



Politecnico Milano Bovisa - Facolta' di Architettura Civile
Corso di Laurea Specialistica in Architettura delle Costruzioni

POLIGREEN

UN NUOVO POLMONE VERDE
PER MILANO

PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE
AREA EX CENTRALE DEL LATTE DI MILANO
AMPLIAMENTO POLO UNIVERSITARIO
RESIDENZA PER STUDENTI E
NUOVO EDIFICIO RAPPRESENTATIVO HEAD QUARTER

Tesi di Laurea Specialistica di

Dario Mannu, 711847

Relatore: Prof. arch. Giancarlo Perotta

*“A Te che sei
semplicemente sei
sostanza dei giorni miei
sostanza dei sogni miei...”*

*“Ti ho amato attraverso giorni
Di buona fortuna e di festa
Ti ho amato attraverso giorni
Di mare agitato e tempesta
Ti ho amato attraverso gli anni
Le strade, gli oceani e le terre
Attraverso i momenti felici
Le gioie, i pianti e le guerre*

*Abbiamo girato paesi
E ascoltato le orchestre suonare
Abbiamo guardato persone cadere
E fucili sparare
E riso e scherzato
Sperando che il tempo non dovesse finire
E bevuto col nodo alla gola
Guardando gli amici partire*

*Mi hai dato conchiglie
Per farmi ascoltare i racconti del mare
Mi hai dato un tamburo
Per battere il tempo e sentirlo passare
Mi hai dato parole e storie
E un bicchiere robusto e profondo
Per poterci raccogliere dentro
Le grida e il dolore del mondo*

*Puoi prendere un fuoco
Ed accendere i sogni di chi ti sta intorno
Puoi aprire la mano
E raccogliere tutti i colori del giorno
Puoi fare un castello
Con legni spezzati e barattoli rotti
Puoi trovare una stanza grigia
E riempirla del blu della notte*

*Ti ho amato attraverso giorni
Di buona fortuna e di festa
Ti ho amato attraverso giorni
Di mare agitato e tempesta
Ti ho amato per quando mi hai preso
E portato vicino a una stella
E per quando mi hai preso per mano
E tenuto coi piedi per terra
Coi piedi per terra”*

*“Noi facciamo della musica libera, dura, che picchi forte sull'Anima in modo da aprirla.”
Jimi Hendrix*

*“La Musica è architettura svolta, mentre l'architettura è musica pietrificata.”
Goethe Johann Wolfgang*

*“L'architettura è musica nello spazio, una sorta di musica congelata.”
Schelling Friedrich W.J. von*

*“Per me l'unica autentica musica è sempre esistita nei rumori della natura. Il suono armonioso
del vento negli alberi, il ritmo delle onde marine, il timbro delle gocce di pioggia, dei rami
spezzati, dell'urtarsi delle pietre, dei vari gridi di animali costituiscono per me la vera musica”
Messiaen Olivier*

I_INDICE - Tesi

I	INDICE - Tesi	pag 2
II	INDICE - Figure	pag 5
III	INDICE - Tabelle	pag 6
IV	INDICE - Grafici	pag 7
V	INDICE - Tavole	pag 8
VI	Abstract	pag 9
VII	Abstract Inglese	pag 10
CAP 1.0	pag 11	
1.1	pag 11	Introduzione di merito, obiettivi variante urbanistica;
1.2	pag 11	Scelte strategiche ad impatto ambientale-territoriale;
1.3	pag 12	Programma insediativo (st. Area, indice di edificabilità, SIp prevista, destinazioni funzionali, Standard, parcheggi, ecc.);
1.4	pag 12	Percorsi, Il Parco ed il Campus Universitario: l'Interazione;
1.5	pag 13	Funzioni degli Edifici;
CAP 2.0	pag 14	
2.1	pag 14	Analisi Storica
2.2	pag 19	Tavole di Analisi del Contesto (Funzioni, Densità, Flussi di traffico)
CAP 3.0	pag 21	
3.1	pag 21	Riferimenti progettuali a scala urbana (esistenti o in studio di progetto);
3.1.1	pag 21	Il Raggio verde;
3.1.2	pag 22	La passeggiata urbana dei Bastioni (Progetto / Studio Attuale);
3.1.3	pag 23	Il Ring dei viali delle Regioni (Progetto / Studio Attuale);
3.1.4	pag 25	Conclusioni: scelta di intervento a livello urbanistico;
3.2	pag 26	Riferimenti progettuali a scala urbana e architettonica, (esistenti o in studio di progetto);
3.2.1	pag 26	Robert Krier, complesso residenziale Ritterstraße Nord, Berlin-Kreuzberg, 1978-1981 - IBA di Berlino
3.2.2	pag 28	Claus En Kaan Architecten – Residenza per studenti UvA-Dek ad Amsterdam, Olanda
CAP 4.0	pag 31	
4.1	pag 31	Le tipologie residenziali: housing sociale studentesco, cellule abitative e aggregazioni;
4.2	pag 33	Schema d'impianto degli spazi residenziali schema A, aggregazioni e servizi;
4.3	pag 34	Schema d'impianto degli spazi residenziali schema B, aggregazioni e servizi;

CAP 5	pag 35	
5.1	pag 35	Ipotesi tipologica delle funzioni non residenziali (Spin Off, Mediateca, Museo, Head Quarter, Labs, Uffici Gestionali, etc);
CAP 6	pag 37	Relazione di Strutture
6_1.1	pag 37	Azioni della neve;
6_1.1.1	pag 37	Coefficiente di forma della copertura;
6_1.1.2	pag 37	Valore caratteristico del carico neve al suolo;
6_1.1.3	pag 38	Coefficiente di esposizione;
6_1.1.4	pag 38	Coefficiente termico;
6_2.1	pag 39	Azioni del vento;
6_2.1.1	pag 39	Generalità;
6_2.1.2	pag 39	Velocità di riferimento;
6_2.1.3	pag 39	Pressione del vento;
6_2.1.4	pag 39	Azione tangenziale del vento;
6_2.1.5	pag 40	Pressione cinetica di riferimento;
6_2.1.6	pag 40	Coefficiente di esposizione;
6_2.1.7	pag 42	Coefficiente dinamico;
6_3.1	pag 43	Azioni Sismiche;
6_3.1.1	pag 43	Vita nominale;
6_3.1.2	pag 43	Classi d'uso;
6_3.1.3	pag 44	Periodo di riferimento per azione sismica;
6_3.1.4	pag 44	Pericolosità sismica di base;
6_3.1.5	pag 44	Stati limite e relative probabilità di superamento;
6_3.1.6	pag 45	Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche;
6_3.1.7	pag 45	Descrizione del moto sismico in superficie e sul piano di fondazione;
6_3.1.7.1	pag 45	Amplificazione stratigrafica;
6_3.1.7.2	pag 46	Amplificazione topografica;
6_3.1.7.3	pag 46	Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali;
6_3.2	pag 48	Analisi lineare dinamica o statica;
6_3.2.1	pag 48	Analisi lineare dinamica;
6_3.2.2	pag 48	Analisi lineare statica;
6_4.1	pag 50	Solaio in laterocemento;
6_4.1.1	pag 50	Analisi dei carichi del solaio;
6_4.1.2	pag 50	Grafico del solaio;
6_4.1.3	pag 51	Armatura del solaio;
6_4.1.4	pag 52	Verifiche;
6_4.1.4.1	pag 52	Verifiche di resistenza del calcestruzzo per il massimo momento positivo;
6_4.1.4.2	pag 52	Verifiche di resistenza del calcestruzzo per il massimo momento negativo;
6_4.1.4.3	pag 53	Verifica a taglio;
6_5.1	pag 53	Trave;
6_5.1.1	pag 53	Diagramma della trave;
6_5.1.2	pag 54	Dimensioni trave;
6_5.1.3	pag 54	Armatura trave;
6_5.1.4	pag 56	Verifiche;
6_5.1.4.1	pag 56	Verifiche di resistenza del calcestruzzo;
6_5.1.4.2	pag 57	Verifica a taglio;

6_6	pag 59	Dimensionamento dei pilastri;
6_7	pag 61	Calcoli e disegno armatura nel plinto del pilastro 42;
6_8	pag 62	Controventi;
6_8.1	pag 63	Verifiche;
CAP 7	pag 64	Relazione di Impianti
	pag 64	PRIMA PARTE
7.1	pag 64	Dati climatici;
7.2	pag 64	Descrizione dei contenuti del progetto degli impianti;
7.3	pag 65	Analisi architettonica dell'edificio;
7.4	pag 66	Dati geometrici;
7.5	pag 68	Identificazione delle zone termiche;
7.6	pag 69	Caratteristiche dell'involucro e suoi componenti;
7.6.1	pag 69	Scelta dei materiali per componenti opachi e prestazioni;
7.6.2	pag 71	Scelta dei materiali per i componenti trasparenti e prestazioni;
7.7	pag 73	Calcoli delle prestazioni edificio;
7.7.1	pag 73	Calcolo degli apporti solari;
7.7.2	pag 75	Calcolo del fabbisogno termico e invernale;
7.7.3	pag 76	Calcolo delle potenze disperse;
7.7.4	pag 77	Calcolo delle potenze richieste;
7.8	pag 80	SECONDA PARTE
7.8.1	pag 80	Strategie progettuali e obiettivi generali;
7.8.2	pag 81	Scelta del tipo di impianto;
7.8.2.1	pag 81	Sistema di generazione;
7.8.2.2	pag 83	Sistema tipo distribuzione e generazione;
7.8.2.2.1	pag 85	Dimensionamento dei canali dell'aria dell'UTA;
7.8.2.2.2	pag 86	Sistema di aspirazione forzata;
7.8.2.2.3	pag 86	Dimensionamento dei pannelli fotovoltaici per l'energia elettrica;
7.8.2.3	pag 87	Fabbisogno di acqua calda sanitaria;
7.8.2.3.1	pag 87	Dimensionamento dei pannelli solari termici per il fabbisogno di ACS;
CAP 8	pag 88	Bibliografia.

