ustioni di II grado ed il tempo di esposizione massimo



diminuisce rapidamente. La normativa dichiara che queste formule sono valide solo se si considera un margine di errore del  $\pm 25\%$ .

Quando il calore irradiato è di  $2,5 \text{ kW/m}^2$  il tempo limite di resistenza umana può essere espresso secondo la seguente relazione:

$$t_{\text{irrad}} = 6,90 \cdot q^{-1,56} [\text{min}]$$

Mentre il tempo per raggiungere la soglia del dolore, per esposizioni a flussi radiativi maggiori di  $2,5 \text{ kW/m}^2$ , può essere espresso secondo la seguente relazione:

$$t_{\text{irrad}} = 4,20 \cdot q^{-1,9} [\text{min}]$$

In entrambe le relazioni il termine  $q$  indica il flusso termico radiante [ $\text{kW/m}^2$ ].

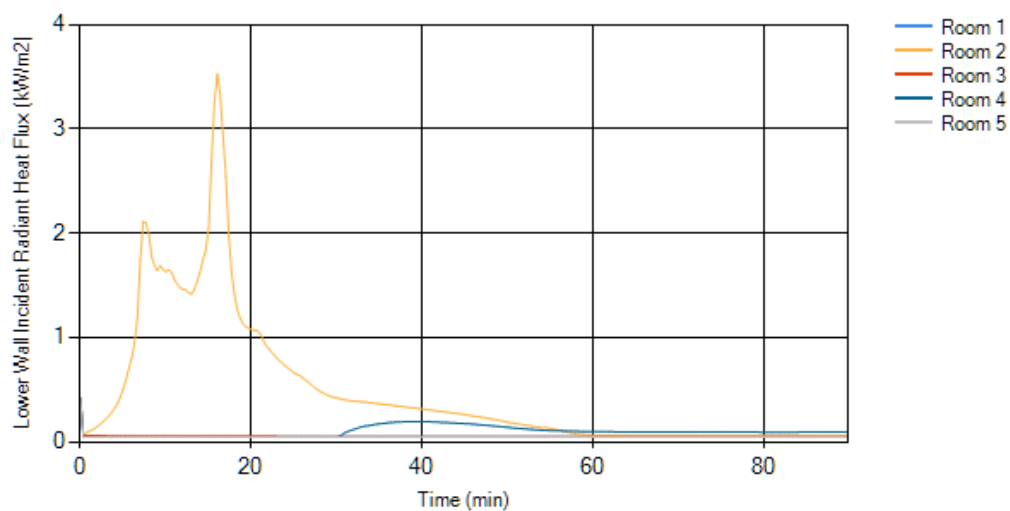


Grafico 4 - Calore radiante incidente negli strati bassi del muro

Dal diagramma riportato qui sopra si osserva che il picco di calore incidente corrisponde a circa  $0.20 \text{ kW/m}^2$  e si ottiene a circa 40 minuti dall'inizio dell'incendio per quanto riguarda il corridoio ed applicando le formule precedentemente descritte si ottiene:

$$t_{\text{irrad}} = 6,90 \cdot 0.20^{-1,56} = 85 \text{ min}$$

$$t_{\text{irrad}} = 4,20 \cdot 0.2^{-1,9} = 89 \text{ min}$$

### Tempo incapacitante per il calore convettivo

Dopo aver calcolato il tempo incapacitante prodotto dal calore radiativo si passa al calcolo del tempo incapacitante prodotto dal calore convettivo. Tale calcolo viene



eseguito considerando che l'aria contenga meno del 10% del vapore acqueo in volume e può essere svolto secondo una formula i cui valori dipendono dal tipo di abbigliamento indossato dagli occupanti e dalla temperatura ambientale.

Nel nostro caso la formula da utilizzare sarà la seguente (dato si considera che le persone dormano con vestiti leggeri):

$$t_{lconv} = (4,10 \cdot 10^8) \cdot T^{-3,61} [min]$$

T è la temperatura espressa in gradi Celsius e viene individuata osservando il seguente grafico, in cui si fa riferimento alla temperatura raggiunta negli strati bassi della parete (altezza circa di 1,70 m)

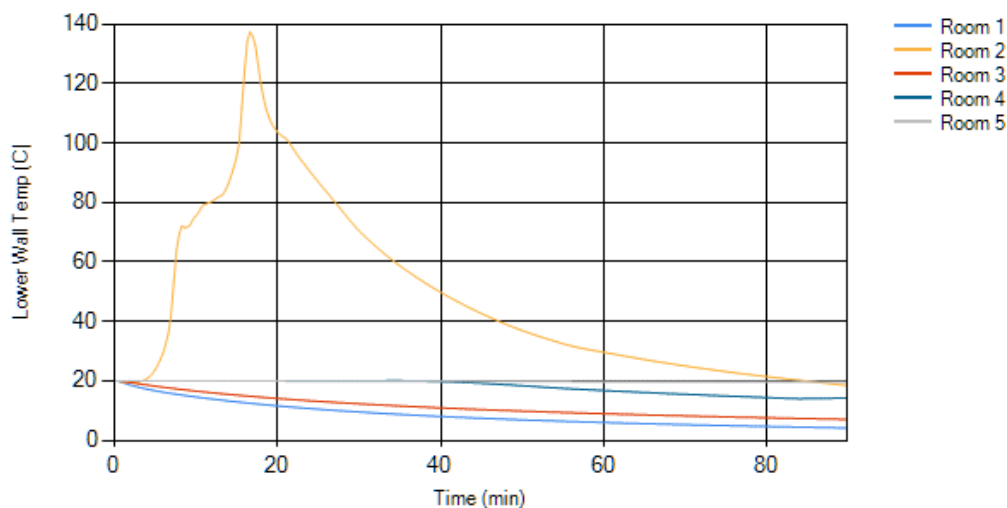


Grafico 5 - Temperatura negli strati bassi della parete

Osservando il grafico si verifica che la temperatura °C

$$t_{lconv} = (4,10 \cdot 10^8) \cdot 20^{-3,61} = 8243 min$$

Come per il calcolo del tempo di esposizione alla temperatura radiante, anche in questo caso la norma ISO riporta che il margine d'errore per la stima di questo tempo può essere dell'ordine del  $\pm 25\%$ .

La norma impone, anche per questo caso, il valore di FED pari ad 0,1 e lo associa, come lo era stato per il modello dei gas tossici, al valore limite per la creazione di effetti incapacitanti all'esodo su occupanti medi. La verifica del modello calore può essere semplificata a favore di sicurezza con i seguenti valori di soglia:

- irraggiamento sugli occupanti  $\leq 2,5 \text{ kW/m}^2$  (temperatura media dei gas caldi  $< 200^\circ\text{C}$ );





- temperatura ambiente  $\leq 60^{\circ}\text{C}$ .

Sostituendo i valori sopra calcolati si avrà che:

$$0,1 = \left( \frac{1}{85} + \frac{1}{8243} \right) \cdot \Delta t$$

Da cui:

$$\Delta t_{calore} = \frac{0,1}{\left( \frac{1}{85} + \frac{1}{8243} \right)} = 8,41 \text{ min}$$

Il secondo termine di questa analisi che si dovrà considerare è il tempo  $t_{calore} = 8.41$  minuti a cui dovranno essere sommati i circa 2400 secondi necessari per raggiungere questi valori limite, da cui  **$t_{calore} = 2905$  secondi**.

### ***Modello di visibilità***

Il modello di visibilità si basa sul concetto del minimo contrasto percettibile, cioè la minima differenza di luminosità visibile tra un oggetto ed il suo sfondo, stimando come limite incapacitante degli occupanti di vedere oltre il palmo delle loro mani (0,50 m), perché ciò crea disorientamento nonostante il soggetto si trovi in un luogo a lui familiare, fino ad arrivare al limite in cui non è più in grado di individuare porte, finestre e muri. La relazione che permette di legare il valore della visibilità  $L$  alla massa volumica dei fumi  $\rho_{smoke}$  è la seguente:

$$C = \sigma \cdot \rho_{smoke} \cdot L$$

Dove:

- $L$  è la visibilità espressa in metri;
- $C$  è una costante adimensionale che dipende dal tipo di cartellonistica presente:
  - $C=3$  se la cartellonistica di esodo è riflettente e non retroilluminata;
  - $C=8$  se la cartellonistica di esodo è retroilluminata;
- $\sigma$  è il coefficiente massico di estinzione della luce pari a  $10 \text{ m}^2/\text{g}$ ;
- $\rho_{smoke}$  è la massa volumica dei fumi  $\text{g}/\text{m}^3$ .

Con questa relazione i modelli di calcolo restituiscono direttamente i valori di  $\rho_{smoke}$  e calcolano la visibilità  $L$  per ogni punto degli ambienti simulati.

Dai risultati ottenuti dal programma, presenti nel grafico posto nella pagina seguente, si evince che la visibilità all'interno del locale 4 (corridoio) non scende mai al di sotto del valore di 1m, quindi si decide di trascurare il risultato derivante da questo modello di calcolo.

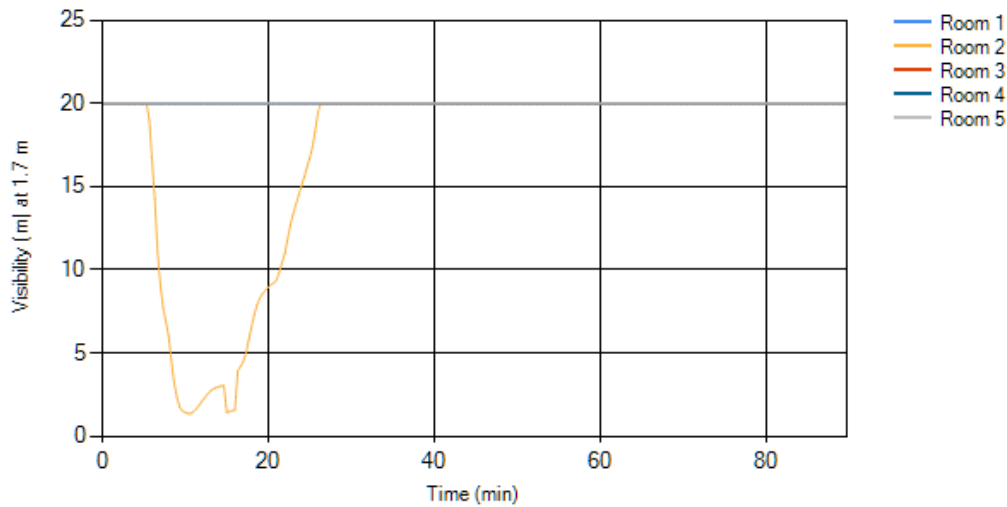


Grafico 6 - Valore limite di visibilità

### Calcolo di ASET

Vengono qui di seguito riportati i tempi calcolati con i vari modelli:

- Modello dei gas tossici  $t_{\text{gas}} = 12900$  secondi;
- Modello del calore  $t_{\text{calore}} = 2905$  secondi.

Secondo la norma ISO 13571, si considera come ASET il valore più piccolo dei valori calcolati, quindi più pericoloso per quanto riguarda gli effetti incapacitanti. Si evince che  $t_{\text{ASET}} = 2905$  secondi.

### 6.10.3 Calcolo di RSET

Per il calcolo analitico di RSET si fa riferimento a quanto riportato dalla norma ISO-TR 16738, dove come primo elemento, in base al fattore di  $R_{\text{vita}}$  si individua la condizione che gli occupanti del compartimento hanno nei confronti dell'ambiente in cui si trovano, per fare ciò si fa riferimento alla tabella D.1 posta nella pagina seguente. Con il tempo di RSET si calcola il tempo che intercorre tra il momento d'innesco dell'incendio ed il momento in cui gli occupanti dell'edificio raggiungono il luogo sicuro temporaneo più vicino e viene calcolato secondo la seguente formula:

$$RSET = t_{\text{det}} + t_a + t_{\text{pre}} + t_{\text{tra}}$$

Dove gli elementi della formula rappresentano:

- $t_{\text{det}}$ : "detection time" è il tempo di rilevazione: dipende dal sistema di rilevazione e dallo scenario d'incendio. Rappresenta il tempo che passa tra



Category	Occupant alertness	Occupant familiarity	Occupant density	Enclosures/complexity	Examples of occupancy types
A	Awake	Familiar	Low	One or many	Office or workshop areas
B1	Awake	Unfamiliar	High	One or few	Shop, restaurant, circulation space, bar
B2	Awake	Unfamiliar	High	One with focal point	Cinema or theatre auditorium
C	Asleep	Familiar	Low	Few	Dwelling bedroom
Ci	Individual occupancy				Without 24 h on-site management
Cii	Managed occupancy				Bedroom in serviced flats, halls of residence, residence, etc.
Ciii	Asleep	Unfamiliar	Low	Many	Hotel, hostel bedroom
D	Medical care	Unfamiliar	Low	Many	Residential (institutional)
E	Transportation	Unfamiliar	High	Many	Railway station/airport halls

Tabella 32 - Vari scenari comportamentali in base ai tipi di occupazione – Tabella D.1 dalla norma ISO-TR 16738

l'inizio del processo di combustione e la sua rilevazione (tramite un sistema automatico o manuale), il suo valore varia in base al tipo d'impianto e alla capacità delle persone presenti di rilevare e segnalare l'incendio;

- $t_a$ : "alarm time" è il tempo che intercorre tra la rilevazione dell'incendio e la diffusione generale agli occupanti tramite un sistema di allarme. Viene considerata pari a ZERO perché la rilevazione attiva direttamente l'allarme generale dell'edificio;
- $t_{pre}$ : "pre-movement time" è il tempo di pre-movimento: rappresenta il tempo necessario agli occupanti di svolgere una serie di attività che precedono il movimento verso il luogo sicuro, inizia quando viene percepito l'allarme e termina quando la prima persona inizia a muoversi verso l'uscita. È composto da:
  - Un tempo di riconoscimento ( $t_{pre(1st)}$ ): in questo lasso di tempo gli occupanti continuano a svolgere le attività che stavano svolgendo prima dell'allarme generale, fino a quando non riconoscono l'esigenza di rispondere all'allarme. Viene ricavato secondo la distribuzione statistica di  $t_{pre}$ ;
  - Un tempo di risposta ( $t_{pre(99th)}$ ): in questo periodo di tempo gli occupanti cessano le loro attività normali e si dedicano ad attività legate all'emergenza. Viene ricavato secondo la distribuzione statistica di  $t_{pre}$ ;



- $t_{tra}$ : “travel time” è il tempo di movimento, e rappresenta il tempo impiegato dagli occupanti per raggiungere un luogo sicuro dal termine del tempo di pre-movimento. Questo tempo dipende dalla:
  - Distanza degli occupanti dalle vie d’esodo (calcolate in pianta);
  - Velocità di esodo, dipendentemente dalla tipologia degli occupanti, dalle loro interazioni con l’ambiente costruito e dagli effetti dell’incendio;
  - Dalla portata delle vie d’esodo, dipendentemente dalle loro dimensioni, dalla geometria, dai dislivelli e dagli ostacoli.

Può essere distinto in due categorie:

- $t_{tra(press)}$  è il tempo necessario all’occupante più lontano per dirigersi all’uscita verso il luogo sicuro temporaneo dal luogo in cui si trova. Questo valore dipenderà dalla posizione iniziale della persona nel compartimento e dal suo percorso di esodo;
- $t_{tra(coda)}$  è il tempo di attesa che l’occupante passerà in coda per raggiungere il luogo sicuro temporaneo. Questo valore dipenderà dalla geometria della via d’esodo e dal numero degli occupanti in attesa all’uscita.

Con il fine di ridurre la complessità delle iterazioni tra la distribuzione statistica del tempo di pre-evacuazione e gli altri tempi elementari che compongono  $t_{RSET}$  si segue la procedura dettata dalla norma ISO-TR 16738, dove il tempo di RSET viene assunto come il tempo più gravoso di quelli calcolati con le seguenti formule:

- Si considera una densità di popolazione pari ad  $\frac{1}{4}$  della popolazione di progetto (20 persone), quindi una densità bassa:

$$RSET_1 = t_{det} + t_a + t_{pre(99^\circ \text{ percentile})} + t_{tra(pres)}$$

- Si considera la densità massima di popolazione di progetto (80 persone), cioè quando una densità di popolazione elevata:

$$RSET_2 = t_{det} + t_a + t_{pre(1^\circ \text{ percentile})} + t_{tra(pres)} + t_{tra(coda)}$$

Si considereranno inoltre i seguenti fattori:

- La distanza percorsa dall’occupante più lontano, corrisponde alla massima lunghezza d’esodo ammessa per la specifica tipologia di attività;
- Per calcolare  $t_{tra(coda)}$  non verranno esclusi gli occupanti che dalla coda hanno già raggiunto il luogo sicuro temporaneo, nell’istante in cui si presentano gli ultimi occupanti.



### Calcolo di $t_a + t_{det}$

La stima di questi due valori viene fatta in maniera deterministica, seguendo quanto riportato dalla norma ISO. Esaminando nei vari testi/manuali risulta che questi due tempi vengono uniti in un'unica tabella ed il loro valore varia in base al profilo  $R_{vita}$  del compartimento.

Si considererà quindi il compartimento con  $R_{vita}$  maggiore presente all'interno del fabbricato (ovvero le residenze comuni che possiedono un profilo di  $R_{vita}$  pari a Cii2).

La norma quindi assegnerà un tempo di rilevazione ed allarme  $t_{det} + t_a = 180 \text{ sec}$ .