II_INDICE - Figure

<i>pag 11</i>	<i>1_Tavola di Inquadramento a scala Urbana (1:2000 e 1:1000);</i>
<i>pag 14</i>	<i>2_Carta di Milano: Piano Beruto 1888-89;</i>
<i>pag 15</i>	<i>3_Carta di Milano: Piano Beruto 1884;</i>
<i>pag 15</i>	<i>4_Carta di Milano: Piano Masera 1912;</i>
<i>pag 16</i>	<i>5_Carta di Milano: carta del 1914;</i>
<i>pag 17</i>	<i>6_Carta di Milano del 1930;</i>
<i>pag 17</i>	<i>7_Carta Milano del 1947;</i>
<i>pag 17</i>	<i>8_Tavola di Sintesi degli elementi presi in considerazione nel progetto;</i>
<i>pag 18</i>	<i>9_Tavola di ipotesi Planivolumetrica;</i>
<i>pag 19</i>	<i>10_Tavola delle funzioni contestuali;</i>
<i>pag 19</i>	<i>11_Tavola delle densità ed altezze contestuali;</i>
<i>pag 20</i>	<i>12_Tavola dei flussi e dei tipi di traffico;</i>
<i>pag 21</i>	<i>13_il Raggio Verde;</i>
<i>pag 22</i>	<i>14_Sistema dell'anello verde dei viali delle Regioni;</i>
<i>pag 24</i>	<i>15_il Ring dei viali delle Regioni;</i>
<i>pag 25</i>	<i>16_Possibili scenari per la nuova Rambla del Viale delle Regioni;</i>
<i>pag 26</i>	<i>17_Inquadramento territoriale IBA di Berlino;</i>
<i>pag 27</i>	<i>18_Progetto di Residenza di Rob Krier, planimetrie e prospetti;</i>
<i>pag 28</i>	<i>19_Progetto di Residenza di Rob Krier, planimetrie e prospetti;</i>
<i>pag 28</i>	<i>20_Progetto di Residenza di Rob Krier, immagini;</i>
<i>pag 28</i>	<i>21_Inquadramento Urbano Residenza UvA-Dek;</i>
<i>pag 29</i>	<i>22_Immagini della Residenza studentesca UvA-Dek;</i>
<i>pag 30</i>	<i>23_Planimetrie della Residenza studentesca UvA-Dek;</i>
<i>pag 31</i>	<i>24_Ikona residenza di progetto, edificio A;</i>
<i>pag 31</i>	<i>25_Modulo alloggio Mono scala 1:50 SLP netta 18 mq;</i>
<i>pag 32</i>	<i>26_Modulo alloggio Doppia 1:50 SLP netta 36 mq;</i>
<i>pag 32</i>	<i>27_Modulo alloggio Tripla 1:50 SLP netta 54 mq;</i>
<i>pag 33</i>	<i>28_Residenza A di progetto, primo piano e sue funzioni;</i>
<i>pag 34</i>	<i>29_Residenza B di progetto, piano terra e sue funzioni;</i>
<i>pag 34</i>	<i>30_Residenza B di progetto, piano primo e sue funzioni;</i>
<i>pag 34</i>	<i>31_Residenza B di progetto, piano secondo e sue funzioni;</i>
<i>pag 35</i>	<i>32_Head Quarter i suoi piani e le sue destinazioni funzionali;</i>
<i>pag 50</i>	<i>33_Solaio d'interpiano di progetto;</i>
<i>pag 52</i>	<i>34_Armature e momenti massimi;</i>
<i>pag 52</i>	<i>35_Disposizione delle armature di solaio;</i>
<i>pag 53</i>	<i>36_Trave;</i>
<i>pag 55</i>	<i>37_Armature e momenti massimi trave;</i>
<i>pag 56</i>	<i>38_Disposizione armature della trave;</i>
<i>pag 56</i>	<i>39_Sezione della trave e sue armature con staffe;</i>
<i>pag 62</i>	<i>40_Disposizione delle armature e staffe nel plinto;</i>
<i>pag 65</i>	<i>41_Identificazione dell'edificio studiato per il sistema di impianto;</i>
<i>pag 66</i>	<i>42_Identificazione edificio e suoi dati geometrici;</i>
<i>pag 68</i>	<i>43_Piano Terra, Piano Primo e individuazione delle loro zone termiche;</i>
<i>pag 82</i>	<i>44_tipo di impianto geotermico;</i>
<i>pag 82</i>	<i>45_tipo di pompa di calore;</i>
<i>pag 82</i>	<i>46_PGD1 Pannello remoto semplificato;</i>
<i>pag 82</i>	<i>47_Dimensioni della pompa di calore.</i>

III_INDICE - Tabelle

<i>pag 37</i>	<i>Tabella 1 – Valori dei coefficienti di forma;</i>
<i>pag 38</i>	<i>Tabella 2 – Valori di Ce per diverse classi di topografia;</i>
<i>pag 40</i>	<i>Tabella 3 – Categoria di esposizione del sito;</i>
<i>pag 41</i>	<i>Tabella 4 – Tabelle di definizione delle categorie di esposizione;</i>
<i>pag 41</i>	<i>Tabella 5 – classe di rugosità del terreno;</i>
<i>pag 42</i>	<i>Tabella 6 – Tabella di progetto per il calcolo della forza a terra e il momento massimo;</i>
<i>pag 43</i>	<i>Tabella 7 – Vita nominale per tipi di costruzione;</i>
<i>pag 44</i>	<i>Tabella 8 – Coefficiente Cu per ogni classe d'uso;</i>
<i>pag 45</i>	<i>Tabella 9 – Percentuale Pvr ai diversi tipi stati limite;</i>
<i>pag 46</i>	<i>Tabella 10 – Valori SS e CC per le diverse categorie di sottosuolo;</i>
<i>pag 46</i>	<i>Tabella 11 – Valori del coefficiente topografico ST in funzione delle categorie topografiche e dell'ubicazione dell'opera o intervento;</i>
<i>pag 47</i>	<i>Tabella 12 – Calcoli di progetto per Azioni da Sisma;</i>
<i>pag 49</i>	<i>Tabella 13 – Calcoli di progetto per Azioni da Sisma;</i>
<i>pag 49</i>	<i>Tabella 14 – Calcoli di progetto per Azioni da Sisma;</i>
<i>pag 51</i>	<i>Tabella 15 – Tabella calcoli armatura al negativo del solaio di progetto;</i>
<i>pag 51</i>	<i>Tabella 16 – Tabella calcoli armatura al positivo del solaio di progetto;</i>
<i>pag 54</i>	<i>Tabella 17 – Tabella calcoli armatura al negativo della trave di progetto;</i>
<i>pag 55</i>	<i>Tabella 18 – Tabella calcoli armatura al positivo della trave di progetto;</i>
<i>pag 55</i>	<i>Tabella 19 – Tabella valori dei tondini e armature in acciaio per solaio e trave;</i>
<i>pag 59</i>	<i>Tabella 20 – Calcoli del Pilastro 42 di progetto;</i>
<i>pag 59</i>	<i>Tabella 21 – Proprietà del CLS di progetto e dell'acciaio di progetto scelti;</i>
<i>pag 60</i>	<i>Tabella 22 – Dimensionamento delle armature dei pilastri e loro staffatura, verifiche di compressione resistenza e stabilità;</i>
<i>pag 61</i>	<i>Tabella 23 – Calcoli di progetto del Plinto;</i>
<i>pag 61</i>	<i>Tabella 24 – Verifica al punzonamento del Plinto;</i>
<i>pag 64</i>	<i>Tabella 25 – Irradiazione giornaliera media mensile per l'area di progetto;</i>
<i>pag 66</i>	<i>Tabella 26 – Dati geometrici dell'edificio di progetto considerato;</i>
<i>pag 66</i>	<i>Tabella 27 – Dati geometrici dell'edificio di progetto considerato;</i>
<i>pag 67</i>	<i>Tabella 28 – Calcoli delle superfici vetrate disperdenti e loro dimensionamento;</i>
<i>pag 67</i>	<i>Tabella 29 – Calcolo dell'esposizione solare;</i>
<i>pag 67</i>	<i>Tabella 30 – Coefficiente di scambio termico superficiale;</i>
<i>pag 69</i>	<i>Tabella 31 – Calcoli stratigrafia della parete perimetrale;</i>
<i>pag 69</i>	<i>Tabella 32 – Calcoli stratigrafia della parete vani scala;</i>
<i>pag 69</i>	<i>Tabella 33 – Calcoli stratigrafia della parete tamponamento interna;</i>
<i>pag 70</i>	<i>Tabella 34 – Calcoli stratigrafia del Solaio di copertura;</i>
<i>pag 70</i>	<i>Tabella 35 – Calcoli stratigrafia del Solaio piano tipo;</i>
<i>pag 71</i>	<i>Tabella 36 – Calcoli sulla superficie trasparente disperdente;</i>
<i>pag 71</i>	<i>Tabella 37 – Calcoli sulla superficie trasparente disperdente;</i>
<i>pag 72</i>	<i>Tabella 38 – Calcoli sulla superficie trasparente disperdente;</i>
<i>pag 73</i>	<i>Tabella 39 – Apporti Solari Eterni;</i>
<i>pag 73</i>	<i>Tabella 40 – Apporti solari interni, stagione di riscaldamento;</i>
<i>pag 74</i>	<i>Tabella 41 – Apporti solari interni, stagione di raffrescamento;</i>
<i>pag 74</i>	<i>Tabella 42 – Ombre da aggetti e ostruzioni esterne su superfici trasparenti;</i>
<i>pag 74</i>	<i>Tabella 43 – Ombre da aggetti e ostruzioni esterne su superfici opache;</i>
<i>pag 74</i>	<i>Tabella 44 – Calcoli sull'esposizione per superfici trasparenti;</i>
<i>pag 75</i>	<i>Tabella 45 – Calcoli sull'esposizione per superfici opache;</i>
<i>pag 75</i>	<i>Tabella 46 – Valori per il calcolo del fabbisogno energetico;</i>

<i>pag 75</i>	<i>Tabella 47 – Calcolo del valore fabbisogno termico invernale per stagione riscaldamento;</i>
<i>pag 75</i>	<i>Tabella 48 – Calcolo del valore fabbisogno termico invernale per stagione raffrescamento;</i>
<i>pag 76</i>	<i>Tabella 49 – Potenza dispersa per trasmissione, per ventilazione e potenza di ripresa;</i>
<i>pag 77</i>	<i>Tabella 50 – Carico termico invernale;</i>
<i>pag 77</i>	<i>Tabella 51 – Carico termico invernale;</i>
<i>pag 77</i>	<i>Tabella 52 – Fabbisogno per riscaldamento e per raffrescamento;</i>
<i>pag 77</i>	<i>Tabella 53 – Fabbisogno termico annuo per riscaldamento;</i>
<i>pag 77</i>	<i>Tabella 54 – Certificazione energetica per Riscaldamento;</i>
<i>pag 77</i>	<i>Tabella 55 – Certificazione energetica per Raffrescamento;</i>
<i>pag 78</i>	<i>Tabella 56 – Potenza termica utile del generatore;</i>
<i>pag 78</i>	<i>Tabella 57 – Valutazione del fabbisogno di energia primaria EPh;</i>
<i>pag 79</i>	<i>Tabella 58 – Valutazione del fabbisogno di energia primaria EPh;</i>
<i>pag 79</i>	<i>Tabella 59 – Tabelle di riferimento per la classificazione energetica;</i>
<i>pag 79</i>	<i>Tabella 60 – Potenza termica utile;</i>
<i>pag 80</i>	<i>Tabella 61 – Valutazione del fabbisogno di energia primaria Eph, valore modificato;</i>
<i>pag 80</i>	<i>Tabella 62 – Classificazione energetica;</i>
<i>pag 80</i>	<i>Tabella 63 – Potenza termica;</i>
<i>pag 83</i>	<i>Tabella 64 – Modello WRL;</i>
<i>pag 83</i>	<i>Tabella 65 – Dimensioni della Pompa di calore.</i>

IV_INDICE - Grafici

<i>pag 50</i>	<i>Grafico 1 – Taglio del Solaio;</i>
<i>pag 51</i>	<i>Grafico 2 – Momento del Solaio;</i>
<i>pag 53</i>	<i>Grafico 3 – Taglio della Trave;</i>
<i>pag 53</i>	<i>Grafico 4 – Momento della Trave;</i>
<i>pag 76</i>	<i>Grafico 5 – Stagione di riscaldamento;</i>
<i>pag 76</i>	<i>Grafico 6 – Stagione di raffrescamento.</i>

V_INDICE - Tavole di Tesi allegate

<i>Tav I</i>	<i>Tavola Storica e Analisi, Sunto</i>	<i>scala – varie</i>
<i>Tav II</i>	<i>Inquadramento Territoriale Urbanistico</i>	<i>scala – 1:2000, 1:100</i>
<i>Tav III</i>	<i>Planivolumetrico di Progetto</i>	<i>scala – 1:2000</i>
<i>Tav 1</i>	<i>Resodenze di Progetto, Piani e Viste 3D</i>	<i>scala – 1:500</i>
<i>Tav 2a</i>	<i>Residenza 1, PT, Prospetti Longitudinali</i>	<i>scala – 1:200</i>
<i>Tav 2b</i>	<i>Residenza 1, Piano 1° e 2°, Prospetto Est</i>	
	<i>Sezione</i>	<i>scala – 1:200</i>
<i>Tav 2c</i>	<i>Residenza 1, Piano 3°, Piano Interrato</i>	
	<i>Prospetto Ovest e Sezione</i>	<i>scala – 1:200</i>
<i>Tav 3</i>	<i>Residenza 2, Piani e Viste 3D</i>	<i>scala – 1:200</i>
<i>Tav 4</i>	<i>Tipologia Alloggi e Residenze, Viste 3D</i>	<i>scala – 1:50</i>
<i>Tav 5</i>	<i>Head Quarter, Piani e Viste 3D</i>	<i>scala – 1:500</i>
<i>Tav 6</i>	<i>Dettagli Strutturali</i>	<i>scala – 1:50, 1:20</i>
<i>Tav i1</i>	<i>Tavola di Impianti</i>	<i>scala – 1:200, 1:50, 1:10</i>
<i>Tav i2</i>	<i>Tavola di Impianti</i>	<i>scala – 1:200</i>
<i>Tav s1</i>	<i>Tavola di Strutture, Impalcato,</i>	
	<i>Azioni Sisma, Vento e Controvento</i>	<i>scala – 1:200, 1:100</i>
<i>Tav s2</i>	<i>Tavola di Strutture, Calcoli Solaio</i>	<i>scala – varie</i>
<i>Tav s3</i>	<i>Tavola di Strutture, Calcoli Trave</i>	<i>scala – varie</i>
<i>Tav s4</i>	<i>Tavola di Strutture, Calcoli Pilastro e Plinto</i>	<i>scala – varie</i>

VI_ABSTRACT

La Tesi si occupa della riconversione della ex Centrale del Latte di Milano finalizzata alle esigenze dell'Università Bocconi, che l'ha recentemente acquisita, per le richieste dei suoi amministratori di cui l'area Campus è carente e si tratta di: residenze studentesche, HQ per la direzionalità dell'Ateneo, spazi verdi fruibili dagli studenti e dalla città.

L'area nella sua totalità consta di circa 50.000 m² ed il progetto propone aree verdi per un totale di circa 16.500 m², con 20.000 m² di parco a sud oltre la circonvallazione esterna. Il progetto della residenza studentesca prevede una s.l.p di circa 31.000 m².

Attraverso un'analisi storica e studio del contesto urbano, si sono identificati nell'area di progetto due settori; il settore nord, nei pressi dell'università Bocconi, con il nuovo Head Quarter (HQ) nel quale convergono tutte le funzioni integrate e di sviluppo per l'Università, e quelle per la città, (Spin Off, auditorium, laboratori, uffici e servizi studenteschi come librerie, internet point, servizi alla cittadinanza come bar, ristoranti, negozi tecnologici, di abbigliamento, mini-market, sale prove per la musica), si sono collocati sottoterra due parcheggi (piano interrato dell'HQ) che potranno così servire tutti gli edifici dell'area; nel settore sud il comparto residenziale studentesco è letteralmente "immerso" nel verde urbano di progetto.

L'area dell'ex centrale del latte di Milano è stata ripensata con la volontà di creare uno spazio vitale a disposizione degli studenti universitari e dai cittadini. Da qui la scelta di collocare le destinazioni d'uso commerciale e di servizio al piano terra. Il progetto dell'area prevede percorsi interni ad uso ciclopedonale.

Si è voluto mettere in relazione l'università con la nuova stazione Tibaldi delle ferrovie.

Nei pressi dell'area di progetto ci sarà una fermata della metropolitana MM6, conferendo all'area caratteristica di punto nodale dei flussi di scambio.