$R_{vita}$	$t_{det}+t_a$ [s]	Descrizione
A1	360	Attività a basso rischio, probabilmente sprovviste di IRAI, basso livello di prestazione per la gestione della sicurezza antincendio.
A2	180	Attività probabilmente provviste di IRAI, livello di prestazione per la gestione della sicurezza antincendio medio.
A3	120	Attività dotate di IRAI, livello di prestazione per la gestione della sicurezza antincendio medio-elevato, addetti formati al rischio antincendio, compartimenti di ridotte dimensioni.
A4	120	Attività dotate di IRAI, livello di prestazione per la gestione della sicurezza antincendio elevato, addetti formati al rischio antincendio, compartimenti di ridotte dimensioni.
B1	360	Attività a basso rischio, probabilmente sprovviste di IRAI, basso livello di prestazione per la gestione della sicurezza antincendio, presenza di pubblico non specificamente formato.
B2	180	Attività dotate di IRAI, livello di prestazione per la gestione della sicurezza antincendio medio, addetti formati al rischio antincendio, presenza di pubblico non specificamente formato.
B3	180	Attività dotate di IRAI e probabilmente di sistema EVAC, livello di prestazione per la gestione della sicurezza antincendio medio-elevato, addetti formati al rischio antincendio, presenza di pubblico non specificamente formato, compartimenti di ridotte dimensioni.
Ciii1	360	Attività a basso rischio, probabilmente sprovviste di IRAI, basso livello di prestazione per la gestione della sicurezza antincendio, presenza di pubblico non specificamente formato.
Ciii2	180	Attività dotate di IRAI, livello di prestazione per la gestione della sicurezza antincendio medio, addetti formati al rischio antincendio, presenza di pubblico non specificamente formato.

Tabella 33 - Tabella per la determinazione di  $t_{det}+t_a$  in base al profilo  $R_{vita}$

### Calcolo di $t_{pre}$

Per il calcolo di  $t_{pre}$  si fa riferimento a quanto riportato dalla norma ISO. Questi valori vengono determinati seguendo la *tabella E.2*, riportata qui di seguito, tali valori dipendono:

- Dal sistema d'allarme sull'attività di pre-movimento (livelli A1, A2, A3):
  - **A1**, sistema di rilevazione automatica presente in tutto l'edificio: l'attivazione sarà di tipo generale ed immediato ed interesserà tutte le parti dell'edificio;



- **A2**, rilevamento automatico in tutto l'edificio: fornirà all'inizio un preallarme attivabile manualmente a cui seguirà un allarme generale (se il preallarme viene ignorato);
- **A3**, rilevamento automatico locale e solo nella vicinanza dell'incendio: sarà attivabile anche manualmente e suonerà in tutte le zone interessate.
- Dagli effetti della complessità dell'edificio sul tempo di evacuazione verso un percorso protetto (livelli B1, B2, B3):
  - **B1**, edificio mono piano e regolare con distribuzione interna omogenea progettato seguendo le prescrizioni normative e con brevi e semplici percorsi di esodo con uscite che immettono direttamente all'esterno dell'edificio;
  - **B2**, edificio semplice multipiano costruito seguendo le normative e con distribuzione interna semplice;
  - **B3**, edificio di grandi dimensioni con layout interni complessi che inducono in difficoltà gli occupanti nell'individuazione delle vie d'uscita e nell'azione di sfollamento.
- Dalla classificazione delle caratteristiche della gestione della sicurezza e degli effetti sul tempo di evacuazione (livelli M1, M2, M3):
  - **M1**, gli occupanti sono addestrati per un alto livello di sicurezza antincendio, nel caso di persone che non hanno familiarità con l'edificio vi è la presenza di personale addestrato. Questo livello include edifici che presentano delle vie di fuga ben progettate e facili da usare (livelli B1 o B2) e con sistemi di rilevamento ed allarme automatici di alto livello prestazionale (livello A1);
  - **M2**, è simile al livello M1 ma con una quantità di personale addestrato inferiore o non presente in maniera continua al piano. L'edificio per quanto riguarda la sua complessità potrà essere di classe B2 o B3 mentre la classe di allarme di tipo A2. I tempi di fuga ed evacuazione sono più alti del livello M1;
  - **M3**, è valido per strutture standard sia con un livello di gestione sia con di sicurezza antincendio minimo. Il tipo di edificio potrà essere di tipo B3 e possedere un allarme di tipo A3. Gli edifici compresi in questa classe non sono adatti ad una progettazione ingegneristica dell'incendio, a meno che non vengano prese in considerazione misure suppletive per



umentarne la sicurezza, come per esempio delle restrizioni sulle prestazioni antincendio dei contenuti, livelli elevati di protezione passiva e/o presenza di sistemi attivi.

I valori dei tempi di promovimento dipenderanno anche dagli scenari complementari e dalle ipotesi sulle misure di sicurezza presenti.

Per quanto riguarda le residenze comuni presenti in Casa Bossi, dato che rientrano nel profilo di R<sub>vita</sub> Cii2, i tempi di T<sub>pre</sub> saranno:

- $t_{pre (1^\circ)}$ : 600 sec;
- $t_{pre (99^\circ)}$ : 1800 sec.

Scenario category and modifier levels <sup>a</sup>	First occupants $t_{pre}$ (1st percentile)	Occupant distribution $t_{pre}$ (99th percentile)
<b>A: Awake and familiar</b>		
M1 B1 – B2 A1 – A2 <sup>a</sup>	0,5	1,5
M2 B1 – B2 A1 – A2	1	3
M3 B1 – B2 A1 – A3	> 15 <sup>b</sup>	> 30 <sup>b</sup>
For B3, add 0,5 for way-finding.	—	—
M1 normally requires a voice alarm/PA if unfamiliar visitors likely to be present.	—	—
<b>B: Awake and unfamiliar</b>		
M1 B1 A1 – A2	0,5	2,5
M2 B1 A1 – A2	1,0	4,0
M3 B1 A1 – A3	> 15 <sup>b</sup>	> 30 <sup>b</sup>
For B2, add 0,5 for way-finding.	—	—
For B3, add 1,0 for way-finding.	—	—
M1 normally requires a voice alarm/PA.	—	—
<b>Ci: Sleeping and familiar (e.g. dwellings, individual occupancy)</b>		
M2 B1 A1	5 <sup>b</sup>	10 <sup>b</sup>
M3 B1 A3	10 <sup>b</sup>	> 40 <sup>b</sup>
For other units in a block, assume 1 h.	—	—
<b>Cii: Managed occupancy (e.g. serviced apartments, hall of residence)</b>		
M1 B2 A1 – A2	10 <sup>b</sup>	30 <sup>b</sup>
M2 B2 A1 – A2	15 <sup>b</sup>	40 <sup>b</sup>
M3 B2 A1 – A3	> 20	> 40
<b>Ciii: Sleeping and unfamiliar (e.g. hotel, boarding house)</b>		
M1 B2 A1 – A2	15 <sup>b</sup>	30 <sup>b</sup>
M2 B2 A1 – A2	20 <sup>b</sup>	40 <sup>b</sup>
M3 B2 A1 – A3	> 20 <sup>b</sup>	> 40 <sup>b</sup>
For B3, add 1,0 for way-finding.	—	—
M1 normally requires a voice alarm/PA.	—	—

Tabella 34 - Tempi di attività pre-movimento suggeriti per diverse categorie di scenari comportamentali di progettazione – Porzione della tabella E.2 dalla norma ISO-TR 16738



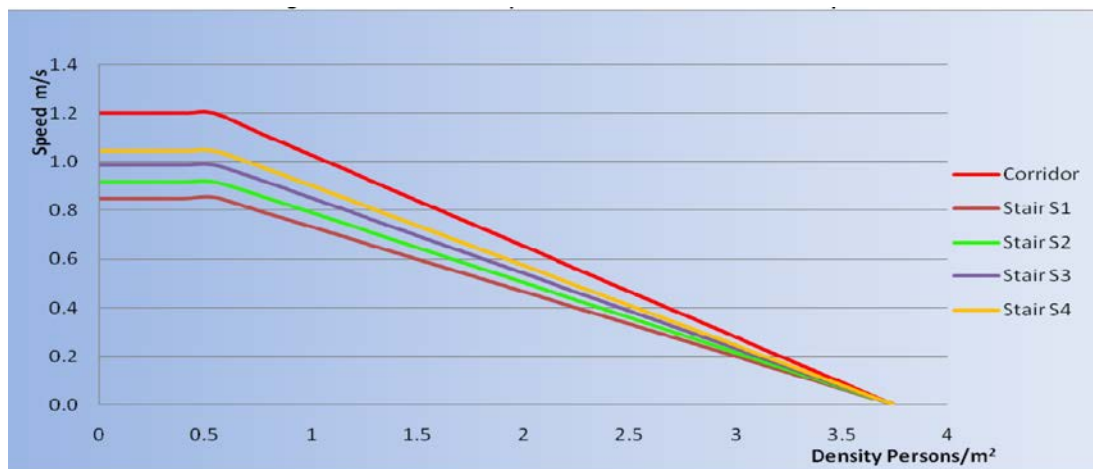
## ***Calcolo di $t_{tra}$***

Le analisi finali riguardanti il tempo di movimento, data la complessità dell'edificio, verranno eseguite soltanto per quanto riguarda l'ultimo piano, cioè l'area in cui sono collocate le residenze comuni con maggiore lunghezza di esodo.

### **Velocità di movimento orizzontale**

Il primo passo per determinare il tempo di movimento è la determinazione della velocità di movimento. Per quanto riguarda il calcolo del tempo di esodo viene calcolata sia quella verticale che quella orizzontale; entrambe dipendono principalmente dall'affollamento.

Nel calcolo della velocità di movimento orizzontale si considera la velocità rimanga costante a 1,20 m/s fino ad una densità di affollamento di 0,54 persone/m<sup>2</sup> e poi continua a decrescere, fino ad arrivare ad annullarsi, quando la densità di affollamento raggiunge il valore di 3,80 persone/m<sup>2</sup>. Tutto ciò può essere riassunto osservando la linea rossa nel seguente grafico:



*Grafico 7 - Velocità di movimento in funzione della densità – Diagramma dalla CFPA-E No 19:2009*

Si nota che questo valore risulta molto variabile, in quanto la velocità di movimentazione delle persone dipende anche dall'età degli individui e dalla loro condizione fisica e mentale, come riportato nella tabella ricavata CFPA-E No 19:2009 presente nella pagina seguente. Nei calcoli, qui di seguito eseguiti, è stata considerata la seguente densità di affollamento: porzione di corridoio che interessa





una sola uscita di emergenza (10 persone) - 0,37 persone/m<sup>2</sup>, quindi la velocità orizzontale per quelle porzioni di fabbricato in cui l'affollamento risulta inferiore ad 0,54 persone/m<sup>2</sup>, viene considerata pari a 1,20 m/s, mentre per quanto riguarda il filtro a prova di fumo la densità sale fino a 3.50 persone/m<sup>2</sup>, in questo caso la velocità viene calcolata seguendo la formula fornita dalla norma ISO:

$$S = k - a \cdot k \cdot D$$

Speed on horizontal surface				
Subject Group	Mean	Standard deviation	Range	Interquartile range
All disabled	1,00	0,42	0,10-1,77	0,71-1,28
With locomotion disabilities	0,80	0,32	0,24-1,68	0,57-1,02
No aid	0,95	0,32	0,24-0,1,68	0,70-1,02
Crutches	0,94	0,30	0,63-1,35	0,67-1,24
Walking sticks	0,81	0,38	0,26-1,60	0,49-1,08
Rollator	0,57	0,29	0,10-1,02	0,34-0,83
No locomotion disability	1,25	0,32	0,82-1,77	1,05-1,34
Electric wheelchair	0,89	-	0,85-1,77	-
Manual wheelchair	0,69	0,35	0,13-1,35	0,38-0,94
Manual wheelchair	0,36	0,14	0,11-0,70	0,20-0,47
Assisted manual wheelchair	1,30	0,94	0,84-1,98	1,02-1,59
Assisted ambulant	0,78	0,34	0,21-1,40	0,58-0,92

Tabella 35 - Movimento delle persone: il tempo di evacuazione

Dove:

- $D$  è la densità di affollamento;
- $k$  è il coefficiente della velocità orizzontale e viene posto uguale a  $k = 1,40$ ;
- $a$  è una costante viene posta uguale ad  $a=0,266$ .

Riassumendo si otterranno le seguenti velocità orizzontali:

ELEMENTO	DENSITA' [persone/m <sup>2</sup> ]	VELOCITA' [m/s]
Corridoio	0,202	<b>1,200</b>
Filtro fumo	3,448	<b>0,116</b>

Tabella 36 - Calcolo della velocità di movimento orizzontale

### Velocità di movimento verticale

Per quanto riguarda la velocità di movimento verticale la normativa assume tale velocità come un valore medio tra gli 0,7 m/s ed i 0,8 m/s. Essa dipende anche dall'età e dal sesso delle persone (in quanto varia dai 1,01 m/s per gli uomini sotto i



30 ai 0,6 m/s per le donne oltre i 50 anni) inoltre varierà anche in base alle caratteristiche geometriche delle vie di esodo verticali e al massimo flusso specifico, come riportato in *tabella G.2*:

Exit route element		$k^a$	Travel speed m/s	Maximum specific flow $F_{Smax}$ persons/m/s of effective width
Corridor, aisle, ramp, doorway		1,40	1,19	1,19
Stair riser mm	Stair tread mm	—	—	—
191	254	1,00	0,85	0,94
178	279	1,08	0,95	1,01
165	305	1,16	1,00	1,09
165	330	1,23	1,05	1,16

<sup>a</sup> Constants for Equation (G.1), effects of density on travel speed.

*Tabella 37 - Velocità di movimento e portate massime senza impedimenti per la corsa orizzontale e in salita – Tabella G.2 dalla norma ISO-TR 16738*

Dato che l'esodo è simultaneo (viene evacuato tutto l'edificio contemporaneamente) la densità di affollamento delle scale risulterà pari a:

- 0,323 pers/m<sup>2</sup> se viene evacuato un piano;
- 0,775 pers/m<sup>2</sup> se vengono evacuati due piani;
- 3,23 pers/m<sup>2</sup> se vengono evacuati tre piani, ipotizzando che nel museo siano presenti mediamente 76 persone.

La velocità di esodo risulta:

$$S = k^a - a \cdot k^a \cdot D$$

Dove:

- $k^a$  è il coefficiente della velocità verticale e dipende dalle caratteristiche di alzata e pedata della scala, assunto pari a  $k^a=1,160$ ;
- $a$  è una costante viene posta uguale ad  $a=0,266$ ;
- $D$  è la densità di affollamento, e viene espressa in persone/m<sup>2</sup>.

Riassumendo si otterranno così le seguenti velocità verticali:

ELEMENTO	DENSITA' [persone/m <sup>2</sup> ]	VELOCITA' [m/s]
Rampa evacuazione 1 piano	0,323	1,060
Rampa evacuazione 2 piani	0,775	0,921
Rampa evacuazione 3 piani	3,230	0,163

*Tabella 38 - Calcolo della velocità di movimento verticale*



### Flusso specifico per le vie d'esodo orizzontali e verticali

Il flusso specifico per le vie d'esodo orizzontali e verticali dipende dalla densità degli occupanti e dalla loro velocità di spostamento ed indica il numero di persone che attraversano un punto per metro di effettiva larghezza (porte e vie di passaggio) al secondo. Il massimo flusso specifico si ricava con la seguente relazione:

$$F_s = S \cdot D$$

Dove:

- S è la velocità lungo la linea di movimento (m/s);
- D è la densità di affollamento (persone/m<sup>2</sup>).

ELEMENTO	DENSITA' [persone/m <sup>2</sup> ]	VELOCITA' [m/s]	FLUSSO SPECIFICO [persone/(ms)]
Corridoio	0,202	1,20	0,243
Filtro fumo	3,448	0,116	0,400
Rampa evacuazione 1 piano	0,323	1,060	0,342
Rampa evacuazione 2 piani	0,775	0,921	0,714
Rampa evacuazione 3 piani	3,230	0,163	0,528

Tabella 39 - Calcolo del flusso specifico

I flussi specifici calcolati risultano conformi a quanto riportato dal seguente grafico:

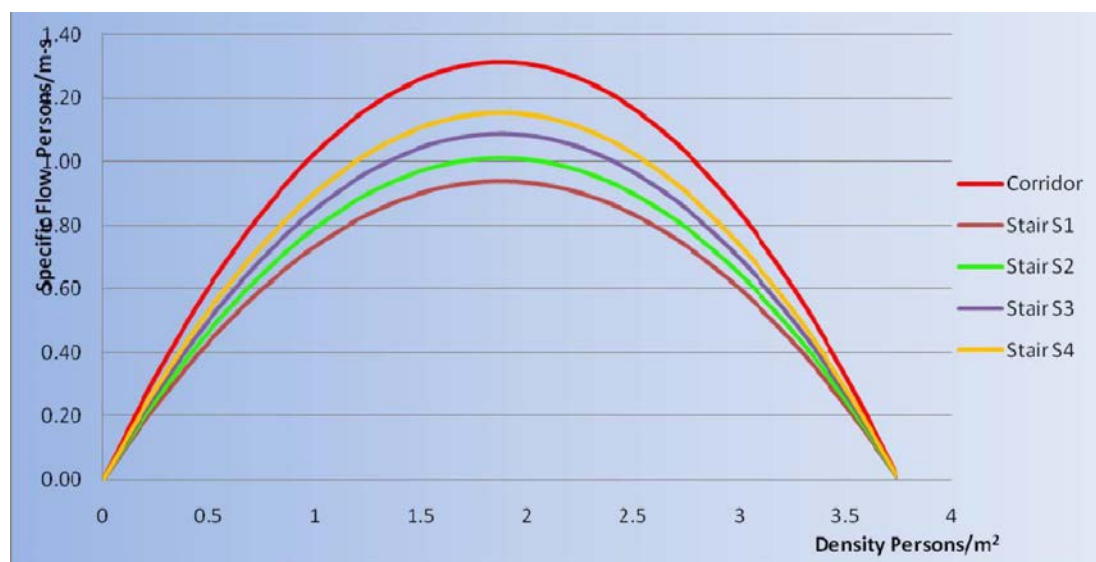


Grafico 8 - Flusso specifico in funzione della densità – Diagramma dalla CFPA-E No 19:2009



### Capacità di flusso

La capacità di flusso indica il numero degli occupanti che passano in un secondo attraverso un ingresso e si ottiene moltiplicando il flusso specifico (calcolato in precedenza) per l'effettiva larghezza dell'elemento (corridoi, porte, ecc.). Le riduzioni di larghezza dell'elemento che si dovranno apportare seguono i seguenti schemi