L'obiettivo è proporre una soluzione di edifici tipologicamente definiti, come HQ, riconducibile alla tipologia dell'isolato milanese a doppia corte, e la residenza: ne scaturisce un nuovo approccio al modo di intendere quell'equilibrio instabile, fortemente presente nelle città attuali.

VII_ABSTRACT

The thesis deals with the conversion of the former Centrale del Latte di Milano aims to the needs of Bocconi University, who has recently acquired, for the request of its directors in the campus area is lacking and it is about: student residences, HQ for the directionality of the University, green areas and usable by students and by the city.

The area as a whole consists of circa 50.000 m² green areas and the project proposes a total of approximately 16,500 m² with 20,000 m² of parkland to the south beyond the ring road project esterna. Il student residence provides a GFA of approximately 31,000 m² .

Through historical analysis and study of the urban context, we have identified two areas in the project area; on the north, near Bocconi university, with the new Head Quarter (HQ) in which converge all integrated functions and development for the University, and those for the city, (Spin Off, auditoriums, laboratories, offices and student services such as libraries, internet point, citizenship services such as bars, restaurants, shopping technology, clothing, mini-market, rehearsal rooms for music), are placed two underground parking (basement HQ), who will serve all of the buildings, in the south the residential student is literally "immersed" in urban design.

The area of the center of Milan milk has been redesigned with the intention of creating a living space available to university students and citizens. Hence the choice of placing the uses and commercial service on the ground floor. The project area includes internal paths for pedestrian use.

We wanted to link the university with the new railway station Tibaldi.

Near the project area will be an underground metropolitana MM6, giving the area characteristic of the nodal point of trade flows.

The goal is to propose a solution of buildings typologically defined as HQ, due to the type of the block to double the Milanese court, and residence: this results in a new approach to the understanding of unstable equilibrium, a strong presence in the city today.

CAP 1.0

1.1 INTRODUZIONE DI MERITO, OBIETTIVI VARIANTE URBANISTICA



1_Tavola di Inquadramento a scala Urbana (1:2000 e 1:1000)

Come primo punto fondamentale per capire la motivazione degli elementi che compongono la proposta progettuale, devo necessariamente fare una breve introduzione di merito: ho cominciato analizzando una serie di immagini che rappresentano lo sviluppo storico della città Milano negli anni (1889,1912,1914,1930,1947, oggi), e quindi ho riassunto in elementi preesistenti, in termini di assi, orientamenti, chiusure, aperture, pieni, vuoti, densità, altezza dell'edificato, presenza di verde, funzioni presenti o assenti, viabilità e suoi livelli, grafici dei flussi di traffico, e le ho riunite tutte in una tavola che le riassume.

Ho assunto il tema del verde come elemento imprescindibile del suolo urbano di progetto, ed ho cercato il più possibile di renderlo non cornice ma parte integrante di progetto, come un polmone d'aria attraverso il quale ogni cittadino, studente, possa trarne giovamento.

1.2 SCELTE STRATEGICHE AD IMPATTO AMBIENTALE-TERRITORIALE:

Si vuole rendere esplicito il tema del verde come parte integrante del progetto del nuovo Campus Universitario; il progetto infatti prevede il nuovo Head Quarter nel quale convergono tutte le funzioni associate all'ambito del Polo Universitario unitamente a tutte quelle funzioni per il pubblico, per la città, (Spin Off, auditorium, laboratori, uffici e servizi studenteschi come librerie, internet point, servizi alla cittadinanza come bar, ristoranti, negozi tecnologici, di abbigliamento, mini-market, sale prove per la musica); il tema del verde, in stretta relazione con la progettazione del suolo urbano dell'area di progetto, costituisce l'elemento connettivo che consente di inquadrare l'intervento progettuale proposto in un ambito più ampio, ovvero in relazione all'intera città di Milano. L'obiettivo è quello di proporre non solo una soluzione di edifici tipologicamente definiti, come l'Head Quarter, la residenza studentesca, ma anche un metodo nuovo, un nuovo approccio al modo di intendere quell'equilibrio instabile che è

fortemente presente nelle città attuali.

1.3 PROGRAMMA INSEDIATIVO (st. Area, indice di edificabilità, Slp prevista, destinazioni funzionali, Standard, parcheggi, ecc..)

L'area dell'ex centrale del latte di Milano è situata nella zona sud della città di Milano a ridosso della cosiddetta "circonvallazione esterna". Una particolare peculiarità di questa zona di Milano è quella di avere ad una distanza ridotta la "circonvallazione esterna", pianificata nel 1889 dal piano regolatore Beruto, e la cerchia delle mura spagnole. Questa caratteristica particolare della zona fa sì che l'area dell'ex centrale del latte possa essere un possibile anello di congiunzione tra la città storica e la città nuova.

Le grandi potenzialità di quest'area sono state colte e quindi rielaborate attraverso una progettazione architettonica che tende a riunire queste due identità distinte della città.

La riunificazione della città storica con la città nuova è stata fino ad oggi impedita dalla mancanza di strutture di collegamento e dalla presenza di insediamenti industriali che impedivano una vera e propria continuità urbana. Un altro ostacolo importante a questo processo di continuità è stato rappresentato dalla ferrovia, così come in altre parti della città le infrastrutture ferroviarie hanno creato delle vere e proprie nuove mura cittadine.

L'area nella sua totalità consta di circa 50.000 m² ed il progetto propone aree verdi per un totale di circa 16.500 m², con 20.000 m² di parco a sud oltre la circonvallazione esterna. Il progetto della residenza studentesca prevede una s.l.p di circa 31.000 m².

1.4 Percorsi, Il Parco ed il Campus Universitario: L'INTERAZIONE

L'area dell'ex centrale del latte di Milano è stata ripensata sulla base della volontà di creare uno spazio vivo e vitale a disposizione degli studenti universitari e dai cittadini. La collocazione delle destinazioni d'uso dei piani terreni è la riprova.

Il progetto dell'area prevede che la quasi totalità dei percorsi interni sia ad uso esclusivo dei pedoni. Questa scelta è in controtendenza con lo status della città che presenta attualmente poche aree prettamente pedonali.

Quindi, si è voluto collocare sottoterra due parcheggi (situati in corrispondenza del piano interrato dell'Head Quarter Bocconi di progetto) che potranno così servire tutti gli edifici dell'area. Particolare attenzione si è voluta dedicare ai flussi pedonali.

Oltre all'ormai citato collegamento tra la città nuova e quella vecchia si è voluto mettere in relazione l'università della Bocconi con la nuova stazione delle ferrovie S, Milano Tibaldi. Inoltre dal PUM della città di Milano si evince la volontà da parte dell'amministrazione di collocare una stazione (Castelbarco) della futura metropolitana MM6 nei pressi dell'area. Questa diventerebbe un nodo chiave nella mobilità dei flussi pedonali e non solo di questa zona di Milano.

La particolare attenzione rispetto ai flussi pedonali ci porta alla collocazione degli edifici adibiti a funzioni universitarie, pensati appunto per generare flussi pedonali che attraversano l'area, distanti dall'università esistente. Quindi la volontà di creare più relazioni possibili all'interno di questo spazio urbano.

Si è deciso di creare i presupposti di continuità tra il parco Ravizza e le zone verdi che stanno a sud dell'area attraverso un ipotetico passaggio pedonale sopraelevato sulla circonvallazione, che però non è stato trattato né progettato, ma il disegno urbano del verde e dell'area è pensato anche in relazione all'ipotesi di dotare l'area verde-residenziale di un collegamento ciclopedonale per sfruttare la zona più ampia di spazio verde urbano, e quindi per creare un grande parco piuttosto che avere quattro piccoli parchi. Si conferma così un verde attrezzato per il tempo libero, per lo svago e per il benessere psico-fisico.

Lo studio dei flussi pedonali che ho fatto ha dettato anche la collocazione dei punti di accesso nella parte nord dell'area. Nell'HQ ho collocato a disposizione degli studenti universitari una

mensa ed una piccola piazza che affaccia sul parco dedicata ai momenti di pausa dalle lezioni. Altri luoghi dedicati prettamente agli studenti sono le terrazze collocate al di sopra delle aule didattiche, sempre nel comparto dell'HQ.

1.5 Funzioni degli Edifici

Il sistema delle funzioni viene ora trattato per punti principali.

Il principio generale che mi ha spinto a posizionare le diverse destinazioni d'uso è quello di creare il più possibile una complessità funzionale dell'intera area, ma ben distinta per quanto riguarda lo spazio studio amministrativo (edificio HQ) e l'area prettamente residenziale, interna all'area verde di progetto. A riprova di ciò ho collocato ai piani terra della residenza per studenti spazi, negozi, funzioni prettamente dedicati a loro, (pub, bar, copisterie, librerie, negozi di tecnologia, negozi di abbigliamento e gadgets, internet point, negozi di telefonia, una mensa ristorante, spazi espositivi, etc.). La loro conformazione e quindi la collocazione degli ingressi ai lati è stata studiata proprio seguendo questo principio.