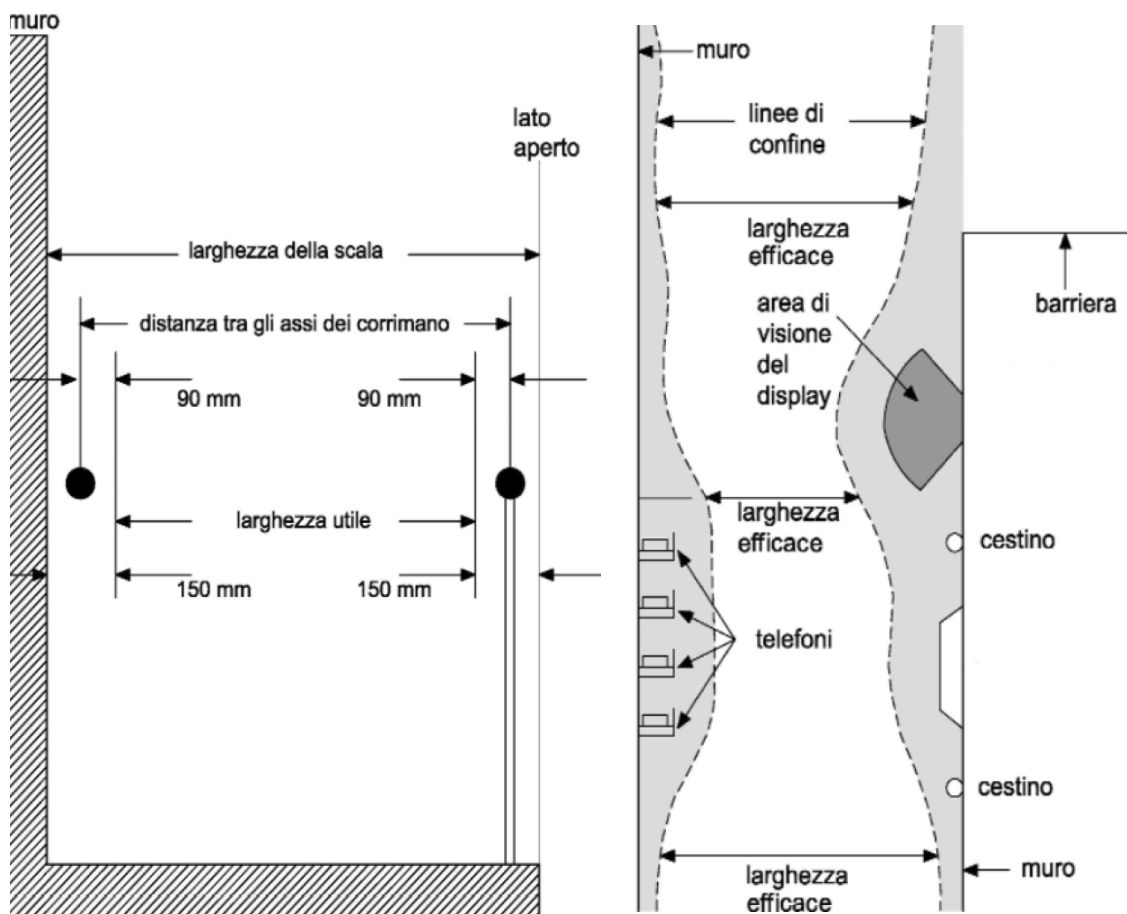


Figura 100 - Possibili riduzioni di larghezza delle vie di esodo

Si applica quindi la seguente relazione:

$$F_C = F_S \cdot W_e$$

Dove:

- $F_S$  è il flusso specifico, calcolato in precedenza;
- $W_e$  è la larghezza effettiva del passaggio, espressa in metri.

La capacità di flusso risulterà quindi pari ad:



<b>ELEMENTO</b>	<b>FLUSSO SPECIFICO [pp/(ms)]</b>	<b>LARGHEZZA EFFETTIVA DI PASSAGGIO [m]</b>	<b>CAPACITA' DI FLUSSO [pp/s]</b>
Corridoio	0,243	1,18	0,287
Prima porta di piano	0,243	0,90	0,219
Filtro fumo	0,400	1,18	0,471
Seconda porta di piano	0,400	0,90	0,360
Rampa evacuazione 1 piano	0,342	1,30	0,445
Rampa evacuazione 2 piani	0,714	1,30	0,928
Rampa evacuazione 3 piani	0,528	1,30	0,686

Tabella 40 - Calcolo della capacità di flusso

**Tempo di movimento per basse densità di affollamento**

Quando la densità di affollamento degli ambienti è bassa, dal modello idraulico, utilizzato fino ad ora, risulta che il percorso fatto dagli occupanti non è disturbato dalla presenza di altre persone: quindi non vi è il pericolo che si formino code. Il tempo impiegato da un occupante per percorrere un tratto di via d'esodo di lunghezza  $L_{es}$  ad una velocità costante  $V$  è pari a:

$$t_{tra(pres)} = \frac{L_{es}}{V}$$

I tempi di percorrenza dei singoli spazi saranno pari ad:

<b>ELEMENTO</b>	<b>LUNGHEZZA [m]</b>	<b>VELOCITA' [m/s]</b>	<b>TEMPO [s]</b>
Corridoio 3° piano	19,8	1,20	16,50
Filtro fumo 3° piano	2,21	0,116	19,07
Rampa 3°-2° piano	45,16	1,060	18,33
(evacuazione un piano)	25,72	0,921	13,97
Rampa 2°-1° piano	12,86	0,163	78,72

Tabella 41 - Calcolo dei tempi di percorrenza

**Tempo di movimento per alti affollamenti (tempo di passaggio)**

Quando la densità di affollamento è elevata, dal modello idraulico, risulta che vi sono delle interazioni tra le persone in movimento e quindi è più marcato il rischio che si formino code significative in corrispondenza delle vie d'esodo. Secondo tale



modello il flusso occupato dalle persone che impiegano una via d'esodo aumenta linearmente con la larghezza efficace della via d'esodo.

Applicando questi ragionamenti si ricava il numero degli occupanti  $P$  che transitano attraverso un componente orizzontale o verticale del sistema di esodo al tempo  $t_{tra(1)}$  che risulta pari ad:

$$P = F_s \cdot t_{tra(coda)} \cdot W_{eff} = F_c \cdot t_{tra(coda)}$$

Nota il numero di occupanti risulterà facile ricavare il tempo di attraversamento:

$$t_{tra(coda)} = \frac{P}{F_c} [s]$$

I risultati ottenuti sono riportati nella tabella posta nella pagina seguente:

ELEMENTO	NUMERO DI PERSONE	CAPACITA' DI FLUSSO [persone/s]	TEMPO DI PASSAGGIO [s]
Prima porta di piano	10	0,219	2,19
Filtro fumo	10	0,471	4,71
Seconda porta di piano	10	0,360	3,60
Rampa 3°-2° piano	10	0,445	4,45
(evacuazione di un piano)	24	0,928	22,72
Rampa 2°-1° piano	100	0,686	68,6

Tabella 42 - Calcolo dei tempi di passaggio

### **Calcolo RSET per evacuare l'intero edificio**

Dopo aver calcolato i vari elementi che comporranno tutte le voci necessarie per il calcolo dei due RSET si eseguiranno le varie combinazioni che serviranno per determinare sia  $RSET_1$  che  $RSET_2$ .

Dopo aver eseguito queste due operazioni si confronteranno i risultati e si prenderà quella più gravosa che indicherà il valore di RSET effettivamente cercato:

- **Calcolo di  $RSET_1$**

Per eseguire questo calcolo si applicherà la seguente formula:

$$RSET_1 = t_{det} + t_a + t_{pre(99^\circ \text{percentile})} + t_{tra(pres)}$$

I valori noti utilizzati sono i seguenti:

- $t_{det} + t_a = 180,00 \text{ s}$ ;
- $t_{pre(99^\circ \text{percentile})} = 1800,00 \text{ s}$ ;



- $t_{\text{corridoio di piano}} = 16,50 \text{ s}$ ;
- $t_{\text{filtro}} = 19,07 \text{ s}$ ;
- $t_{\text{rampa scale } 3^{\circ}\text{-}2^{\circ} \text{ piano}} = 18,33 \text{ s}$ ;
- $t_{\text{rampa scale } 2^{\circ}\text{-}1^{\circ} \text{ piano}} = 13,97 \text{ s}$ ;
- $t_{\text{rampa scale } 1^{\circ} \text{ piano-piano terra}} = 78,72 \text{ s}$ .

Sommando tutti questi tempi si avrà che **RSET<sub>1</sub> = 2126,59 s = 35,44 min.**

Il tempo di transito sarà ricavato annullando  $t_{\text{det}}+t_a$  e  $t_{\text{pre}}$  e sarà pari a:  **$t_{\text{tra}} = 146,59 \text{ s} = 2,44 \text{ min}$**

#### • **Calcolo di RSET<sub>2</sub>**

Per eseguire questo calcolo si applicherà la seguente formula:

$$RSET_2 = t_{\text{det}} + t_a + t_{\text{pre}(1^{\circ} \text{ percentile})} + t_{\text{tra}(\text{pres})} + t_{\text{tra}(\text{coda})}$$

Dove tutti i tempi calcolati sono stati eseguiti considerando la popolazione massima presente in due piani consecutivi dell'edificio, che risulta essere pari ad 80 persone.

I valori noti utilizzati sono i seguenti:

- $t_{\text{det}}+t_a = 180,00 \text{ s}$ ;
- $t_{\text{pre}(1^{\circ} \text{ percentile})} = 600,00 \text{ s}$ ;
- $t_{\text{corridoio di piano}} = 16,50 \text{ s}$ ;
- $t_{\text{coda prima porta di piano}} = 2,19 \text{ s}$ ;
- $t_{\text{filtro}} = 19,07 \text{ s}$ ;
- $t_{\text{coda filtro}} = 4,71 \text{ s}$ ;
- $t_{\text{coda seconda porta di piano}} = 3,60 \text{ s}$ ;
- $t_{\text{rampa scale } 3^{\circ}\text{-}2^{\circ} \text{ piano}} = 18,33 \text{ s}$ ;
- $t_{\text{coda rampa scale } 3^{\circ}\text{-}2^{\circ} \text{ piano}} = 4,45 \text{ s}$ ;
- $t_{\text{rampa scale } 2^{\circ}\text{-}1^{\circ} \text{ piano}} = 13,97 \text{ s}$ ;
- $t_{\text{coda rampa scale } 2^{\circ}\text{-}1^{\circ} \text{ piano}} = 22,72 \text{ s}$ ;
- $t_{\text{rampa scale } 1^{\circ} \text{ piano-piano terra}} = 78,72 \text{ s}$ ;
- $t_{\text{coda rampa scale } 1^{\circ} \text{ piano-piano terra}} = 68,60 \text{ s}$ ;

Sommando tutti questi tempi si avrà che **RSET<sub>2</sub> = 1032,86 s = 17,21 min.**

Il tempo di transito sarà ricavato annullando  $t_{\text{det}}+t_a$  e  $t_{\text{pre}}$  e sarà pari ad  **$t_{\text{tra}} = 252,86 \text{ s} = 4,21 \text{ min}$**

Come tempo di esodo si assumerà il peggiore dei due tempi sopra calcolati, che risulterà pari a **RSET = 45,44 minuti.**



## **Calcolo RSET per raggiungere il luogo sicuro più vicino**

Dopo aver calcolato il tempo necessario agli occupanti per raggiungere l'esterno dell'edificio dal punto più sfavorito del palazzo, si procede al calcolo del tempo RSET necessario alla verifica  $t_{RSET} > t_{ASET}$ . RSET è rappresentato dal tempo che impiega una persona, che si trova nel punto più sfavorito, a raggiungere il luogo sicuro temporaneo più vicino (rappresentato dallo spazio oltre la porta tagliafuoco di piano). Sono riportati qui di seguito i calcoli effettuati in precedenza, considerando solamente il luogo sicuro dinamico da raggiungere più vicino alle persone:

- **Calcolo di RSET<sub>1</sub>**

Per eseguire questo calcolo si seguirà la seguente formula:

$$RSET_1 = t_{det} + t_a + t_{pre(99^\circ \text{percentile})} + t_{tra(pres)}$$

I valori noti utilizzati sono i seguenti:

- $t_{det} + t_a = 180,00 \text{ s}$ ;
- $t_{pre(99^\circ \text{percentile})} = 1800,00 \text{ s}$ ;
- $t_{corridoio \text{ di piano}} = 16,50 \text{ s}$ ;

Sommando tutti questi tempi si avrà che **RSET<sub>1</sub> = 1996,5 s = 33,28 min.**

- **Calcolo di RSET<sub>2</sub>**

Per eseguire questo calcolo si seguirà la seguente formula:

$$RSET_2 = t_{det} + t_a + t_{pre(1^\circ \text{percentile})} + t_{tra(pres)} + t_{tra(coda)}$$

I valori noti utilizzati sono i seguenti:

- $t_{det} + t_a = 180,00 \text{ s}$ ;
- $t_{pre(1^\circ \text{percentile})} = 600,00 \text{ s}$ ;
- $t_{corridoio \text{ di piano}} = 16,50 \text{ s}$ ;
- $t_{coda \text{ prima porta di piano}} = 2,19 \text{ s}$ ;
- $t_{filtro} = 19,07 \text{ s}$ ;
- $t_{coda \text{ filtro}} = 4,71 \text{ s}$ ;
- $t_{coda \text{ seconda porta di piano}} = 3,60 \text{ s}$ ;

Sommando tutti questi tempi si avrà che **RSET<sub>2</sub> = 826,07 s = 13,76 min.**

Assumendo come tempo di esodo il peggiore dei due si avrà che sarà necessario impiegare  **$t_{RSET} = 1997 \text{ s} = 33,28 \text{ min.}$**





#### 6.10.4 Confronto tra ASET e RSET

Confrontando i valori calcolati di ASET e RSET si osserva che quanto imposto dalla normativa vigente viene rispettato perché:

$$t_{ASET} = 2905 \text{ secondi} > t_{RSET} = 1997 \text{ secondi}$$

Il sistema di esodo può essere quindi considerato efficace dato che il tempo in cui permangono le condizioni ambientali non incapacitanti per gli utenti è superiore al tempo necessario che essi dovranno impiegare per raggiungere il luogo sicuro più vicino.

La differenza tra ASET e RSET, e rappresenta il margine di sicurezza della progettazione prestazionale per la salvaguardia della vita e sarà pari a:

$$t_{marg} = t_{ASET} - t_{RSET} = 2905 - 1997 = 908 \text{ secondi} = 15,13 \text{ minuti}$$

Solitamente  $t_{marg} \geq 10\%$  di  $t_{RSET}$ , nel caso specifico  $t_{marg} \geq 199,7$  secondi, e mai inferiore a 30 secondi; in entrambi i casi, seguendo questi dettami normativi la soluzione risulta verificata.



POLITECNICO DI MILANO

Scuola di Architettura Urbanistica Ingegneria delle Costruzioni



## CAPITOLO 7

# I CONSOLIDAMENTI E L'INCENDIO

### 7.1 I consolidamenti eseguiti

A partire dagli anni 2000 Casa Bossi è stata oggetto di una serie di interventi di manutenzione straordinaria e di consolidamento strutturale. Il progetto di consolidamento strutturale ha lo scopo di realizzare una serie di opere con il fine di potere garantire il rinforzo di alcuni elementi strutturali (durante le condizioni di esercizio normale) che compongono l'edificio e che sono danneggiati da dei fenomeni di dissesto statico. Gli interventi che sono stati realizzati riguardano: il rifacimento della copertura; sottofondazioni in muratura ed in C.A.; l'inserimento di alcuni micropali di fondazione; il drenaggio della facciata; la realizzazione di un vespaio areato; l'inserimento di tiranti metallici sia a pavimento che intradossali; iniezioni armate e l'utilizzo della tecnica cuci-scuci per le murature; la realizzazione di un nuovo solaio ligneo; il consolidamento dei solai in legno/legno, legno/acciaio, acciaio/cls, acciaio/pietra; il consolidamento delle colonne del pronao e degli archi; la realizzazione di archi armati intradossali; il consolidamento delle volte con una cappa armata, con iniezioni di miscela e con il loro alleggerimento e l'aggiunta di rin fianchi; il consolidamento dei lucernai, delle scale e dei controsoffitti.

A seguito della proposta di riqualificazione dell'intero edificio si dovrà verificare che alcuni di questi adeguamenti rispettino le prescrizioni richieste dalla normativa, e nel caso in cui essi non risultino conformi, verranno proposte delle soluzioni che possano garantire il soddisfacimento di questi obblighi.



## 7.2 Le prescrizioni di resistenza delle strutture

*“La finalità della resistenza al fuoco è quella di garantire la capacità portante delle strutture in condizioni di incendio nonché la capacità di compartimentazione, per un tempo minimo necessario al raggiungimento degli obiettivi di sicurezza di prevenzione incendi.”*

Nel caso degli edifici vincolati c'è il rischio di incappare in uno dei seguenti casi:

- I valori minimi di resistenza al fuoco richiesti dalla regola tecnica sono maggiori rispetto a quelli che le strutture esistenti riescono a garantire;
- Gli elementi da classificare ai fini della resistenza al fuoco, non permettono, a causa dei vincoli di tutela, di poter campionare ed analizzare in maniera approfondita la stratigrafia della struttura, per poter valutare al meglio la sua resistenza al fuoco.

In questi casi si dovranno quindi assumere dei livelli di protezione equivalenti a quelli previsti in funzione dei profili di  $R_{vita}$  e  $R_{beni}$ . Nel caso in cui non si riescono a raggiungere questi valori limite si dovranno prevedere altre misure aggiuntive così da poter garantire un livello di sicurezza antincendio compatibile con la destinazione d'uso dell'edificio.

I requisiti minimi si possono individuare prima di tutto considerando il carico d'incendio di progetto e verranno utilizzati per proteggere la struttura dalla reale condizione di esposizione del rischio; questi valori minimi dovranno essere applicati a tutto l'edificio perché il bene da tutelare, oltre alle persone è esteso a tutta Casa Bossi e non è limitato solo ad una piccola parte di esso.

Se in alcuni elementi non venisse raggiunto il valore minimo di resistenza al fuoco, e saranno richiesti alcuni interventi di adeguamento strutturale troppo invasivi si dovranno adottare delle soluzioni tecniche che potranno, forse anche attraverso delle scelte progettuali diverse dalla resistenza al fuoco, un livello di sicurezza compatibile con l'edificio vincolato e con l'attività soggetta alla quale si intende destinarlo.

Nel caso in cui la classe di resistenza al fuoco dell'edificio, compartimento o del singolo locale non raggiungesse il valore richiesto dalla regola tecnica per l'attività soggetta, potrà essere adottata la classe di resistenza al fuoco immediatamente inferiore a quella prevista, a condizione che il carico d'incendio specifico di progetto sia congruente con la classe di resistenza al fuoco e che vi sia all'interno dell'edificio:



- Il materiale sottoposto a tutela e quello strettamente legato allo svolgimento dell'attività ivi presente;
- Il materiale certificato con dei valori ammessi di reazione al fuoco ottenuti dall'analisi del rischio.

Nel caso in esame, considerando quanto enunciato in precedenza, si deciderà di declassare l'intero fabbricato da una resistenza al fuoco delle strutture dalla classe REI 120 alla classe REI 90.

### 7.3 Copertura

Dagli anni 2000 si è rilevato che alcune zone della copertura erano fortemente degradate e gli interventi di manutenzione avevano modificato la struttura preesistente, per questo motivo, l'amministrazione comunale è intervenuta per una operazione di recupero totale della copertura. Il recupero ha previsto lo smontaggio del vecchio manto di copertura ed il recupero dei coppi e delle travi ancora in buono stato e la sostituzione di quelle più degradate.



*Figura 101 - Degrado della copertura di Casa Bossi prima dell'intervento*

La grossa orditura è stata quasi completamente sostituita, la nuova struttura è stata progettata con un peso inferiore a quello originale in quanto si è passati da 3 strati di coppi ad uno solo posato su lastre sottocoppo: passando da  $90 \text{ kg/m}^2$  a  $50 \text{ kg/m}^2$ .

A causa dell'adeguamento al sovraccarico della neve, le sezioni delle travi sono state aumentate rispetto a quelle originali, mantenendo però gli stessi interassi, per non discostarsi dallo schema statico esistente. Le capriate presenti sono state consolidate staticamente inserendo cravatte e/o reggette in acciaio inchiodate all'orditura.



La piccola orditura è stata completamente sostituita sia perché era completamente ammalorata sia perché non aveva più senso mantenere degli interassi che erano in funzione della vecchia copertura in soli coppi. La nuova piccola orditura è costituita da una serie di travicelli in abete (di dimensione 8x10 cm) posati ad un interasse di 80 cm sulla grossa orditura e nel senso della falda ed un secondo ordine di listelli, sempre in abete (di dimensioni 5x5 cm) con interasse di 50 cm, ortogonali ai travicelli e sui quali è stato posato lo strato di sottocoppo in fibrocemento.

Negli edifici storici la vulnerabilità della copertura non dipende solo dal fatto che esse siano costituite solo da materiale combustibile ma anche dall'uso che viene fatto del sottotetto. Di solito, infatti, tali spazi vengono utilizzati come depositi, dove possono venire accumulati diversi tipi di materiali; per questo motivo un incendio nel sottotetto è estremamente pericoloso e può provocare gravi danni, fino al crollo dell'intera copertura.

### ***Verifica allo SLU eccezionale - Incendio***

La UNI – VV.F. 9504: 1989: *“Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi in legno”* è stata la prima normativa italiana a introdurre il procedimento analitico per la valutazione di “elementi” in legno. Questa norma, tuttavia, non si occupava né di elementi composti, né di strutture o collegamenti.

La normativa europea (EN 1995-1-2) prevede invece tre metodologie di calcolo:

- metodo della sezione efficace;
- metodo della resistenza e rigidità ridotte (o metodo delle proprietà meccaniche ridotte);
- metodi generali di calcolo, con riferimento ai modelli di carbonizzazione, al profilo della temperatura e del gradiente di umidità all'interno della sezione e alle resistenze e rigidità del materiale legno in funzione della temperatura e dell'umidità.

Si decide di adottare il metodo della “sezione efficace”, che prevede appunto il calcolo di una sezione efficace ottenuta riducendo la sezione iniziale di una profondità di carbonizzazione efficace  $d_{ef}$ , come indicato nell'immagine presente nella pagina seguente. Il valore di  $d_{ef}$  viene così calcolato:

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 \times d_0$$

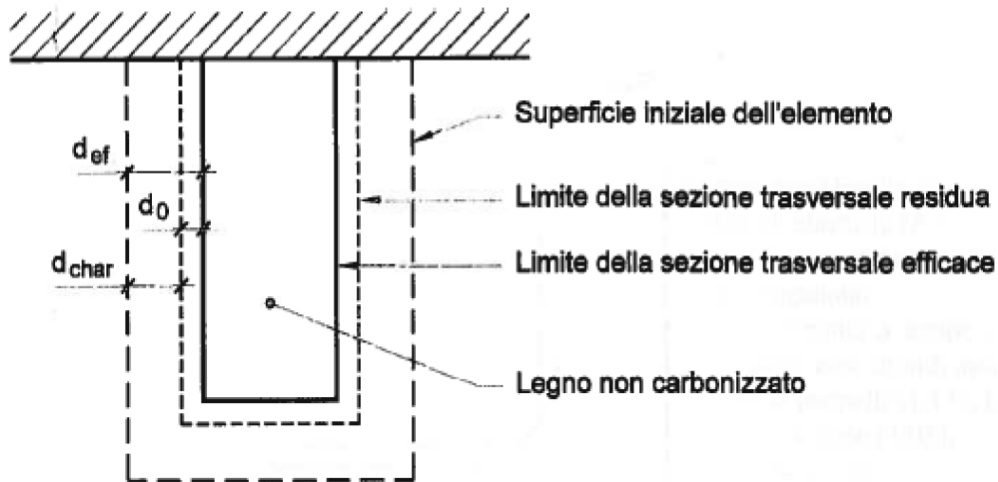


Figura 102 - Schema del metodo della sezione efficace

Dove:

- $d_{ef}$ : profondità di sezione da depurare per ottenere la sezione trasversale efficace;
- $d_{char,n}$ : profondità di carbonizzazione “ideale”,  $d_{char,n} = b_0 \times t$  essendo  $b_0$  una velocità di carbonizzazione per la prova monodimensionale, che non tiene conto degli effetti (negativi) di fessurazioni e arrotondamento degli spigoli;
- $k_0$ : coefficiente variabile linearmente tra 0 e 1 per tempi compresi tra 1 - 20 min;
- $d_0$ : 7mm, valore massimo di differenza tra sezione residua ed efficace.

Materiale	$\beta_0$ [mm/minuto]
a) Conifere e faggio	
Legno massiccio con massa volumica caratteristica non inferiore a $290 \text{ kg/m}^3$	0.8
Legno lamellare incollato con massa volumica caratteristica non inferiore a $290 \text{ kg/m}^3$	0.7
b) Latifoglie	
Legno massiccio o legno lamellare incollato con massa volumica caratteristica non inferiore a $290 \text{ kg/m}^3$	0.7
Legno massiccio o legno lamellare incollato con massa volumica caratteristica non inferiore a $450 \text{ kg/m}^3$	0.55
c) LVL	
con massa volumica caratteristica non inferiore a $480 \text{ kg/m}^3$	0.7

Tabella 43 - Velocità di carbonizzazione



Per le resistenze vale la seguente equazione:

$$f_{d,fi} = k_{mod,fi} \times \frac{f_k \times k_{fi}}{\gamma_{M,fi}}$$

Dove le componenti dell'equazione hanno i seguenti significati:

- $k_{fi}$  coefficiente che consente di passare dai valori caratteristici a temperatura ambiente (frattile 5%) a quelli corrispondenti al frattile 20%; assume valori differenti in base al legno impiegato (1,25 legno massiccio – 1,15 legno lamellare);
- $\gamma_{M,fi}$  coefficiente parziale di sicurezza in situazione di incendio (1,0);
- $k_{mod,fi}$  fattore di modificazione delle proprietà meccaniche che, nel caso del metodo in oggetto, assume valore unitario.

Per effettuare la verifica è necessario prima calcolare l'azione agente secondo la combinazione eccezionale in caso d'incendio:

$$F_{d,f} = \gamma_{G1} \times G1 + \gamma_{G2} \times G2 + \psi \times Q1$$

Dove:

- G1 è il peso proprio della trave, considerando la dimensione della sezione, la sua lunghezza e l'interasse, si assume pari a G1:  $12.8 \text{ kg/m}^2 = 0.13 \text{ kN/m}$ ;
- G2 è il peso dei carichi permanenti, si assume pari a G1:  $37.2 \text{ kg/m}^2 = 0.36 \text{ kN/m}$ ;
- Q1 è il peso del carico accidentale, rappresentato dalla neve, si assume pari a G1:  $192 \text{ kg/m} = 1.88 \text{ kN/m}$ ;

$$F_{d,f} = 1 \times 0,13 + 1 \times 0,36 + 0,5 \times 1.88 = 1.43 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Il momento massimo in mezzaria vale:

$$M_{d,f} = \frac{q \times l^2}{8} = \frac{1.43 \times 6.22^2}{8} = 6.91 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Facendo riferimento al metodo della sezione efficace, precedentemente descritto, la velocità di carbonizzazione è assunta pari a  $b_o = 0,72 \text{ mm/min}$ . Dopo 30 minuti di esposizione al fuoco la profondità di carbonizzazione, per passare alla sezione efficace, vale dunque  $d_{ef} = 7 + 0,72 \times 30 = 28,6 \text{ mm}$ , conseguentemente (esposizione al fuoco su tre lati) la sezione sarà:

$$b_{ef} \times h_{ef} = (170 - 28.6 \times 2) \times (190 - 28.6) = 112.8 \times 161.4 = 180206 \text{ mm}^2$$





Cat.	Tipo di locale	$\Psi_1$	$\Psi_{2,i}$
1	Ambienti non suscettibili di affollamento (locali di abitazione e relativi servizi, alberghi, uffici non aperti al pubblico) e relativi terrazzi a livello praticabili	0,5	0,3
2	Ambienti suscettibili di affollamento (ristoranti, caffè, banche, ospedali, uffici aperti al pubblico, caserme) e relativi terrazzi a livello praticabili	0,5	0,3
3	Ambienti suscettibili di grande affollamento (sale convegni, cinema, teatri, chiese, negozi, tribune con posti fissi) e relativi terrazzi a livello praticabili	0,7	0,6
4	Sale da ballo, palestre, tribune libere, aree di vendita con esposizione diffusa (mercati, grandi magazzini, librerie, ecc.) e relativi terrazzi a livello praticabili, balconi e scale	0,7	0,6
5	Balconi, ballatoi e scale comuni (esclusi quelli pertinenti alla Cat. 4)	0,8	0,7
6	Sottotetti accessibili (per sola manutenzione)	0,5	0,3
7	Rimesse e parcheggi: - per autovetture di peso a pieno carico sino a 30 kN	0,7	0,6
	- per transito di automezzi di peso maggiore di 30 kN: da valutarsi caso per caso	-	-
8	Archivi, biblioteche, magazzini, depositi, laboratori, officine e simile: da valutarsi secondo il caso ma comunque non minori di:	0,9	0,8
9	Coperture: - non accessibili (neve)	0,5	0,3
	- accessibili: secondo categoria di appartenenza (da 1 a 4)	-	-
	- speciali (impianti, eliporti, altri): secondo il caso	-	-
10	Altre azioni variabili: - vento	0,5	0,3
	- carroponite (solo carichi statici)	0,5	0,3
	- sisma	0	0

Tabella 44 - Coefficienti di combinazione delle azioni

- Formule di verifica:

$$\sigma_{m,f} = \frac{M_{d,fi}}{W} \leq f_{d,fi} = k_{mod,fi} \times \frac{f_{m,k} k_{fi}}{\gamma_{m,fi}}$$

$$\frac{6.91 \times 10^6}{\left(\frac{112.8 \times 161.4^2}{6}\right)} = 14.11 \leq 1 \times \frac{23 \times 1,25}{1} = 28.72 \text{ MPa}$$

La verifica è soddisfatta tuttavia si consiglia di installare in controsoffitto a protezione del sistema di copertura per portare la resistenza al fuoco da REI30 a REI60 e contestualmente garantire un comfort estetico e termico adeguato visto che in alternativa si percorrerebbe il corridoio osservando direttamente il manto di copertura sovrastante allo stato rustico. La soluzione adottabile potrebbe essere una controsoffittatura a pannelli in gessofibra con struttura in legno e con interposto manto di isolamento termico realizzato tramite pannelli in fibra minerale.



## 7.4 Volte in muratura

All'interno dell'edificio sono presenti numerose tipologie di volte in muratura e che possono essere schematicamente riassunte nel seguente elenco ed individuabili nelle piante sotto riportate:

- a vela
- a botte
- a botte lunettata con unghie cilindriche a monta rialzata
- padiglione
- a botte con teste a padiglione
- a botte lunettata con unghie cilindriche
- a schifo

Di seguito verranno individuate le diverse tipologie di volte presenti ai piani di Casa Bossi.

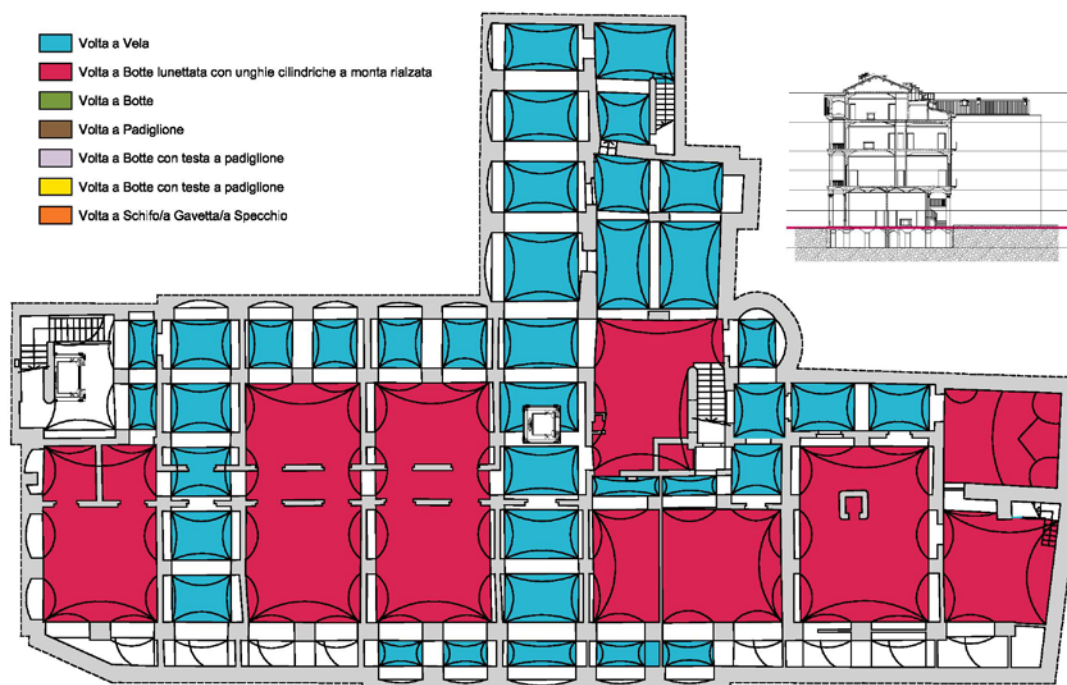


Tavola 35 - Tipologie di volte del secondo impalcato



- Volta a Vela
- Volta a Botte lunettata con unghie cilindriche a monti rialzata
- Volta a Botte
- Volta a Padiglione
- Volta a Botte con testa a padiglione
- Volta a Botte con teste a padiglione
- Volta a Schifa/a Gavetta/a Specchio



Tavola 36 - Tipologie di volte del terzo impalcato

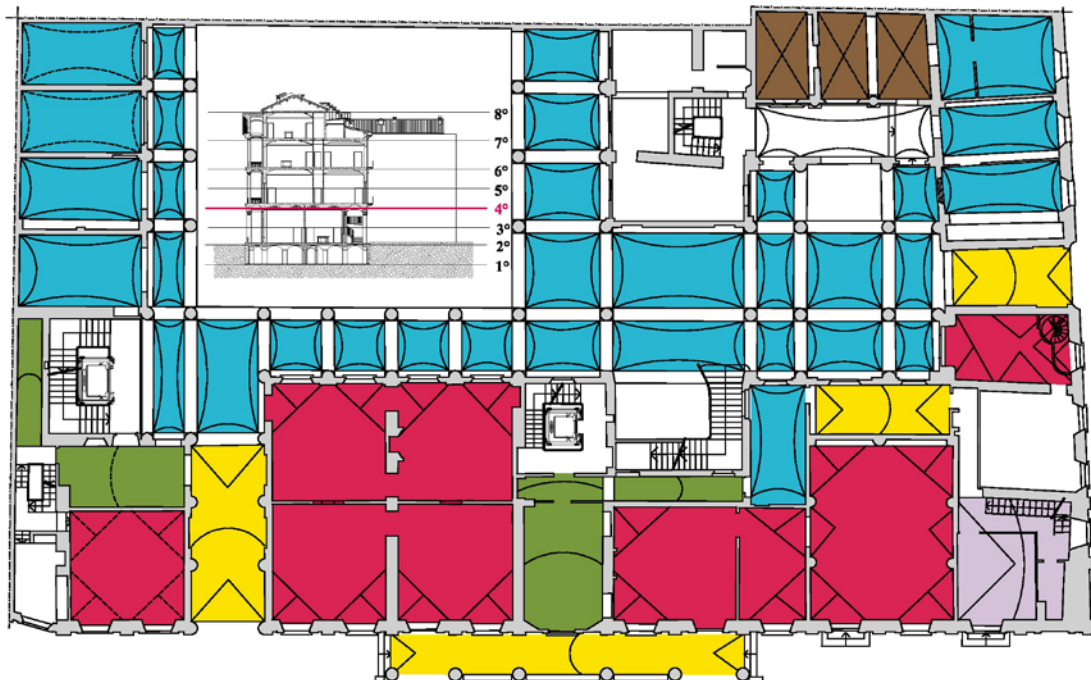


Tavola 37 - Tipologie di volte del quarto impalcato










-  Volta a Vela
-  Volta a Botte lunettata con unghie cilindriche a monta rialzata
-  Volta a Botte
-  Volta a Padiglione
-  Volta a Botte con testa a padiglione
-  Volta a Botte con teste a padiglione
-  Volta a Schifo/a Gavetta/a Specchio