Gli edifici residenziali sono per un totale di circa 250 studenti. Un altro asse commerciale importante è quello collocato a nord dell'area (via Sarfatti). Qui mi ripropogo di collocare spazi commerciali di quartiere e a servizio della città.

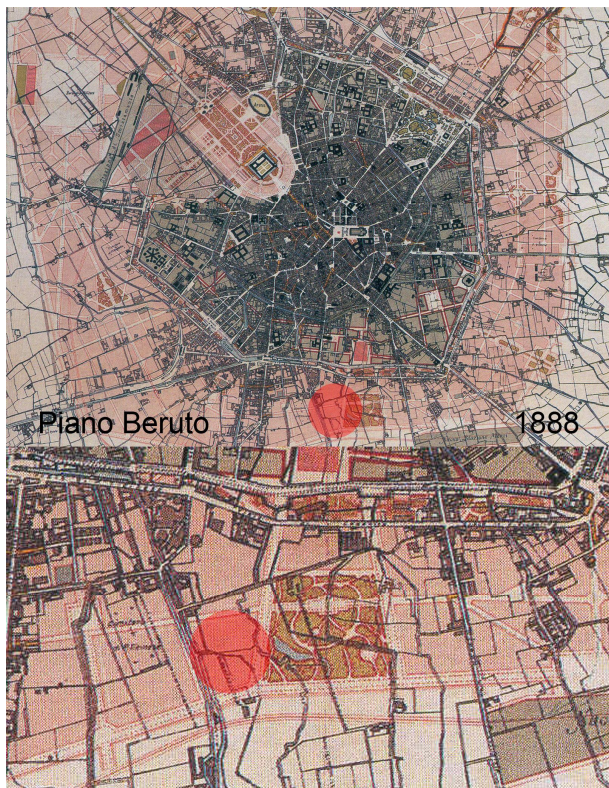
Consultando il censimento della popolazione del 2001 ho riscontrato il benessere in cui versa la zona circostante l'intervento, infatti non presenta particolari problematiche.

Quindi è chiara l'intenzione di creare un mix sociale per il benessere della comunità del quartiere.

CAP 2.0

2.1 ANALISI STORICA

Ma veniamo all'analisi minuziosa delle carte storiche, e riassumiamo quelli che sono gli elementi morfologici e tipologici che hanno determinato la proposta progettuale.



Nell'immagine qui di fianco è visibile il PIANO BERUTO per Milano del 1888-89; è da notare che il Piano Beruto non si è spinto a pianificare la città oltre la cinta della circonvallazione interna, ma si ferma molto prima, ma questa conformazione di luogo non ancora definito conferisce all'area di progetto un'identità di luogo designato per lo sviluppo di un'area probabilmente a verde o comunque per il pubblico. L'area dell'ex centrale del latte di Milano è situata nella zona sud della città di Milano a ridosso della cosiddetta "circonvallazione esterna". Una particolare peculiarità di questa zona di Milano è quella di avere ad una distanza ridotta la "circonvallazione esterna", pianificata nel 1889 dal piano regolatore Beruto, e la cerchia delle mura spagnole. Questa caratteristica particolare della zona fa sì che l'area dell'ex centrale del latte possa essere anche un possibile anello di congiunzione tra la città storica e la città nuova.

2_Carta di Milano: Piano Beruto 1888-89

Nella fascia di territorio cittadino compresa fra i navigli e le Mura Spagnole (l'attuale circonvallazione dei Bastioni), molte delle strade oggi esistenti dovevano essere ancora costruite, e questa zona era solcata quasi solamente dai vari Corsi che dal centro si irradiavano verso le porte cittadine, e lungo i quali si addensavano le costruzioni, mentre il resto del territorio era ancora per lo più occupato da orti e giardini.

Dopo il 1860 il territorio esterno alla cerchia dei navigli fu rapidamente riempito, dalla tumultuosa crescita urbana, di nuove strade e costruzioni, e solo verso il **1884** fu presentato il **Piano Beruto**, che rappresentò l'**inizio vero e proprio di una pianificazione stradale generale a Milano**. Nel piano Beruto è ben delineato il tracciato delle strade nelle nuove zone di espansione della città, fuori dalle mura spagnole, e rispondendo anche alle mutate condizioni economiche e alle esigenze di decoro e rappresentanza, è anche previsto il completamento della riorganizzazione delle zone centrali comprese tra piazza della Scala, piazza del Duomo e il Castello Sforzesco, nonché l'apertura di una nuova arteria di collegamento tra il Cordusio e il Castello, la attuale via Dante (la cui costruzione fu iniziata attorno al 1886 e ultimata nel 1892). Negli stessi anni venne ricavato l'ellissoide della nuova piazza Cordusio e alcune vecchie vie medievali, quali per esempio, via degli Orefici, degli Spadari, ecc., acquisirono sagomature più regolari e dimensioni maggiori, in seguito a drastici risecamenti laterali. Fu inoltre avviata la costruzione della nuova via, chiamata fino agli anni delle due guerre col nome di Carlo Alberto (l'attuale via Mazzini), che tangenzialmente alla piazza del Duomo saldava la direzione di porta Nuova con quella di porta Romana. Lo spirito

del piano era quello della continuità rispetto ai (pochi) interventi in materia di pianificazione effettuati negli anni precedenti, in quanto il Beruto riaffermava un modello di sviluppo decentrato, situando le grandi fabbriche al di fuori del perimetro della città, collegandole ad essa mediante grandi viali di separazione che ne sottolineavano il distacco con il centro abitato.



La maglia di strade ed isolati, tracciata dal Beruto fuori dal centro, si estendeva con maggiore ampiezza verso Nord e Nord – Ovest, zona che era considerata più salubre e in cui si erano concentrate le maggiori iniziative di edificazione. L'elemento più interessante del piano era costituito dalla grande dimensione degli isolati, insieme all'idea che non tutti gli isolati stessi avrebbero dovuto essere edificati. La maglia viaria, infatti, comprendeva soltanto gli assi principali, tenendo conto però il più possibile delle vie di comunicazione esistenti; le ulteriori suddivisioni sarebbero state tracciate successivamente, di volta in volta, affidandole all'iniziativa privata.

3_ Carta di Milano: Piano Beruto 1884

Le caratteristiche del Piano Beruto (1888) e del Piano Masera (1912) (tavola seguente) sono i fronti compatti all'esterno e cortili nell'interno. Entrambi gli urbanisti prevedevano per l'area dell'ex Centrale del Latte, una destinazione d'uso residenziale, ma con l'andare del tempo l'area si trasforma in zona industriale.

Nell'immagine sottostante la carta storica del Piano Masera, del 1912, dove è davvero visibile la scansione dell'isolato (giallo) e la sua suddivisione in sottoisolati (arancio), caratteristica che ho deciso di riprendere per sottolineare il concetto di Continuità con l'ambito di pertinenza dell'Università Bocconi.



Nel piano Masera, come già nel piano Beruto, non è ancora presente il Parco Baravalle, mentre è sicuramente una preesistenza Parco Ravizza: venne previsto nel 1889 dal Piano Regolatore Beruto, ma fu realizzato solo tra il 1903 e il 1905, quando la zona, fino a quel momento agricola, fu urbanizzata.

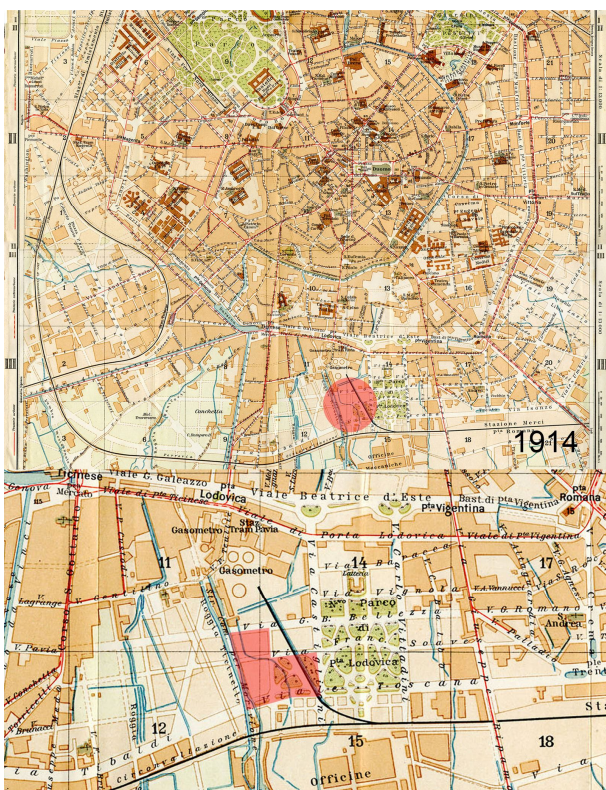
4_ Carta di Milano: Piano Masera 1912

Vi sorsero molti quartieri di edilizia popolare e nacque la necessità di creare uno spazio verde, un "ombroso ritrovo" come lo definì l'architetto Tettamanzi, progettista. Fu così che l'area precedentemente occupata dalla cascina Camporicco divenne il Parco Ravizza.