Tavola 38 - Tipologie di volte del quinto impalcato

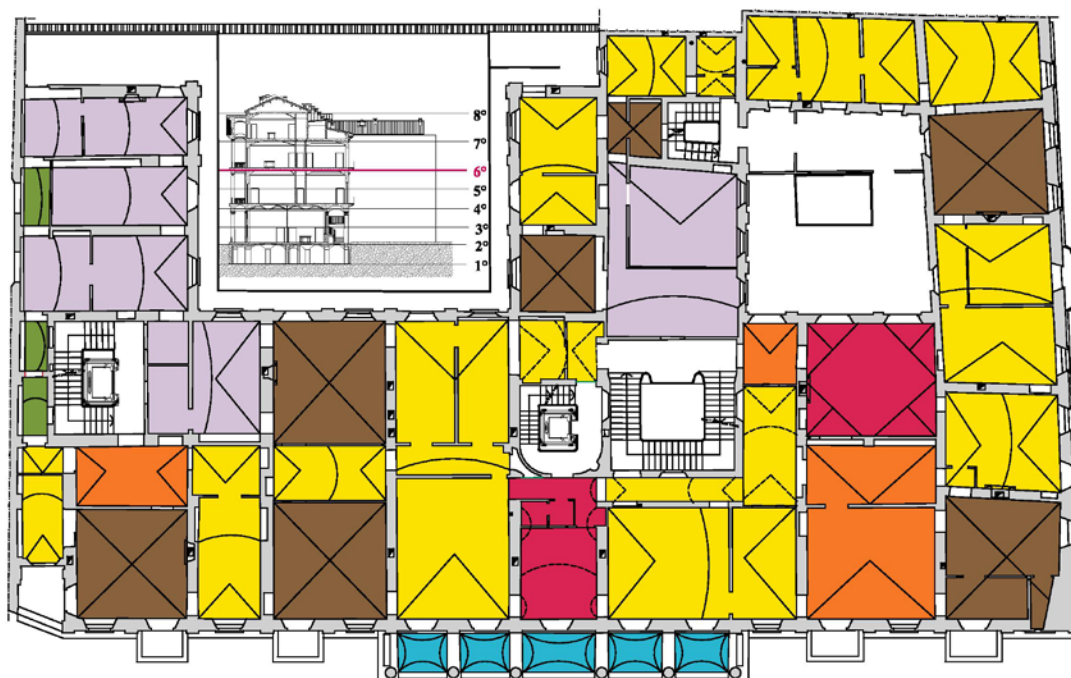


Tavola 39 - Tipologie di volte del sesto impalcato










-  Volta a Vela
-  Volta a Botte lunettata con unghie cilindriche a monta rialzata
-  Volta a Botte
-  Volta a Padiglione
-  Volta a Botte con teste a padiglione
-  Volta a Botte con teste a padiglione
-  Volta a Schifo/a Gavetta/a Specchio



Tavola 40 - Tipologie di volte del settimo impalcato

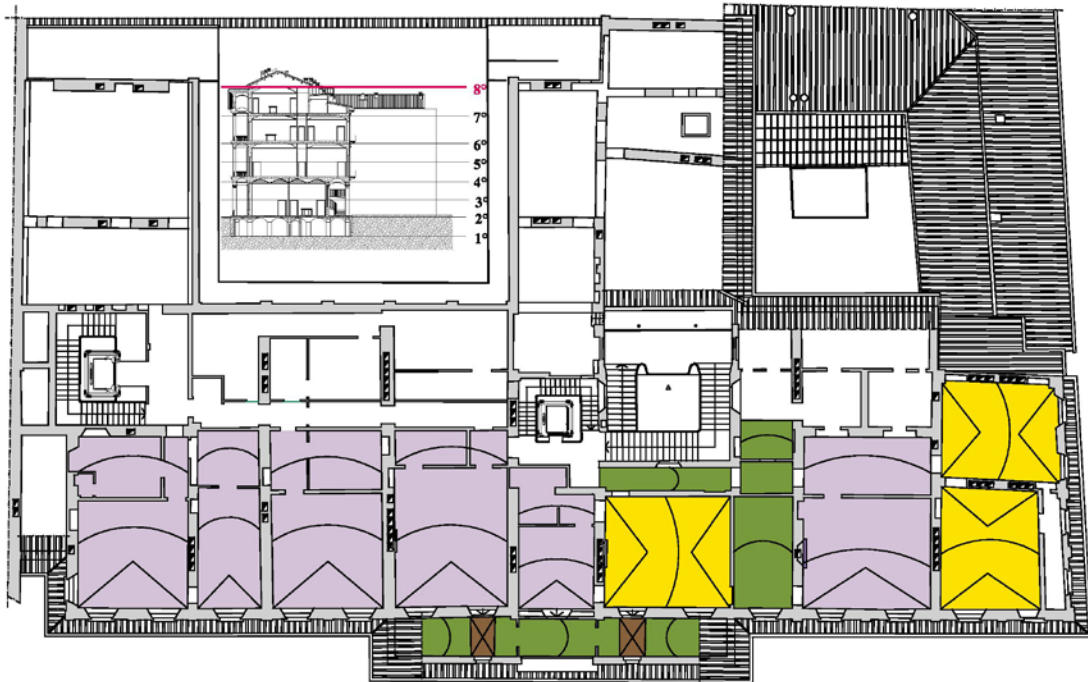


Tavola 41 - Tipologie di volte dell'ottavo impalcato



Nel 2004 alcune di queste volte hanno subito un consolidamento statico, qui di seguito verranno indicati i principali

### Creazione di un arco in calcestruzzo all'estradosso dell'esistente

La tecnica di consolidamento consiste nella creazione di un arco in calcestruzzo in corrispondenza dell'estradosso di quella preesistente con l'obiettivo di farli collaborare.

Nel caso specifico del consolidamento della volta del locale 104 posto al 2° orizzontamento, dopo aver rimosso il riempimento della volta e trattato la superficie, sono stati posizionati e inghisati alla muratura con una resina epossidica 9 perni per mq del diametro di 10mm; successivamente è stata posata la rete elettrosaldata ed infine si è stesa una cappa di calce idrata dello spessore di 5 cm.

### Arco Armato intradossale

Il metodo dell'arco intradossale si basa sulla correzione forzata delle distribuzioni delle forze che agiscono sull'arco mediante l'impiego di trefoli post-tesi applicabili sia all'estradosso che all'intradosso dell'arco. In questo ultimo caso sarà necessario l'inserimento di opportuni deviatori, ancorati solidamente all'estradosso dell'arco, sia nella zona di ancoraggio all'arco che nella zona dove si obbliga il trefolo a cambiare tracciato, in quanto è estremamente importante che i trefoli abbiano tracciato privo di spigoli.

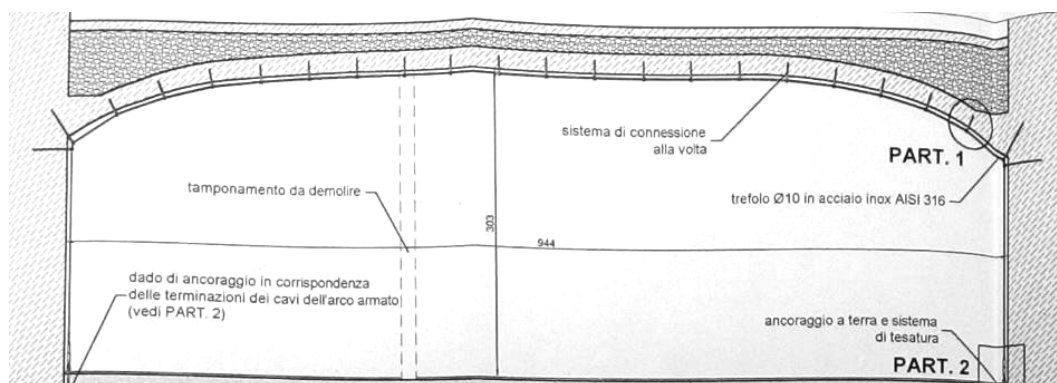


Figura 103 - Schema del consolidamento della volta con arco armato intradossale –

Progetto ing. Jurina

Per il consolidamento delle volte dei locali cantinati (numero 108 e 120) è stato scelto di impiegare la tecnica dell'arco armato intradossale poiché meno invasiva in quanto permette di lasciare a vista la superficie della volta e quindi l'orditura dei



mattoni. Si è deciso di inserire all'intradosso delle volte 6 archi armati post-tesi realizzati con trefoli in acciaio inox del diametro di 16 mm, resi solidali alla struttura tramite dei perni in acciaio inox fissati alla volta e si è completato l'intervento con la realizzazione di un piccolo plinto di fondazione per l'ancoraggio dei trefoli. Per realizzare l'intervento è stato necessario rimuovere il tavolato di separazione tra i due ambienti e le canalizzazioni impiantistiche appese alla volta.



*Figura 104 - Arco armato nelle volte del piano interrato*

### ***Resistenza al fuoco sezione della volta in muratura***

Le volte devono soddisfare il criterio di resistenza R, ossia conservare la loro capacità portante per un tempo prestabilito, quando sono sottoposte all'azione eccezionale dell'incendio. Nonostante questa tipologia costruttiva sia molto ricorrente nell'ambito del panorama edilizio italiano non è facile reperire indicazioni su come eseguire la verifica al fuoco né in normativa né in bibliografia. Attualmente l'unico metodo impiegato è il metodo analitico indicato dalla circolare DCPREV 12979 del 16/09/2010 e dalla successiva circolare DCPREV 4638 del 05/04/2013 che permette di utilizzare il metodo semplificato presente nell'Annesso C del E.C. 6 parte 1-2. Per verificare l'affidabilità del metodo di calcolo semplificato dell'annesso C, nato per l'analisi di altri elementi strutturali in muratura che non siano volte, è stata effettuata una prova ufficiale di resistenza al fuoco su una volta a botte in



*Figura 105 - Fasi di preparazione per la prova svolta dai VVF*

muratura dalla Direzione Centrale per la Prevenzione e la Sicurezza Tecnica dei Vigili del Fuoco.

L'obiettivo della prova condotta era quello di stimare il carico di collasso della volta, applicando i teoremi statico e cinematico dell'analisi limite dove lo spessore della volta verrà fatto variare; successivamente si è valutata la resistenza al fuoco con il metodo semplificato sopra descritto. Questo metodo prevede la parzializzazione della sezione, in particolare si individuano tre zone nella sezione intera in funzione delle temperature raggiunte. S'impongono come temperature limite di resistenza  $600^{\circ}\text{C}$ : al di sopra della quale il materiale non offrirà sicuramente resistenza meccanica; al di sotto dei  $100^{\circ}\text{C}$  il materiale è considerato completamente resistente; le temperature intermedie tra questi due limiti la resistenza viene valutata in funzione di un coefficiente, che però non è specificato dagli annessi nazionali dagli Eurocodici, e di conseguenza, viene posto pari a zero in virtù della circolare DCPREV 4638. Successivamente è stato calcolato il moltiplicatore di collasso della volta, riducendo lo spessore della stessa fino a quando tale valore è diventato pari ad 1, contemporaneamente verrà è stata svolta un'analisi termica ricavando la posizione delle isoterme a  $100^{\circ}\text{C}$  lungo lo spessore della volta al variare del tempo. Con il passare del tempo e con l'aumentare delle temperature l'isoterma a  $100^{\circ}\text{C}$  si è spostata verso l'estradosso della volta con conseguente riduzione dello spessore resistente il moltiplicatore tenderà a diventare pari da 1. L'istante di tempo, espresso in minuti, in cui la posizione dell'isoterma a  $100^{\circ}\text{C}$  rende unitario il moltiplicatore di collasso, rappresenta la resistenza  $R$  della volta in muratura.

Confrontando i dati di input (raggio, conformazione, spessore e materiali usati) e i risultati ottenuti dalla prova svolta dai VVF si deduce che, essendo le volte di Casa





Bossi di spessore molto esiguo (14 cm in chiave), per scelta costruttiva dell'architetto Antonelli, la loro resistenza al fuoco sia molto limitata e di conseguenza non risulta soddisfatto il limite richiesto dalla normativa. Per poter garantire il requisito REI 90 si dovrà approntare una specifica progettazione in deroga che però non rientra negli ambiti di suddetta tesi.

## 7.5 Consolidamenti dei solai

Oltre alle volte, all'interno di Casa Bossi, sono presenti come orizzontamenti alcuni solai sia in legno che in beola, alcuni di essi sono stati soggetti a delle opere di consolidamento.

Qui di seguito verranno individuati nei vari impalcati le tipologie dei solai presenti

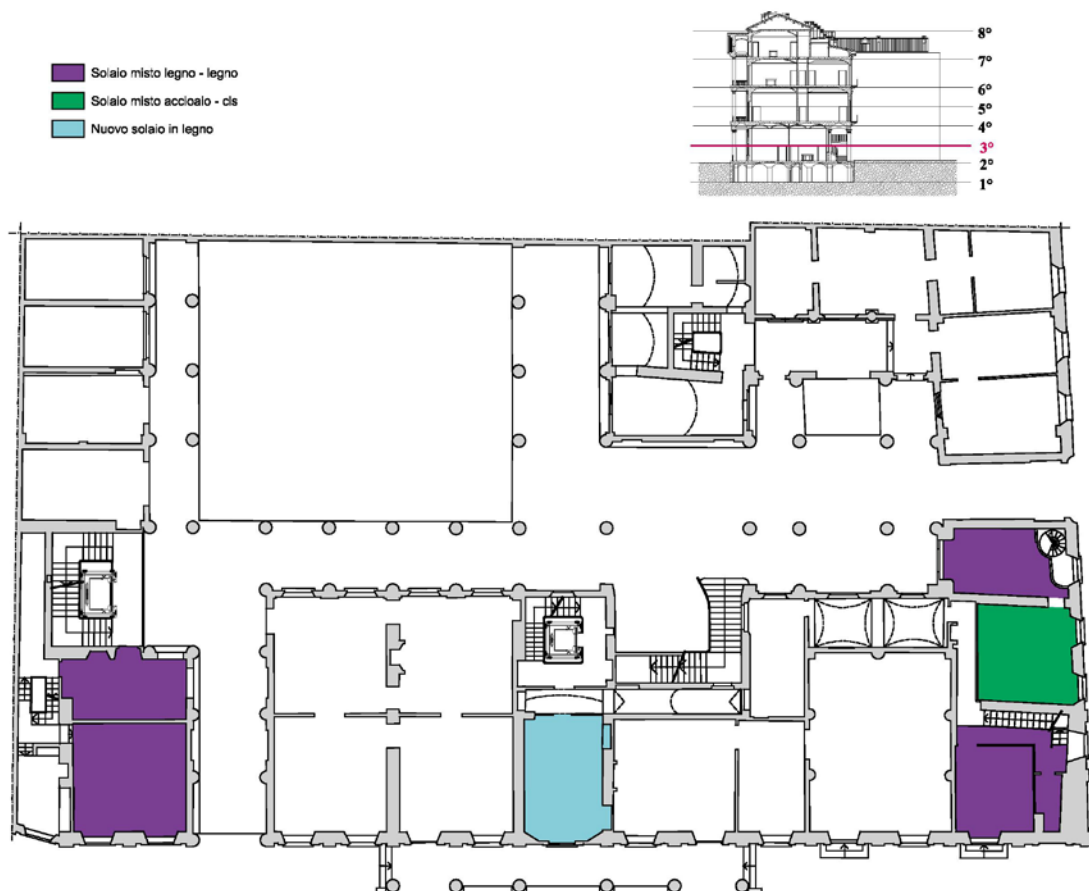


Tavola 42 - Tipologie di solai del terzo impalcato

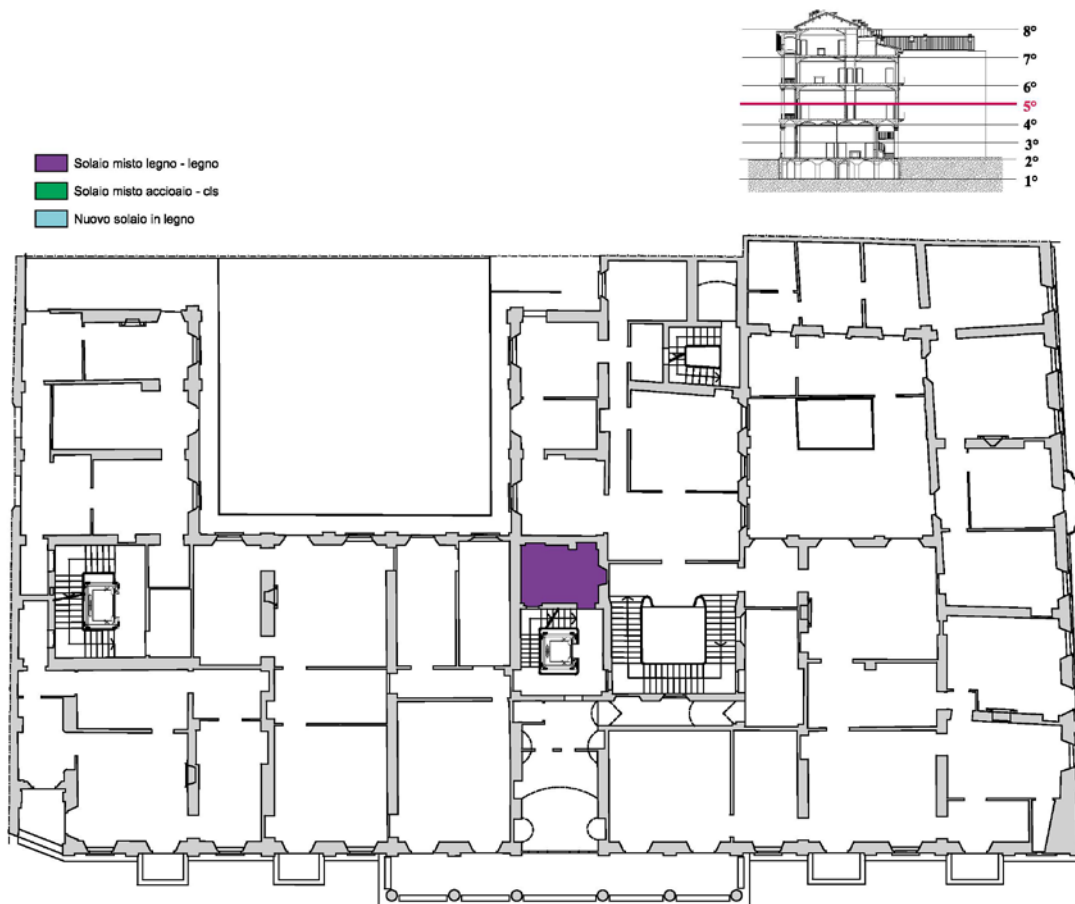


Tavola 43 - Tipologie di solai del quinto impalcato

### 7.5.1 Solaio legno-legno – Stanza 02.1

Il solaio è costituito da 5 travi di dimensioni 20x22.5 cm con andamento NORD/SUD, poste ad un interasse variabile tra i 100 ed i 130 cm.

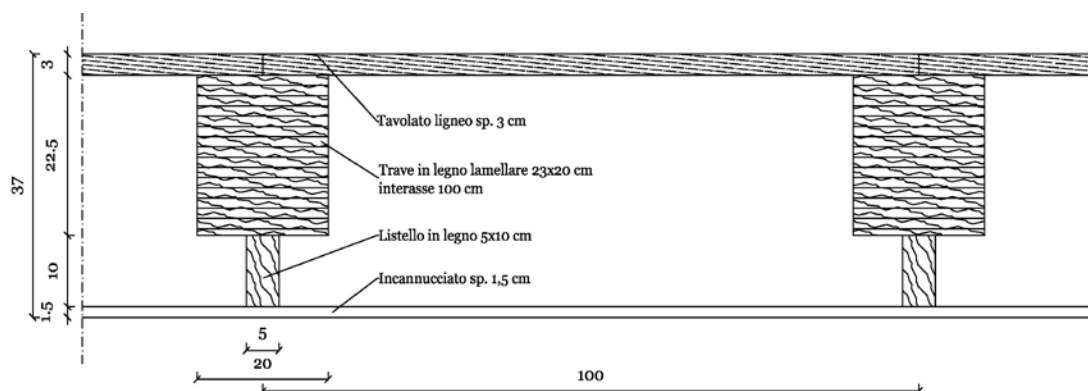


Figura 106 - Schema solaio stanza 02.1 – Progetto ing. Jurina



Al di sopra delle travi è posizionato un tavolato ligneo di spessore 3.00 cm mentre al di sotto di esse si trovano dei listelli (dimensione 5x10 cm) atti a sorreggere la controsoffittatura in intonaco incanniccio.

Il consolidamento ha previsto anche la realizzazione di due protesi in legno lamellare, una in corrispondenza di un appoggio marcescente e l'altra in sostituzione di una protesi in ferro, realizzata precedentemente, ma inadeguata. A seguito del consolidamento eseguito, attraverso le analisi numeriche eseguite dal progettista dell'intervento, è stata calcolata la portanza del solaio: pari 250 kg/m<sup>2</sup> (2.45 kN/m<sup>2</sup>).

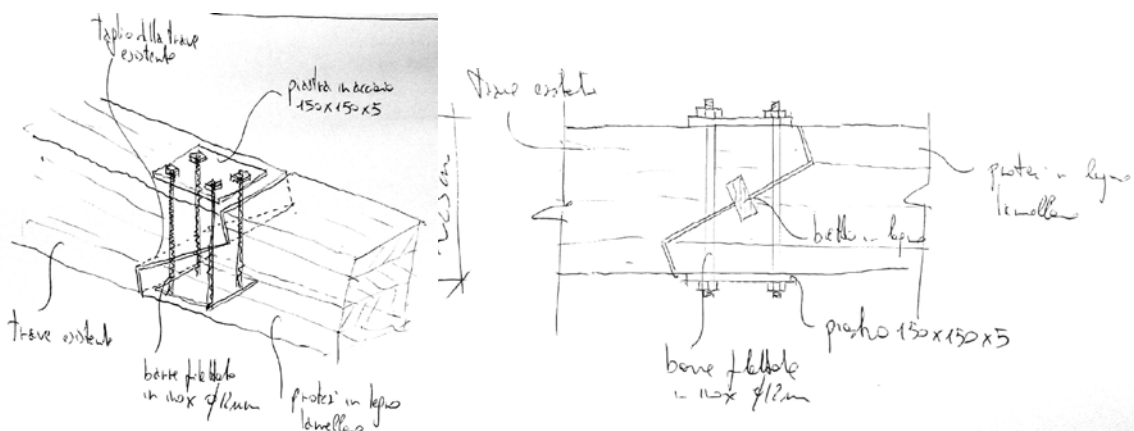


Figura 107 - Protesi in legno lamellare – Disegni realizzati dall'ing. Jurina

### Verifica allo SLU eccezionale - Incendio

Per effettuare la verifica è necessario calcolare l'azione agente secondo la combinazione eccezionale in caso d'incendio:

$$F_{d,f} = \gamma_{G1} \times G1 + \gamma_{G2} \times G2 + \Psi_1 \times Q1$$

Dove:

- G1 è il peso proprio della trave e degli assiti soprastanti, si assume pari a G1: 0.63 kN/m<sup>2</sup>=0.54 kN/m
- G2 è il peso dei carichi permanenti, si assume pari a G2: 0.19 kN/m<sup>2</sup>= 0.16 kN/m
- Q1 è il peso del carico accidentale massimo che il solaio è in grado di reggere, si assume pari a Q1: 1.63 kN/m<sup>2</sup>= 1.42 kN/m.

$$F_{d,f} = 1 \times 0.63 + 1 \times 0.16 + 0,9 \times 1.42 = 2.07 \frac{kN}{m}$$



Il momento massimo in mezzaria vale:

$$M_{d,f} = \frac{q \times l^2}{8} = \frac{2.07 \times 5.30^2}{8} = 7.27 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Facendo riferimento al metodo della sezione efficace, precedentemente descritto, la velocità di carbonizzazione è assunta pari a  $b_o = 0,8$  mm/min. Dopo 30 minuti di esposizione al fuoco la profondità di carbonizzazione, per passare alla sezione efficace, vale dunque  $d_{ef} = 7 + 0,80 \times 30 = 31$  mm, conseguentemente (esposizione al fuoco su tre lati) la sezione sarà:

$$b_{ef} \times h_{ef} = (200 - 31 \times 2) \times (225 - 31) = 138 \times 194 = 26772 \text{ mm}^2$$

- Formule di verifica:

$$\sigma_{m,f} = \frac{M_{d,fi}}{W} \leq f_{d,fi} = k_{mod,fi} \times \frac{f_{m,k} k_{fi}}{\gamma_{m,fi}}$$

$$\frac{7.27 \times 10^6}{\left(\frac{138 \times 194^2}{6}\right)} = 8.40 \leq 1 \times \frac{41,40 \times 1,15}{1} = 47,61 \text{ MPa}$$

La verifica è soddisfatta per 30 minuti di esposizione alla fiamma.

Poiché il momento agente risulta molto inferiore rispetto a quello resistente si prova a verificare la resistenza della struttura per 60 minuti. Qui di seguito è stata riportata solamente la formula di verifica finale:

$$\frac{7.27 \times 10^6}{\left(\frac{90 \times 170^2}{6}\right)} = 16.77 \leq 1 \times \frac{41,40 \times 1,15}{1} = 47,61 \text{ MPa}$$

Essendo il solaio una partizione orizzontale, non avente funzione di compartimentazione, non è necessario garantire il requisito REI delle strutture che fanno parte compartimento; con il tempo di resistenza di 60 minuti si riesce a garantire un tempo utile ad assicurare il soccorso agli occupanti e garantire che essi lascino l'edificio incolumi, secondo quanto riportato nella nota DCPREV prot. n. 8274 del 08-06-2011.

### 7.5.2 Solaio in legno-legno – Stanza 03.1

Il solaio ha travi portanti con andamento EST-OVEST di sezione 18x18 cm ed interasse di 75 cm. Al di sopra delle travi è presente un doppio tavolato incrociato,



avente spessore 3+4.5 cm. Sopra alla testa della trave e di lato è stata posata una piastra di ripartizione in acciaio (sp. 5,00 mm) pari alla larghezza della trave. Per uniformare, livellare ed irrigidire il piano di calpestio è stato posato un massetto armato con rete elettrosaldata di spessore 1.2 cm con annegata una rete elettrosaldata. Al di sotto delle travi principali si trovano dei listelli (dimensione 5x5 cm) atti a sorreggere la controsoffittatura in intonaco incannucciato dello spessore di 3 cm. A seguito del consolidamento eseguito, attraverso le analisi numeriche eseguite dal progettista dell'intervento, è stata ricavata la portanza del solaio: pari a 250 kg/m<sup>2</sup> (2.45 kN/m<sup>2</sup>).

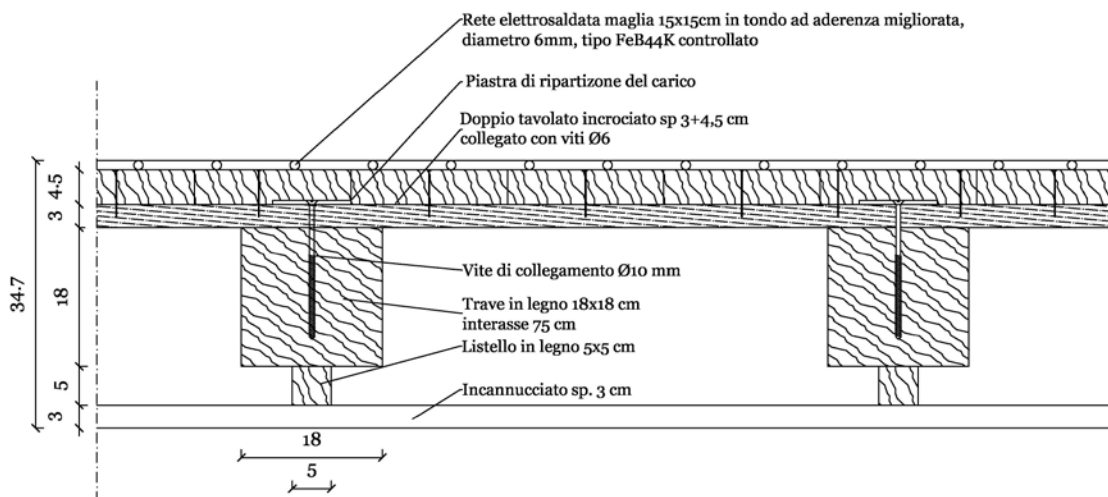


Figura 108 - Schema solaio 03.1 – Progetto ing. Jurina

### Verifica allo SLU eccezionale - Incendio

Per effettuare la verifica è necessario innanzitutto calcolare l'azione agente secondo la combinazione eccezionale in caso d'incendio:

$$F_{d,f} = \gamma_{G1} \times G1 + \gamma_{G2} \times G2 + \Psi_1 \times Q1$$

Dove:

- G1 è il peso proprio della trave e degli assiti soprastanti, si assume pari a G1: 0.47 kN/m<sup>2</sup>=0.63 kN/m;
- G2 è il peso dei carichi permanenti, si assume pari a G2: 0.35 kN/m<sup>2</sup>=0.46 kN/m;
- Q1 è il peso del carico accidentale massimo che il solaio è in grado di reggere, si assume pari a Q1: 1.47 kN/m<sup>2</sup>= 1.96 kN/m.



$$F_{d,f} = 1 \times 0.63 + 1 \times 0.46 + 0.9 \times 1.96 = 2.85 \frac{kN}{m}$$

Il momento massimo in mezzaria vale:

$$M_{d,f} = \frac{q \times l^2}{8} = \frac{2.85 \times 3.25^2}{8} = 3.77 kN \cdot m$$

Facendo riferimento al metodo della sezione efficace, precedentemente descritto, la velocità di carbonizzazione è assunta pari a  $b_o = 0,8$  mm/min. Dopo 30 minuti di esposizione al fuoco la profondità di carbonizzazione, per passare alla sezione efficace, vale  $d_{ef} = 7 + 0,80 \times 30 = 31$  mm, conseguentemente (esposizione al fuoco su tre lati) la sezione sarà:

$$b_{ef} \times h_{ef} = (180 - 31 \times 2) \times (180 - 31) = 118 \times 149 = 17582 mm^2$$

- Formule di verifica

$$\sigma_{m,f} = \frac{M_{d,fi}}{W} \leq f_{d,fi} = k_{mod,fi} \times \frac{f_{m,k} k_{fi}}{\gamma_{m,fi}}$$

$$\frac{3.77 \times 10^6}{\left(\frac{118 \times 149^2}{6}\right)} = 8.63 \leq 1 \times \frac{41,40 \times 1,15}{1} = 47,61 MPa$$

La verifica è soddisfatta per 30 minuti di esposizione alla fiamma.

Poiché il momento agente risulta molto inferiore rispetto a quello resistente si prova a verificare la resistenza della struttura per 60 minuti, riportando qui di seguito solamente la formula di verifica finale:

$$\frac{3.77 \times 10^6}{\left(\frac{70 \times 125^2}{6}\right)} = 20.68 \leq 1 \times \frac{41,40 \times 1,15}{1} = 47,61 MPa$$

Essendo il solaio una partizione orizzontale senza funzione di compartimentazione non è necessario garantire il requisito REI delle strutture che fanno parte compartimento, con il tempo di resistenza di 60 minuti si riesce comunque a garantire un tempo utile ad assicurare il soccorso agli occupanti e garantire che essi lascino l'edificio incolumi, secondo quanto riportato nella nota DCPREV prot. N. 8274 del 08-06-2011.



### 7.5.3 Solaio in legno-legno – Stanza 20.1

In questa opera di consolidamento è stato posato ortogonalmente un secondo assito in legno (Sp. 3,5 cm) al di sopra dell'assito in legno esistente. Le travi portanti avranno andamento EST-OVEST di dimensioni 15x15 cm e di interasse variabile compreso tra i 70-80 cm, su di esse verrà posizionato il doppio assito incrociato di spessore 3.5 cm per ogni strato collegato alle travi, mediante viti di grossa dimensione, che attraversano i due strati di assito e penetrano nella trave fino ad almeno la metà dell'altezza. L'assito fungerà da strato di finitura per rispettare la quota di pavimento dei locali adiacenti. A seguito del consolidamento eseguito, attraverso le analisi numeriche eseguite dal progettista dell'intervento, è stata ricavata che la portanza del solaio è pari a 388 kg/m<sup>2</sup> (3.81 kN/m<sup>2</sup>). Qui di seguito verrà eseguita la sola verifica al fuoco della struttura portante del solaio, quali le travi principali:

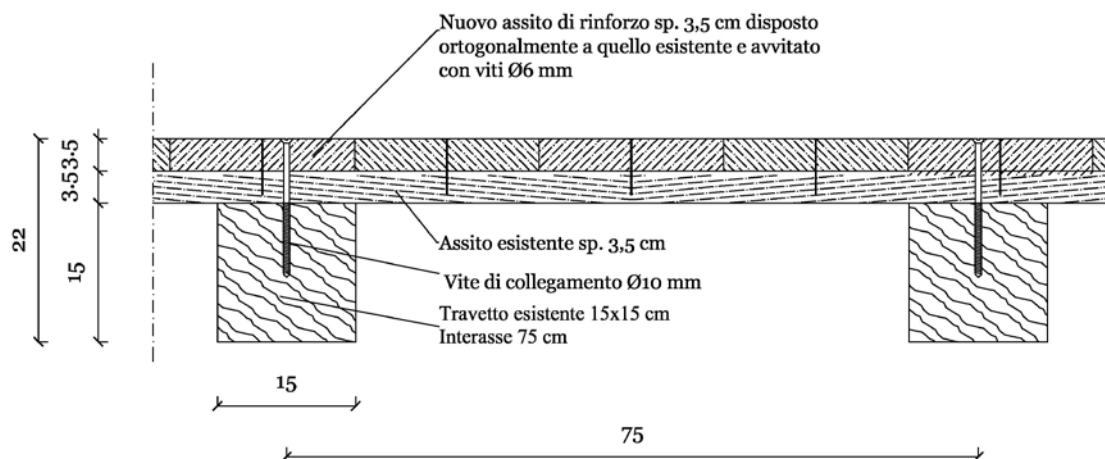


Figura 109 - Schema solaio stanza 20.1 – Progetto ing. Jurina

### Verifica allo SLU eccezionale - Incendio

Per effettuare la verifica è necessario prima calcolare l'azione agente secondo la combinazione eccezionale in caso d'incendio:

$$F_{d,f} = \gamma_{G1} \times G1 + \gamma_{G2} \times G2 + \Psi_1 \times Q1$$

Dove:

- G1 è il peso proprio della trave e degli assiti soprastanti, si assume pari a G1: 0.50 kN/m<sup>2</sup>=0.67 kN/m;



- $G_2$  è il peso dei carichi permanenti, si assume pari a  $G_2: 0.19 \text{ kN/m}^2 = 0.25 \text{ kN/m}$ ;
- $Q_1$  è il peso del carico accidentale massimo che il solaio è in grado di reggere, si assume pari a  $Q_1: 3.12 \text{ kN/m}^2 = 4.15 \text{ kN/m}$ ;

$$F_{d,f} = 1 \times 0.67 + 1 \times 0.25 + 0,9 \times 4.15 = 4,65 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Il momento massimo in mezzaria vale:

$$M_{d,f} = \frac{q \times l^2}{8} = \frac{4.65 \times 2,98^2}{8} = 5.17 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Facendo riferimento al metodo della sezione efficace, precedentemente descritto, la velocità di carbonizzazione è assunta pari a  $b_o = 0,8 \text{ mm/min}$ . Dopo 30 minuti di esposizione al fuoco la profondità di carbonizzazione, per passare alla sezione efficace, vale dunque  $d_{ef} = 7 + 0,80 \times 30 = 31 \text{ mm}$ , conseguentemente (esposizione al fuoco su tre lati) la sezione sarà:

$$b_{ef} \times h_{ef} = (150 - 31 \times 2) \times (150 - 31) = 88 \times 119 = 10472 \text{ mm}^2$$

- Formule di verifica:

$$\sigma_{m,f} = \frac{M_{d,fi}}{W} \leq f_{d,fi} = k_{mod,fi} \times \frac{f_{m,k} k_{fi}}{\gamma_{m,fi}}$$

$$\frac{5.17 \times 10^6}{\left(\frac{88 \times 119^2}{6}\right)} = 24.88 \leq 1 \times \frac{41,40 \times 1,15}{1} = 47,61 \text{ MPa}$$

La verifica è soddisfatta per soli 30 minuti di esposizione alla fiamma. Essendo il solaio una partizione orizzontale non avente funzione di compartimentazione non è necessario garantire il requisito REI delle strutture che fanno parte comparto, con il tempo di resistenza di 30 minuti si riesce comunque a garantire un tempo utile ad assicurare il soccorso agli occupanti e garantire che essi lascino l'edificio incolumi, secondo quanto riportato nella nota DCPREV prot. N. 8274 del 08-06-2011.