Il parco è, in pianta, un grande rettangolo affacciato sul viale Toscana, fronteggiato dal parco ex OM; gli altri lati sono disegnati dalle vie Ferdinando Bocconi, Vignola e Vittadini. Il viale Giovanni Sebastiano Bach, chiuso al traffico dagli anni sessanta lo taglia in due proseguendo la viabilità esterna, mentre il largo viale Giovanni Brahms ha andamento sinuoso e si raccorda, attraverso viali minori, al largo Ludovico Beethoven: i viali, secondo il gusto del tempo, sono affiancati da numerosi alberi di alto fusto, di cui è ricco l'intero parco.

Tra le essenze ricordiamo: l'acero americano, l'ailanto, il cedro deodara, il cedro dell'Atlante, il platano, varie specie di quercia, la sophora, il tiglio, il pioppo nero, il bagolaro, il carpino, l'olmo e lo spino di Giuda.

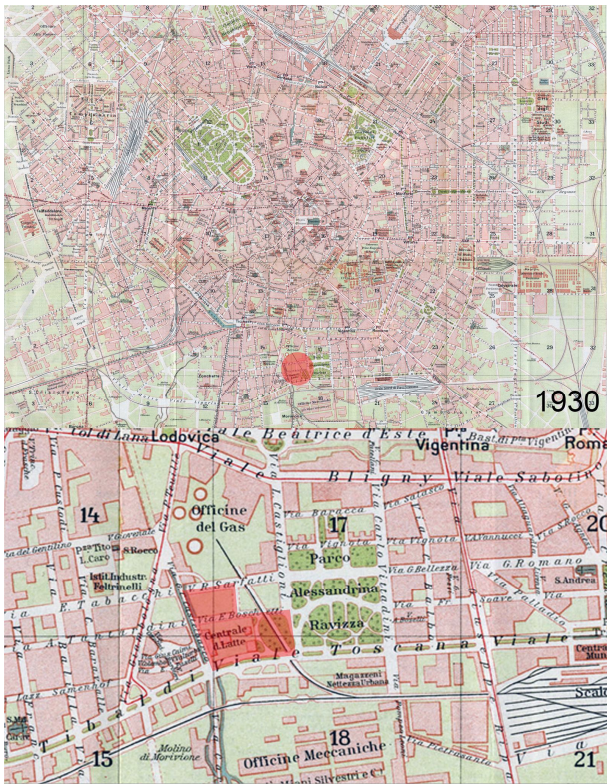
Le attrezzature sono scarse: è presente un solo campo gioco e tre sono le aree cintate per i cani; per il resto, il parco è soltanto l'ombroso riposo progettato dal suo ideatore.



Nella carta successiva, dell'anno 1914, come nelle altre carte storiche seguenti, vediamo un lento ma inesorabile trasformarsi dell'area che mano mano si connota sempre di più come area industriale, ed infatti nella carta del 1914 possiamo notare che una linea ferroviaria attraversa l'area progettuale fino ad arrivare al Gasometro all'interno dell'attuale cortile dell'Università Bocconi; non solo!, c'è anche tutto un sistema di canalizzazione e quindi di presenza dell'elemento acqua che fa intendere questa come un'area così connaturata, per questa ragione nel progetto l'elemento acqua è "citato" con l'innesto della funzione di Piscina Coperta, proprio per ricordare che in quest'area una volta c'era la presenza d'acqua e sorgeva un sistema complesso di canalizzazione, canalizzazione che verrà trattata nel progetto di suolo urbano in termini di fontane pubbliche e fontanelle, oltre che a possibili specchi d'acqua.

5_ Carta di Milano: carta del 1914

Nella Carta del 1914 è importante notare che nel sistema dei quattro sottoisolati nell'area di progetto uno di questi, ovvero quello a ridosso di Parco Ravizza, ne faceva parte in quanto esiste una geometria affine.



6_Carta di Milano del 1930

7_Carta Milano del 1947



8_Tavola di Sintesi schematica degli elementi presi in considerazione nel progetto.



PLANIVOLUMETRICO DI PROGETTO Scala 1:2000

9_Tavola di ipotesi Planivolumetrica

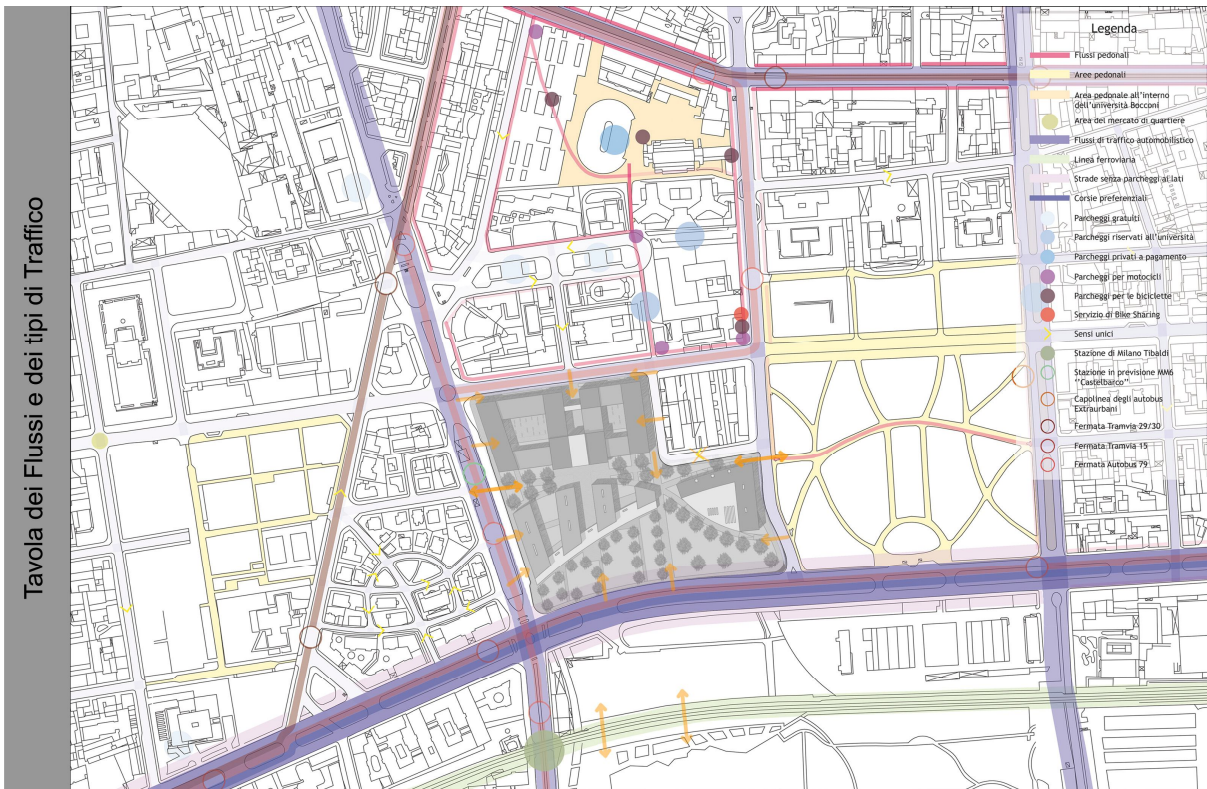
2.2 TAVOLE DI ANALISI DEL CONTESTO



10_Tavola delle funzioni contestuali.



11_Tavola delle densità ed altezze contestuali.



12_Tavola dei flussi e dei tipi di traffico.

CAP 3.0

3.1 RIFERIMENTI PROGETTUALI A SCALA URBANA (ESISTENTI O IN STUDIO DI PROGETTO)

3.1.1 IL RAGGIO VERDE



13_il Raggio Verde

Progettisti: *Andreas Ktipar, Giovanni Sala* Studio: *Land*
Collaboratori: *Arch. Mariángeles Expósito Peinado, Arch. Camilla Mancini*
Tipologia Progetto: *040 - URBANISTICA E AMBIENTE, 044 - Recupero piazze e aree urbane*
Committente: *Comune di Milano* Categoria progetto: *Opere realizzate*
Cronologia: *Progetto:2005* Link: *www.landsrl.com*

Milano appartiene ad una realtà territoriale della quale è sempre più difficile definire i confini. Le connessioni tra paesaggi ibridi diventa la sfida del futuro perché la città sia sempre più vivibile. A Milano, nel sud, è presente una campagna urbana accessibile, produttiva e fiera di apparire, al tempo stesso, uno spazio agricolo e di svago; nel nord, invece, la città presenta spazi aperti, frammenti in uno spazio urbano ormai quasi saturo.

Il progetto della Cintura verde urbana ha come finalità principale la definizione dello spazio aperto a margine del confine comunale della città di Milano, determinando un sistema di aree verdi, in parte già esistenti, collegate fra loro da un percorso ciclo-pedonale di circa 72 km.