#### 7.5.4 Solaio legno-legno – Stanza 22.1

In questa opera di consolidamento è stato posato ortogonalmente un secondo assito di legno (sp. 3,5 cm) al di sopra di quello esistente. Il doppio assito incrociato viene





collegato alle travi portanti (aventi interasse di 75 cm, dimensioni 8x12 cm ed andamento NORD-SUD) mediante viti di grossa dimensione che attraversano i due strati di assito e penetrano nella trave fino ad almeno a metà altezza. Sopra alla testa della trave e di lato viene posata una piastra di ripartizione in acciaio (sp. 5,00 mm) pari alla larghezza della trave (80 mm). Per uniformare, livellare ed irrigidire è stato poi posato un massetto armato con rete elettrosaldata di spessore variabile tra i 4 e i 6 cm. La pavimentazione sovrastante è stata realizzata con piastrelle in cotto fatte a mano, di epoca affine a quella dell'edificio o originali. A seguito del consolidamento eseguito, attraverso le analisi numeriche eseguite dal progettista dell'intervento, è stata ricavata che la portanza del solaio è pari a 388 kg/m<sup>2</sup> (3.81 kN/m<sup>2</sup>).

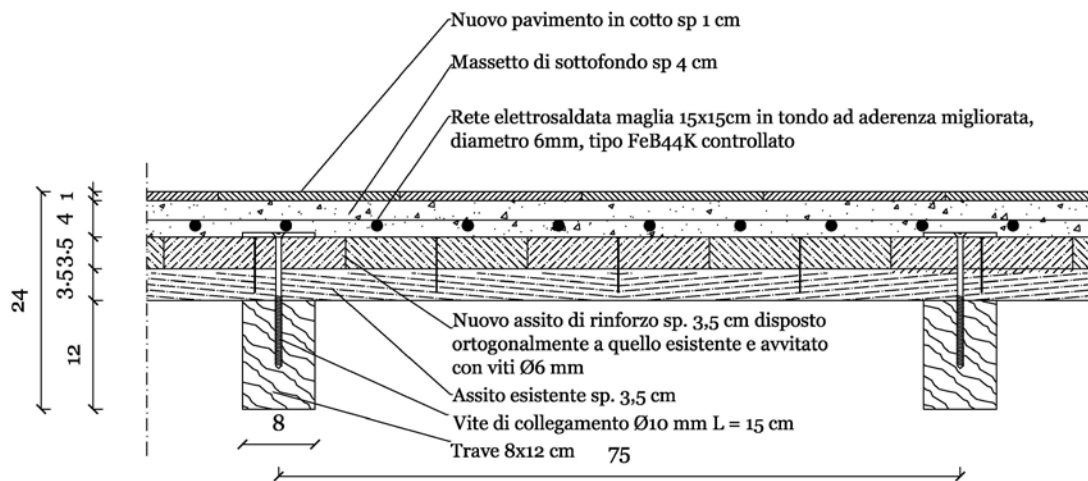


Figura 110 - Schema solaio stanza 22.1 – Progetto ing. Jurina

### **Verifica allo SLU eccezionale - Incendio**

Per effettuare la verifica è necessario prima calcolare l'azione agente secondo la combinazione eccezionale in caso d'incendio:

$$F_{d,f} = \gamma_{G1} \times G1 + \gamma_{G2} \times G2 + \Psi_1 \times Q1$$

Dove:

- G1 è il peso proprio della trave e degli assiti soprastanti, si assume pari a G1: 0.36 kN/m<sup>2</sup>=0.48 kN/m;
- G2 è il peso dei carichi permanenti, si assume pari a G2: 0.98 kN/m<sup>2</sup>=1.31 kN/m;



- Q1 è il peso del carico accidentale massimo che il solaio è in grado di reggere, si assume pari a Q1:  $2.47 \text{ kN/m}^2 = 3.29 \text{ kN/m}$ ;

$$F_{d,f} = 1 \times 0.48 + 1 \times 1.31 + 0,9 \times 3.29 = 4.75 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Il momento massimo in mezzaria vale:

$$M_{d,f} = \frac{9}{128} \times q \times l^2 = \frac{9}{128} \times 4.75 \times 2.81^2 = 2.64 \text{ kN.m}$$

Facendo riferimento al metodo della sezione efficace, precedentemente descritto, la velocità di carbonizzazione è assunta pari a  $b_0 = 0,8 \text{ mm/min}$ . Dopo 30 minuti di esposizione al fuoco la profondità di carbonizzazione, per passare alla sezione efficace, vale dunque  $d_{ef} = 7 + 0,8 \times 30 = 31 \text{ mm}$ , conseguentemente (esposizione al fuoco su tre lati) la sezione sarà:

$$b_{ef} \times h_{ef} = (120 - 31 \times 2) \times (140 - 31) = 58 \times 109 = 6322 \text{ mm}^2$$

- Formule di verifica:

$$\sigma_{m,f} = \frac{M_{d,fi}}{W} \leq f_{d,fi} = k_{mod,fi} \times \frac{f_{m,y,k} k_{fi}}{\gamma_{m,fi}}$$

$$\frac{2.64 \times 10^6}{\left(\frac{58 \times 109^2}{6}\right)} = 22.97 \geq 1 \times \frac{42,00 \times 1,25}{1} = 52,50 \text{ MPa}$$

La verifica è soddisfatta per soli 30 minuti di esposizione alla fiamma. Essendo il solaio una partizione orizzontale non avente funzione di compartimentazione non è necessario garantire il requisito REI delle strutture che fanno parte compartimento, con il tempo di resistenza di 30 si riesce comunque a garantire un tempo utile ad assicurare il soccorso agli occupanti e garantire che essi lascino l'edificio incolumi, secondo quanto riportato nella nota DCPREV prot. N. 8274 del 08-06-2011.

### 7.5.5 Nuovo solaio in legno lamellare – Stanza 28.1

Il nuovo solaio, a seguito del crollo del preesistente solaio, è costituita da 8 travi in legno lamellare di sezione 10x23 cm poste con andamento NORD-SUD ed interasse di 78 cm, sulle quali è posato un doppio assito ligneo incrociato e avvitato, collegato alle sottostanti travi portanti in legno lamellare con viti da legno di grosse dimensioni, e successivo strato di massetto in cls con rete. La pavimentazione



sovrastante è stata realizzata con piastrelle in cotto fatte a mano, di epoca affine a quella dell'edificio. A seguito del consolidamento eseguito, attraverso le analisi numeriche eseguite dal progettista dell'intervento, è stata ricavata che la portanza del solaio è pari a  $537 \text{ kg/m}^2$  ( $5.27 \text{ kN/m}^2$ ).

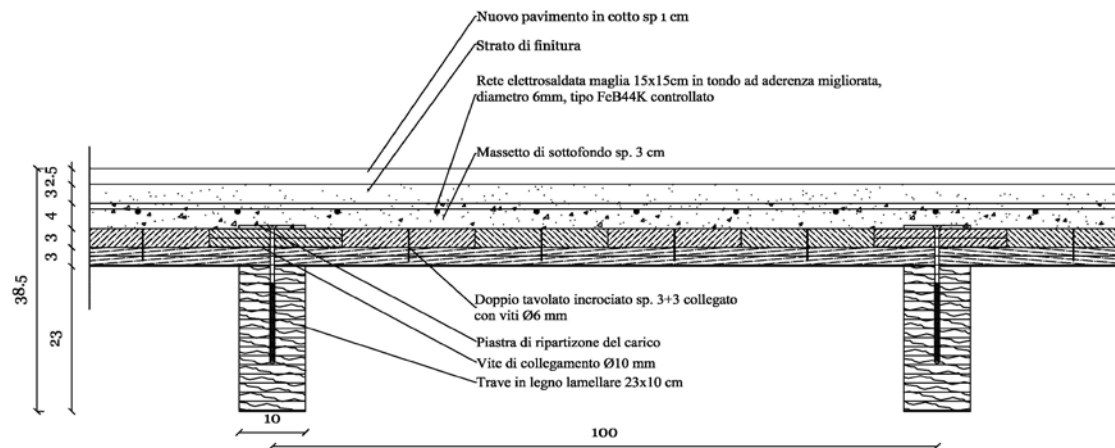


Figura 111 - Schema solaio stanza 28.1 – Progetto ing. Jurina

### Verifica allo SLU eccezionale - Incendio

Per effettuare la verifica è necessario prima calcolare l'azione agente secondo la combinazione eccezionale in caso d'incendio:

$$F_{d,f} = \gamma_{G1} \times G1 + \gamma_{G2} \times G2 + \Psi_1 \times Q1$$

Dove:

- $G1$  è il peso proprio della trave e degli assiti soprastanti, si assume pari a  $G1: 0.46 \text{ kN/m}^2 = 0.59 \text{ kN/m}$ ;
- $G2$  è il peso dei carichi permanenti, si assume pari a  $G2: 0.92 \text{ kN/m}^2 = 1.26 \text{ kN/m}$ ;
- $Q1$  è il peso del carico accidentale massimo che il solaio è in grado di reggere, si assume pari a  $Q1: 3.89 \text{ kN/m}^2 = 4.98 \text{ kN/m}$ ;

$$F_{d,f} = 1 \times 0.59 + 1 \times 1.26 + 0,9 \times 4.89 = 6.25 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Il momento massimo in mezzaria vale:

$$M_{d,f} = \frac{q \times l^2}{8} = \frac{6.25 \times 3.86^2}{8} = 11.64 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Facendo riferimento al metodo della sezione efficace, precedentemente descritto, la velocità di carbonizzazione è assunta pari a  $b_o = 0,8 \text{ mm/min}$ . Dopo 30 minuti di



esposizione al fuoco la profondità di carbonizzazione, per passare alla sezione efficace, vale dunque  $d_{ef} = 7 + 0,80 \times 30 = 31$  mm, conseguentemente (esposizione al fuoco su tre lati) la sezione sarà:

$$b_{ef} \times h_{ef} = (100 - 31 \times 2) \times (230 - 31) = 38 \times 199 = 7562 \text{ mm}^2$$

- Formule di verifica

$$\sigma_{m,f} = \frac{M_{d,fi}}{W} \leq f_{d,fi} = k_{mod,fi} \times \frac{f_{m,k} k_{fi}}{\gamma_{m,fi}}$$

$$\frac{11.64 \times 10^6}{\left(\frac{38 \times 199^2}{6}\right)} = 46.41 \leq 1 \times \frac{41,40 \times 1,25}{1} = 51.75 \text{ MPa}$$

La verifica è soddisfatta per soli 30 minuti di esposizione alla fiamma. Per poter garantire il requisito di 120 minuti di resistenza al fuoco si richiede allora l'applicazione di un trattamento ignifugo o igniritardante.

### 7.5.6 Solaio in legno-legno – Stanza 124.1

In questa opera di consolidamento è stato posato ortogonalmente un secondo assito in legno (Sp. 3,5 cm) al di sopra dell'assito in legno esistente. Le travi portanti avranno andamento EST-OVEST (dimensioni 15x15 cm) e di interasse variabile (compreso tra i 70-80 cm) su di esse verrà posizionato il doppio assito incrociato di spessore 3.5 cm per ogni strato collegato alle travi, mediante viti di grossa dimensione che attraversano i due strati di assito.

L'assito, per rispettare la quota di pavimento dei locali adiacenti, fungerà da strato di

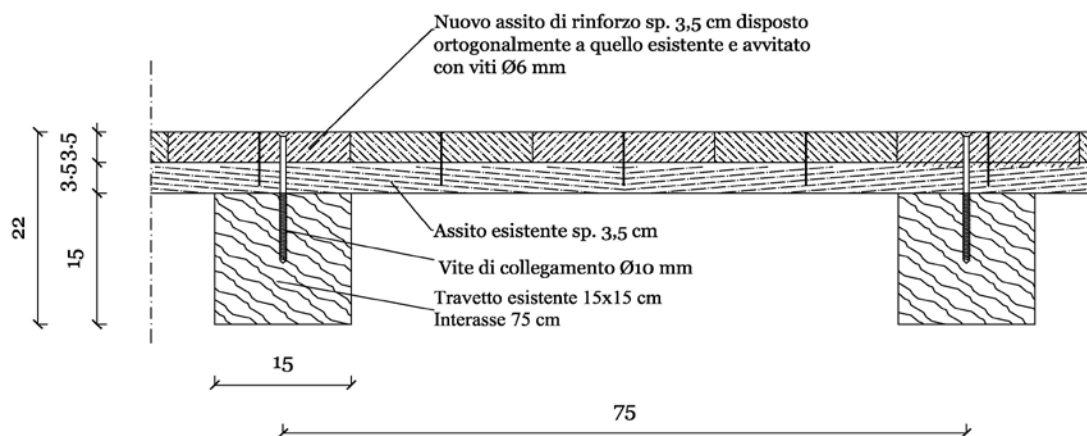


Figura 112 - Schema solaio stanza 124.1 – Progetto ing. Jurina



finitura. A seguito del consolidamento eseguito, attraverso le analisi numeriche eseguite dal progettista dell'intervento, è stata ricavata che la portanza del solaio è pari a  $388 \text{ kg/m}^2$  ( $3.81 \text{ kN/m}^2$ ). Qui di seguito verrà eseguita la sola verifica al fuoco della struttura portante del solaio, quali le travi principali.

### **Verifica allo SLU eccezionale - Incendio**

Per effettuare la verifica è necessario prima calcolare l'azione agente secondo la combinazione eccezionale in caso d'incendio:

$$F_{d,f} = \gamma_{G1} \times G1 + \gamma_{G2} \times G2 + \Psi_1 \times Q1$$

Dove:

- G1 è il peso proprio della trave e degli assiti soprastanti, si assume pari a G1:  $0.50 \text{ kN/m}^2 = 0.67 \text{ kN/m}$ ;
- G2 è il peso dei carichi permanenti, si assume pari a G2:  $0.19 \text{ kN/m}^2 = 0.25 \text{ kN/m}$ ;
- Q1 è il peso del carico accidentale massimo che il solaio è in grado di reggere, si assume pari a Q1:  $3.23 \text{ kN/m}^2 = 4.31 \text{ kN/m}$ ;

$$F_{d,f} = 1 \times 0.67 + 1 \times 0.25 + 0,9 \times 4.31 = 4,80 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Il momento massimo in mezzaria vale:

$$M_{d,f} = \frac{q \times l^2}{8} = \frac{4.80 \times 2,89^2}{8} = 5.33 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Facendo riferimento al metodo della sezione efficace, precedentemente descritto, la velocità di carbonizzazione è assunta pari a  $b_o = 0,8 \text{ mm/min}$ . Dopo 30 minuti di esposizione al fuoco la profondità di carbonizzazione, per passare alla sezione efficace, vale dunque  $d_{ef} = 7 + 0,80 \times 30 = 31 \text{ mm}$ , conseguentemente (esposizione al fuoco su tre lati) la sezione sarà:

$$b_{ef} \times h_{ef} = (150 - 31 \times 2) \times (150 - 31) = 88 \times 119 = 10472 \text{ mm}^2$$

- Formule di verifica:

$$\sigma_{m,f} = \frac{M_{d,fi}}{W} \leq f_{d,fi} = k_{mod,fi} \times \frac{f_{m,k} k_{fi}}{\gamma_{m,fi}}$$
$$\frac{5.33 \times 10^6}{\left(\frac{88 \times 119^2}{6}\right)} = 25.65 \leq 1 \times \frac{41,40 \times 1,15}{1} = 47,61 \text{ MPa}$$



La verifica è soddisfatta per soli 30 minuti di esposizione alla fiamma. Essendo il solaio una partizione orizzontale non avente funzione di compartimentazione ma è posto allo stesso tempo su di una via di esodo, è necessario che esso rispetti il requisito di REI 120. Per fare ciò, si suggerisce di rimuovere il controsoffitto esistente in canniccato, dato che non possiede valore storico-artistico, di proteggere le travi tramite l'applicazione di un trattamento ignifugo o igniritardante ed infine di installare un controsoffitto in gessofibra con caratteristiche EI120.

### **7.5.7 Solaio in acciaio/cls – Stanza 4.1**

Il consolidamento del solaio è stato realizzato mediante la saldatura di barre in acciaio, poste ad intervalli regolari, sull'ala superiore dei profili in ferro esistenti. Attraverso l'utilizzo di argilla espansa, si è pareggiata la quota delle volterranee con quella delle travi e, successivamente, si è posata una rete elettrosaldata provvedendo poi a gettare la cappa in cls. Tale cappa è stata resa solidale con la muratura perimetrale tramite l'uso di connettori in acciaio inghisati con resina epossidica. Infine, è stata ripristinata la pavimentazione di piastrelle in cotto. Al di sotto della volterranea, come strato di finitura superficiale, è presente uno strato di intonaco già esistente dello spessore di 1.50 cm.

In caso d'incendio, il comportamento di questa tipologia di solaio dipende dagli elementi di acciaio e da quelli in laterizio che durante le lunghe esposizioni tendono a rompersi a causa della differenza di temperatura tra faccia calda e faccia fredda, in particolare, sarà proprio la volterranea ad essere più fragile, in quanto è realizzata con laterizio forato.