Analizzando la natura delle aree unite da questo filo e verificandone la loro fruibilità, attraverso categorie che interpretano il paesaggio in spazi aperti esistenti e spazi aperti da riqualificare o da "riprogettare", si costruisce un collegamento tra i diversi luoghi per la costruzione di un sistema di fruizione pubblica fortemente caratterizzato dalla presenza del verde. Un'opportunità per costruire una città migliore, più sana e più vivibile. A questa nuova immagine di Milano si sovrappone un'ulteriore immagine fatta da un sistema di percorsi urbani, i Raggi Verdi, progetto dell'AIM per una nuova rete di percorsi pedonali e ciclabili che innerva di verde il tessuto urbano: ciò per migliorare gli spostamenti nella città con l'impianto di circa 40.000 alberi e per creare opportunità di nuovi luoghi di socialità e di vita quotidiana per ogni cittadino. Spazi lineari dove sia possibile passeggiare, oziare, correre, cogliendo le varie componenti di verde presenti sul territorio: un giardino, un viale, un parco di quartiere, un grande parco urbano. Luoghi dove possano succedere degli eventi che coinvolgano tutti i cittadini.

3.1.2 LA PASSEGGIATA URBANA DEI BASTIONI (Progetto / Studio Attuale)



14_ Sistema dell'anello verde dei viali delle Regioni

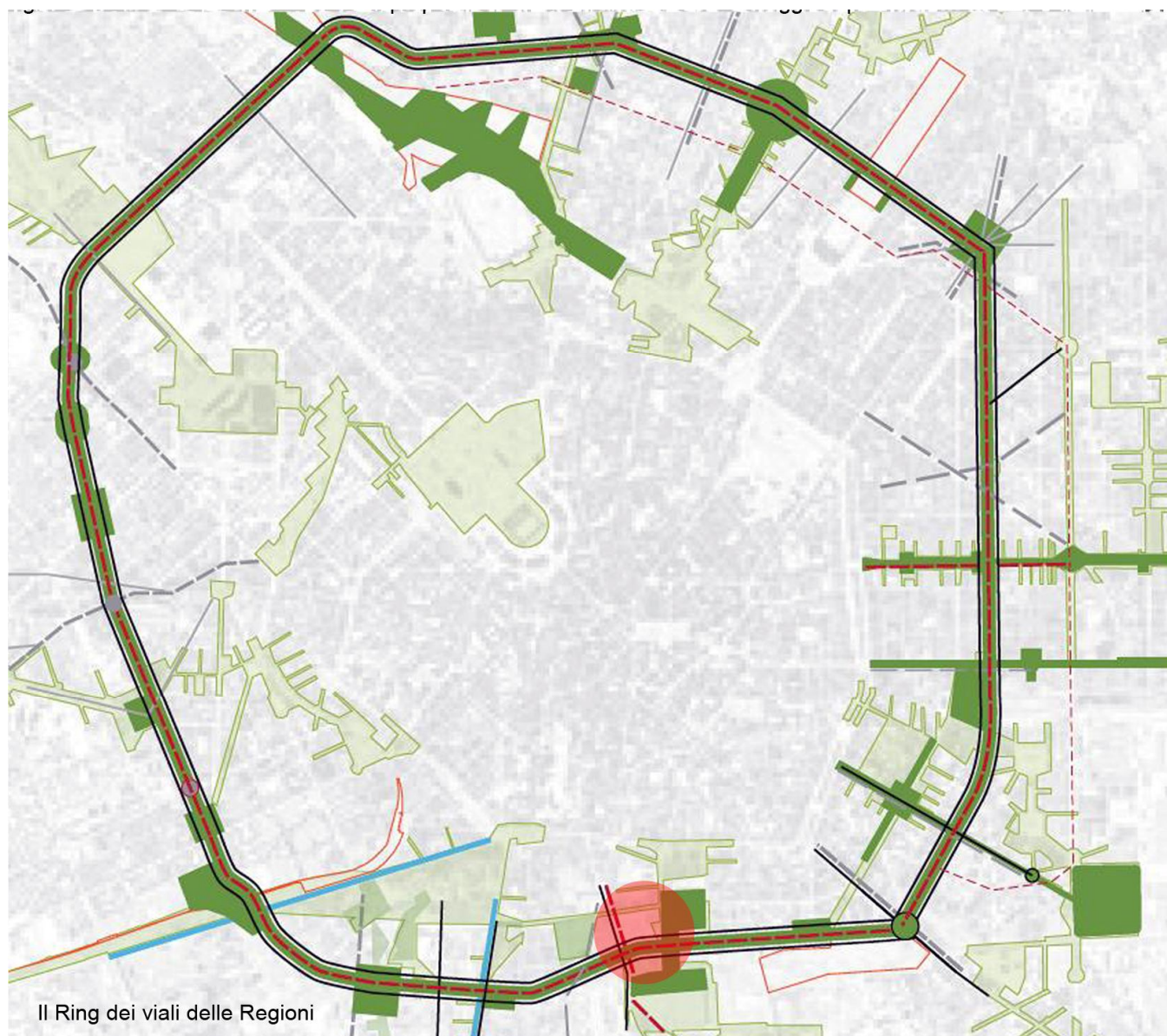
Il sistema urbano dei Bastioni è articolato su un doppio ring. Il doppio sistema della Cerchia dei Bastioni (viale Majno, Caldara, Beatrice d'Este, Papiniano, etc.) e dell'anello dei Viali appena esterno ad esso (viale Monte Nero, Bligny, Coni Zugna, etc.), oltre ad essere il perimetro –per lo più invisibile- delle antiche mura spagnole, rappresenta, oggi, uno spazio urbano unico e caratterizzato da uno straordinario potenziale di trasformazione. Il Piano suggerisce, infatti, di attivare un progetto di riqualificazione di una passeggiata urbana per un'estensione di circa 12 km. L'obiettivo è restituire alla città un sistema ciclo-pedonale efficiente (un Raggio Verde circolare, primo dei 9 previsti) e di qualità. Su questo progetto poggiano alcuni elementi di nuovo sviluppo e centralità, previsti dal Documento di Piano, che devono contribuire in termini di risorse a tale trasformazione; in particolare, gli Ambiti di Trasformazione di San Vittore, Cadorna, Comprensorio XXIV Maggio-Magenta-Carroccio.

La realizzazione di questo progetto prevede l'introduzione di soluzioni nuove per la mobilità e per la sosta (alternative al parcheggio in superficie). I bastioni presero forma nella Milano spagnola, articolandosi in un grande anello esterno alla cerchia dei Navigli e convergente sul Castello Sforzesco, spostando all'esterno i punti di controllo, incorporando definitivamente nel nucleo urbano, quella che era stata la cittadella e gli altri borghi. Questa operazione pose le basi di quelle che sarebbero state in futuro le possibilità di sviluppo della città.

Alla fine del '700, la trasformazione dei bastioni in grandi viali alberati, unitamente alla formazione dei Giardini Pubblici, introdusse nella città relativamente bassa e piatta di Milano, la possibilità di passeggiare ad una quota più alta con suggestive vedute della campagna e dei grandi monumenti cittadini. Oggi, di questo, rimane solo un piccolo episodio, i bastioni di Porta Venezia. Per i turisti e i cittadini milanesi, esso è un sistema invisibile, oggi occupato prevalentemente dal traffico e dalla sosta automobilistica, che va richiamato alla memoria ma, soprattutto, che va restituito in termini di funzionamento in chiave contemporanea, alla vita di Milano. Il doppio tracciato cui ci si riferisce, rappresenta per la città un'occasione preziosa per qualificare un importante brano di città pubblica, anche perché non costituisce, a dispetto delle apparenze, un sistema lineare; in realtà reagisce con alcune delle emergenze della città, intercettando, tra strettoie e slarghi, luoghi simbolici come il Parco Sempione, i Giardini Pubblici di Porta Venezia, il Parco delle Basiliche e il Parco Solari.

La Cerchia dei Bastioni oggi si trova ed essere "luogo di cerniera" fra il centro storico della zona ecopass e la città del traffico automobilistico individuale libero. E', pertanto, certamente interessante affrontare il tema, non solo in relazione agli spazi aperti pubblici di qualità, ma anche dal punto di vista della mobilità, della sosta e della rete del trasporto pubblico. Il progetto prevede di trasformare la Cerchia dei Bastioni in un vero e proprio green ring, dove accanto all'area dedicata al flusso automobilistico si sviluppa un vero spazio pubblico per passeggiare. La Cerchia diventa la struttura da cui si irradiano i Raggi Verdi, a sottolineare come le porte storiche della città siano ancora significative per il futuro della città. A seconda del contesto e del tipo di funzioni che si affacciano direttamente sulla strada, si propone di trasformare in zona a traffico limitato o addirittura pedonale, a tratti il viale più esterno, a tratti quello più interno, mantenendo un controviale per i residenti e dei passaggi puntuali per le macchine. Un tracciato diverrà la sede di un largo marciapiede pavimentato, dove sarà previsto il passaggio dei mezzi pubblici e della pista ciclabile. Si prevede, inoltre, che venga riqualificato il sistema dei filari affinché si potenzi ulteriormente la monumentalità della Cerchia; l'altro tracciato resterà una strada urbana che permetterà un flusso più rapido ad un senso di marcia. Il progetto deve prevedere un sistema di parcheggi sotterranei e di building parking; solo in questo modo si potrà liberare e restituire il suolo alla città come passeggiata urbana.