Per eseguire le verifiche all'incendio di questa tipologia di solaio si possono seguire tre metodologie differenti: Sperimentale, Tabellare ed Analitica. La valutazione dei solai di tipo misto, rispetto queste metodologie di calcolo, risulta di difficile interpretazione; infatti le strutture sono composte da una geometria complessa, i materiali hanno caratteristiche fisiche differenti e gli elementi strutturali da valutare sono di tipologia diversa da quelli definiti dalle norme: ne consegue, che un calcolo teorico rigoroso, risulterebbe complesso e poco affidabile. Per ovviare a questo problema, si decide di fare riferimento ad alcune valutazioni sperimentali eseguite su più campioni di solai misti. Da queste valutazioni si evince che tutte le tipologie di solaio evidenziano un comportamento comune: l'intonaco presente ostacola la propagazione di calore ed al suo interno si concentrano le temperature più alte



impedendo il raggiungimento di temperature elevate alle strutture portanti in acciaio che potrebbero compromettere la resistenza del solaio. La sua funzione dipende principalmente dallo spessore: infatti dalla prova eseguito nel presso il Laboratorio di Scienza delle Costruzioni del Centro Studi ed Esperienze Antincendio (Roma Capannelle), in collaborazione con l'ANDIL, si nota che il solaio rivestito con intonaco (spessore 1.50 cm) a base di gesso possiederà una resistenza in caso d'incendio di 180 minuti, quello con rivestimento con intonaco a base di calcestruzzo avrà una resistenza di 120 minuti, mentre il solaio senza rivestimento avrà una resistenza di 45 minuti.

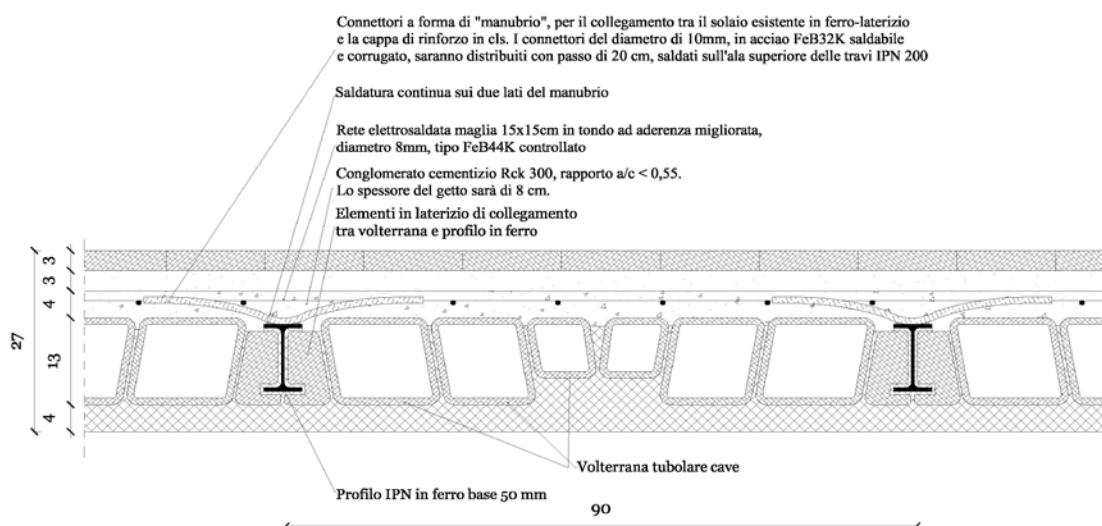


Figura 113 - Schema solaio stanza 4.1 – Progetto ing. Jurina

### 7.5.8 Solaio in beola/acciaio – Stanza 33.1

Il solaio presente nella stanza 33.1 è realizzato in pietre di beola incastrate nel muro ed appoggiate su tre appoggi intermedi costituiti da profili in acciaio (dimensioni 45x27 mm). Il consolidamento consiste nell'aggiunta di nuovi profili metallici rettangolari pieni di dimensioni pari a quelli esistenti in acciaio Fe360 zincati a caldo ed interposti a quelli esistenti. Al fine della verifica all'incendio di questa tipologia di solaio, l'elemento più vulnerabile risulta essere il profilo in acciaio e si ritiene quindi opportuno attuare un intervento protettivo passivo applicandovi una pittura sintetica, intumescente con potere antifiama in modo da garantirne la resistenza fino a 120 minuti.

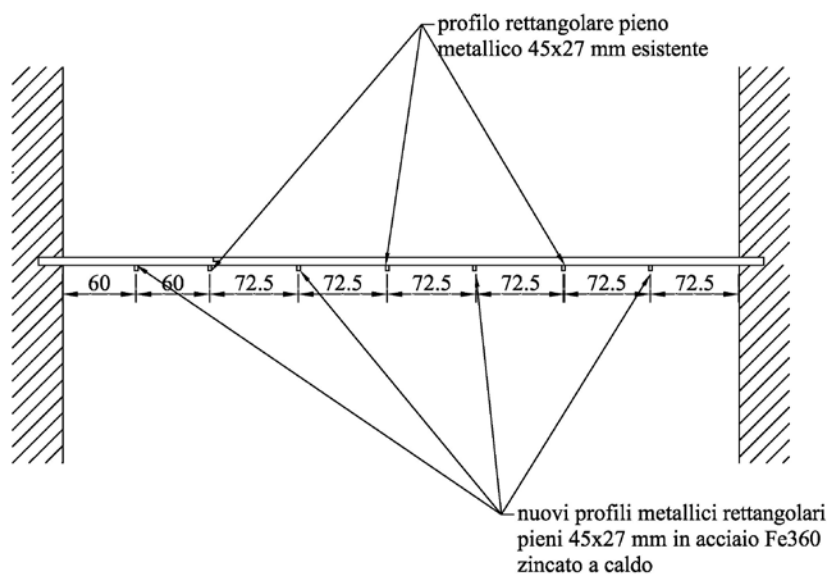


Figura 114 - Schema solaio stanza 124.1 – Progetto ing. Jurina

## 7.6 Tiranti metallici

A causa della perdita di stabilità globale dell'edificio, è stato deciso di introdurre delle tirantature metalliche a pavimento ed intradossali alla quota d'imposta della volta. I tiranti a pavimento, posti al di sotto del piano di calpestio, sono stati realizzati in barre in acciaio inox AISI 316 di diametro 24 mm, filettati alle due estremità.



Figura 115 - Dettagli dei tiranti in acciaio inossidabile a Casa Bossi

I tiranti sono stati posti all'interno del pavimento pertanto non risulta necessario che vengano protetti dall'azione del fuoco.

Per i tiranti metallici intradossali il discorso cambia in quanto, essendo posti alla quota d'imposta della volta, risultano esposti al fuoco di un eventuale incendio. Dai





dati presenti in letteratura, si evince che l'acciaio inox si comporta meglio rispetto all'acciaio al carbonio, in fatti i tempi di resistenza al fuoco passano dai 10-15 minuti di un Fe360 a 20-30 minuti di un AISI 304 in un intervallo di temperature che arriva fino a 650-800°C circa, che è l'intervallo di temperatura più critico per le strutture metalliche sottoposte a carico d'incendio. Di conseguenza il tempo d'intervento in sicurezza per i soccorritori viene quasi raddoppiato.

Dato che, la richiesta di resistenza R delle strutture è per il caso in esame pari a 90 minuti, si ritiene opportuno trattare superficialmente i tiranti. Si consiglia di applicare un rivestimento intumescente specifico per la protezione al fuoco di elementi strutturali in acciaio previa applicazione, trattandosi di acciaio inox, di un primo strato di vernice specifica per favorire l'adesione del rivestimento. Tale trattamento risulta certificato per una resistenza al fuoco di 90 minuti, tempo minimo richiesto dalla normativa per garantire la sicurezza.



POLITECNICO DI MILANO

Scuola di Architettura Urbanistica Ingegneria delle Costruzioni



## **CAPITOLO 8**

# **CONCLUSIONI**

In questa tesi si è dimostrato, come anche partendo dal problema tecnico della messa a norma secondo i criteri della prevenzione incendi di un edificio storico, si toccano molteplici argomenti tutti correlati tra di loro.

L'ingegnere che si occupa della prevenzione incendi di un edificio vincolato dalla Soprintendenza per i Beni Architettonici e Culturali e deve studiare e progettare il recupero di un edificio storico non può non tenere conto del suo inquadramento storico, civile, urbanistico ...

Questa tesi, che è partita da un progetto di messa in sicurezza in caso di incendio di Casa Bossi, è stata un'occasione per inquadrare tali tecniche di progettazione con le problematiche di riutilizzo e di restauro di un bene storico significativo per la città di Novara.

Questo lavoro è stato anche un'occasione per approfondire lo sviluppo urbanistico ed architettonico dell'800 Novarese e di mettere a fuoco la figura dell'architetto Alessandro Antonelli che, con la sua opera, ha dato un grande contributo alla riqualificazione della città.

La tesi si inserisce nel piano di sviluppo del Comune di Novara, che intende valorizzare per step tutto l'800 Novarese, e fornisce un contributo a quanto ipotizzato per la rifunionalizzazione ed il riutilizzo di Casa Bossi.

Per Casa Bossi sono state pensate, da parte dell'Amministrazione Comunale, diverse soluzioni di riutilizzo ed è già stato eseguito un primo restauro/consolidamento di alcune sue parti strutturali.



Il lavoro svolto in questo elaborato ha evidenziato com'è possibile garantire la sicurezza al fuoco richiesta per la salvaguardia delle persone e contemporaneamente la conservazione del bene, il tutto collimando con le necessità di utilizzo funzionale richieste dal progetto di riqualificazione ed evidenziando le criticità di alcune ipotesi progettuali. Da tali criticità sono state sviluppate delle proposte per la realizzazione di alcune soluzioni correttive per quanto riguarda la distribuzione spaziale degli ambienti interni ed i percorsi delle vie di esodo. Al termine del lavoro svolto, è possibile affermare che le destinazioni ipotizzate nel progetto di rifunzionalizzazione del Bene sono pienamente compatibili con la struttura originaria definita dall'architetto Antonelli e con le esigenze attuali della Città.

Altro punto significativo trattato in questo lavoro è stata la valutazione dell'impatto dei rinforzi strutturali applicati rispetto ai requisiti imposti dalla normativa vigente per quanto riguarda la sicurezza al fuoco: si dimostra ancora una volta che nell'operare un restauro e nel progettare i rinforzi sarebbe stato conveniente valutare anche degli interventi di protezione passiva al fuoco, che se decisi ed eseguiti a posteriori, possono risultare eccessivamente impattanti e far perdere leggibilità alle soluzioni tecniche adottate.

Il lavoro di tesi ha permesso di inquadrare il problema della sicurezza all'incendio per quanto riguarda gli edifici storici e protetti da vincoli artistici e architettonici, problema che risulta spesso poco trattato anche a livello normativo dove esistono parecchi vuoti e lacune.

Questo lavoro può essere preso come spunto/base di partenza per un progetto più approfondito e applicabile nella realtà a Casa Bossi e, allo stesso tempo, fornisce spunti su cui riflettere e su come agire per tutelare il patrimonio artistico che ci circonda e che a volte viene trascurato, non adeguatamente protetto e abbandonato a sé stesso.

Concludendo ci si augura che l'approccio seguito in questo lavoro possa avere una continuazione in altri interventi di riqualificazione e che quanto fatto sia un utile contributo alla rifunzionalizzazione dei beni architettonici di Novara che amiamo e che meritano di essere valorizzati.



POLITECNICO DI MILANO

Scuola di Architettura Urbanistica Ingegneria delle Costruzioni



POLITECNICO DI MILANO

Scuola di Architettura Urbanistica Ingegneria delle Costruzioni



## Riferimenti bibliografici

### Bibliografia

- AA. VV., *“La patria: Geografia dell’Italia – Provincia di Novara”*, Interlinea Edizioni, 1891.
- AA.VV., *“Fire protection in historical buildings and museums”*, Siemens Switzerland Ltd – Building Technologies Division, 2015
- AA.VV., *“Prova di resistenza al fuoco su una volta a botte in muratura”*, Dipartimento dei V.V.F., 2013.
- AA.VV., *“Soffio d’800 a Novara”*, ATL di Novara, 2011.
- AA.VV., *“Un simbolo di Novara da salvare: Casa Bossi”*, Comitato d’amore per Casa Bossi, 2010.
- Biancolini D., *“Il secolo di Antoenlli-Novara 1798/1888”*, Istituto Geografico De Agostini, 1988.
- Boneschi V. *“La resistenza al fuoco e le proprietà antisismiche dell’acciaio inossidabile”*, Ordine degli Ingegneri della provincia di Milano, 2003.
- Bordino F., *“Casa Bossi, un edificio antonelliano a Novara”*, C.C.I.A.A. di Novara, 1984.
- Bordino F., *“Consulenza preliminare alla redazione dello studio di fattibilità per il restauro ed il riuso di Casa Bossi”*, Comune di Novara, 2002.
- Bordino F., *“Piano di approccio interdisciplinare «Casa Bossi» architettura antonelliana di Novara”*, Comune di Novara, 2001.
- Capra R., *“La basilica di San Gaudenzio a Novara”*, Interlinea Edizioni, 2010.



- Colombo P., Feiffer C., Jurina L., *“Casa Bossi – Progetto di consolidamento delle strutture e delle facciate”*, Comune di Novara, 2003.
- Comune di Novara, *“Documento Unico di Programmazione 2017-2019”*.
- Comune di Novara, *“Strategia urbana di sviluppo integrato per l’attuazione dell’asse VI «Sviluppo urbano sostenibile»”*, 2017.
- Dattilo F., Pulito C., *“Codice di prevenzione incendi commentato – D.M. 03/08/2015, Norme tecniche di prevenzione incendi con esempi applicativi”*, EPC Editore, 2015.
- Gabetti R., *“Problematica antonelliana”*, Atti e rassegna tecnica della società ingegneri ed architetti in Torino, 1962.
- Gavinelli C., *“Novara e Antonelli: Lo sviluppo urbanistico ed architettonico di Novara nell’Ottocento e l’opera di Alessandro Antonelli”*, Catalogo mostra iconografica/Novara – Palazzo Broletto, 1976.
- Guasco R., *“Casa Bossi-Risanamento e restauro copertura”*, Comune di Novara, 1999.
- Ingval M., *“Cost Action C17: «Built heritage: fire loss to historic buildigns – The challenge before us»”*, Research and Education Group – Scotland, 2010,
- Leigheb M., *“Comune di Novara – Stati generali della cultura, Tavolo C: detto dei nodi irrisolti”*, Comune di Novara, 2010.
- Modena R., Piazza M., Tomasi R., *“Strutture in legno – Materiale, calcolo e progetto secondo le nuove normative europee”*, Hoepli, 2013.
- Nassi L., Marsella S., *“Sicurezza antincendio per i beni culturali”*, UTET – Scienze tecniche, 2008.
- Oliaro A. & Coppo A., *“Novara: l’evoluzione urbanistica attraverso l’iconografia storica”*, Comune di Novara, 1983.
- Perotti M., *“Il Duomo di Novara: Guida storico-artistica”*, Istituto Geografico De Agostini, 1995.
- Pisani M.A., *“Consolidamento delle strutture – Guida ai criteri, ai materiali, e alle tecniche più utilizzati”*, Hoepli, 2012.
- Rosso F., *“Alessandro Antonelli 1798/1888”*, Electa, 1989.
- Vassalli S., *“Cuore di Pietra”*, Einaudi, 1996.





## Articoli

- AA. VV., *“La valutazione della resistenza al fuoco degli elementi costruttivi in legno”*, Speciale informa 6, 2002.
- AA.VV., *“Abitare l’inabitabile a Casa Bossi: un viaggio tra storia e bellezza”*, Comitato d’amore per Casa Bossi, 2016.
- Abate M. & Rinaldi F., *“Criteri di sicurezza antincendio per i luoghi di culto”*, SILAQ, 2009.
- Amaro G. G., *“Gli edifici ad elevato sviluppo verticale – Un approccio strategico a garanzia del raggiungimento e mantenimento del requisito «Sicurezza in caso d’incendio»”*, Ingenio, 2016.
- Barberi S., *“Problematiche di prevenzione incendi negli edifici di grande altezza”*, V.V.F. di Milano, 2010.
- Barker P., *“Fire safety and heritage buildings”*, NBS, 2010.
- Bertinotti E., *“Casa Bossi ed Ex Macello potrebbero tornare a vivere. Servono 40 milioni ma c’è una società interessata”*, Novara Oggi, 10/11/2017.
- Carannante F & Ponticelli L., *“Carico di collasso di una volta a botte in muratura esposta ad un incendio nominale”*, Antincendio, 2017.
- Giordani M., *“Ex Macello e Casa Bossi: il sindaco svela le proposte”*, La Stampa, 8/11/2017.
- Giordani M., *“Novara, Casa Bossi si prepara ad accogliere start up e creativi”*, La Stampa, 12/04/2017.
- Rossi V., *“La protezione dei beni storico-artistici”*, Atti del convegno per il 43° corso per ispettori antincendio, 2003.
- Ugazio M., *“Obiettivo invertire le tendenze negative”*, Corriere di Novara, 9/11/2017.
- Zanut S & Villani T., *“Tempi di evacuazione e modelli automatici di simulazione del movimento delle persone”*, Antincendio, 2007.



## Sitografia

- <http://www.astrea.it>
- <http://www.vigilfuoco.it>
- <https://quandoantonellifeceuncasino.weebly.com/larchitetto.html>
- <https://www.casabossinovara.com>
- <https://www.domusweb.it/it/arte/2012/05/18/tetralogia-della-polvere.html>
- <https://www.turismo novara.it>

## Normative

- CFPA-E No 19:2009, *Fire safety engineering concerning evacuation from buildings.*
- D.M. 03/08/2015, *Norme tecniche di prevenzione incendi.*
- D.M. 12/04/1996, *Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione, e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi.*
- D.M. n. 569 del 20/05/1992, *Norme di sicurezza antincendio per gli edifici storici e artistici destinati a musei, gallerie, esposizioni e mostre.*
- D.P.R. n. 418 del 30/06/1995, *Norme di sicurezza antincendio per gli edifici di interesse storico-artistico destinati a biblioteche e archivi.*
- DCPREV prot. n. 3181 del 15/03/2016, *Valutazione in deroga dei progetti di edifici sottoposti a tutela ai sensi del D.Lgs. 22/01/2004, n. 42, aperti al pubblico, destinati a contenere attività dell'allegato 1 al D.P.R. 01/08/2011, n. 151 (con l'esclusione di biblioteche ed archivi, musei, gallerie, esposizioni e mostre).*
- ISO 13571, *Life-threatening components of fire - Guidelines for the estimation of time to compromised tenability in fires.*
- ISO/TR 16738, *Fire-safety engineering - Technical information on methods for evaluating behaviour and movement of people.*
- Norme Tecniche delle Costruzioni 2008