3.1.3 IL RING DEI VIALI DELLE REGIONI (Progetto / Studio Attuale)



15_ *il Ring dei viali delle Regioni*

Un altro tema che attraversa le diverse parti di città è quello dei Viali delle Regioni, definito generalmente dai milanesi “cerchia di mezzo”. Il grande anello (viale Tibaldi, Liguria, Cassala, Bazzi, Serra, Bacula, Jenner, Lunigiana, Abruzzi, Umbria etc..) si pone come limite tra ciò che si considera, usando una definizione semplicistica, “centro storico” e ciò che viene altrettanto banalmente definito come città normale.

Questo anello assume come riferimento la traccia della prima circonvallazione milanese che nel Piano Beruto del 1888 nasceva come luogo moderno, pensato nell’ottica dell’impiego di mezzi di trasporto come il tram e la ferrovia. La sua struttura urbana consiste già oggi in un sistema continuo basato su una tipologia di strada costituita da due carreggiate laterali e da una vasta area al centro, occasionalmente utilizzata per il passaggio in sede dei mezzi pubblici (linea 90-91). Da un punto di vista della mobilità si tratta dell’unica vera circle di mobilità pubblica già presente a Milano. Le alberature si sviluppano lungo tutto il tratto dei viali, permettendo al verde di accompagnare il tragitto circolare intorno alla città e diventando, così, un elemento caratterizzante di questo spazio, che misura quasi costantemente 50 metri lineari

da marciapiede a marciapiede. Attualmente, la porzione centrale di tale sezione stradale, per la maggior parte della sua estensione, si presenta come un lungo accatastamento di auto parcheggiate. Solamente in alcuni tratti sono state progettate corsie preferenziali per i mezzi pubblici. Con la sua ampia sezione, l'anello rappresenta un'occasione straordinaria per immaginare un sistema pubblico di circle -una sorta di lunga ramblas ad anello- capace di connettere giardini urbani esistenti, di individuare sul suo tracciato luoghi di centralità dove posizionare funzioni di interesse pubblico, servizi di quartiere, grandi servizi, luoghi simbolici per la vita pubblica della città.

In conclusione, il sistema dei Viali delle Regioni, offre l'opportunità di dotare Milano di un esercizio di trasporto pubblico innovativo (tram sospeso, sistema di trasporto elettrico, cabinovie, etc.) e trasformare questo sistema circolare in un grande boulevard urbano ricco ed efficiente. In quest'ottica la città pubblica viene concepita come luogo vissuto da tutti e fulcro di attività sociali ed economiche. Se le opportunità indicano un indirizzo per la predisposizione di un progetto unitario, la sua programmazione (anche funzionale) deve variare a seconda del contesto e della parte di città che la circle attraversa.

- A sud, il tracciato della 90-91 viene rafforzato ancora di più dal sistema ferroviario, che scorre ad esso parallelo. Insieme, formano una sorta di complessa e ricca collana di connessione a sud, caratterizzata da spazi pubblici (nuovo parco Porta Romana , parco Ravizza, parco Pompeo Leoni, giardini di via Tibaldi, nuovo parco del Treno), funzioni di carattere universitario (Iulm a Romolo, Naba nell'ex Sieroterapico, Bocconi in via Bocconi, in via Roentgen, in viale Isonzo), servizi residenziali per studenti (area ex Centrale Latte, area Pompeo Leoni, ATU ex scalo Romana) tra l'area est di Rogoredo e quella ovest dei Navigli.

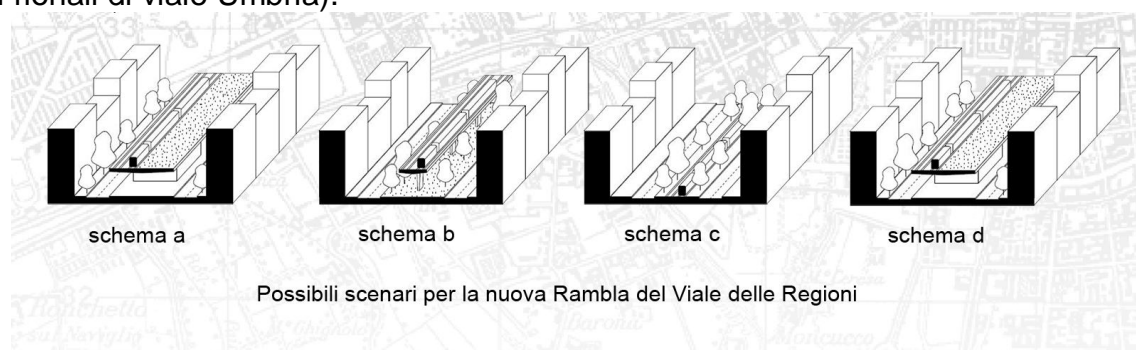
- A nord, la Circle delle Regioni attraversa altri importanti ambiti di trasformazione, che possono contribuire all'avvio di questo grande progetto urbano pubblico: ATU ex scalo Farini e ATU Magazzini raccordati Stazione Centrale.

- Ad est, il progetto intercetta l'area di Forlanini.

- Ad ovest, il progetto intercetta l'ATU ex scalo San Cristoforo.

Sono, questi, luoghi strategici per la realizzazione di una così ambiziosa trasformazione urbana.

Il progetto complessivo, inoltre, potrebbe costituire anche l'occasione per riqualificare alcuni edifici pubblici esistenti che si attestano su questo spazio circolare (come ad esempio i mercati coperti rionali di viale Umbria).



16_Possibili scenari per la nuova Rambla del Viale delle Regioni

3.1.4 CONCLUSIONI: SCELTA DI INTERVENTO A LIVELLO URBANISTICO

Nelle immagini riproposte si vuole rendere esplicito il tema del verde come parte integrante del progetto del nuovo Campus Universitario; il progetto infatti prevede il nuovo Head Quarter nel quale convergono tutte le funzioni associate all'ambito del Polo Universitario unitamente a tutte quelle funzioni per il pubblico, per la città. Il tema del verde, in stretta relazione con la

progettazione del suolo urbano dell'area di progetto, costituisce l'elemento connettivo che consente di inquadrare l'intervento progettuale proposto in un ambito più ampio, ovvero in relazione all'intera città di Milano (Vedi tavola sottostante, l'anello dei Parchi e del Verde pubblico). L'obiettivo è quello di proporre non solo una soluzione di edifici tipologicamente definiti, Head Quarter, la residenza studentesca e convenzionata, ma anche un metodo nuovo, un nuovo approccio al modo di intendere quell'equilibrio instabile che è fortemente presente nelle città attuali, nelle quali oggi giorno è sostenuto da ogni suo cittadino il concetto che nella propria città ci dovrebbe essere una maggiore presenza di verde.

3.2 RIFERIMENTI PROGETTUALI A SCALA URBANA (ESISTENTI O IN STUDIO DI PROGETTO)

3.2.1 ROBERT KRIER, COMPLESSO RESIDENZIALE Ritterstraße Nord, Berlino-Kreuzberg, 1978-1981 - IBA di Berlino



17_Inquadramento territoriale IBA di Berlino

L'IBA

Negli anni Ottanta, quando nessuno si sarebbe ragionevolmente aspettato che le due Berlino e le due germanie sarebbero tornate insieme entro pochi anni, la separazione della politica urbanistica proseguì sugli stessi binari, accentuata e forse esacerbata dalle sempre maggiori disparità economiche tra i due blocchi. La parte occidentale, insistendo nella sua politica avveniristica in campo architettonico, aveva lanciato nel 1979 l'Internationale Bauausstellung Berlin (IBA), un concorso di riedificazione e ricucitura di tessuti urbani localizzato in particolare a Tegel, al Tiergarten, alla Pragerplatz (dove intervengono Rob Krier e Carlo Aymonino) e a Kreuzberg. Gli oltre 150 progetti, finanziati sia dalla BRD e dal comune di Berlino, sia da privati, furono realizzati in gran parte nei dieci anni successivi, restituendo ad aree di irrilevante qualità architettonica la dignità e la forma di una casa elegante, di un giardino urbano attrezzato, di una struttura commerciale piacevole e invitante.

L'IBA si pone come una specie di Ente di controllo, a garanzia tanto della qualità dei progetti quanto della loro esecuzione; e sono preziose le sue pubblicazioni, ricche di planimetrie e prospetti delle nuove strutture e di fotografie dell'esistente e dell'eseguito, testimonianza di un'impresa condotta con coerenza e linearità.

Delle tante architetture dell'IBA, tra cui non va dimenticato l'imponente complesso residenziale di Oswald Matthias Ungers sulla Lützowplatz, un gruppo di palazzine sulla Rauchstrasse nella parte meridionale del Tiergarten, il grande parco che fa da polmone centrale a Berlino Ovest, ha sicuramente lasciato tracce importanti nella cultura architettonica occidentale di quegli anni. Rob Krier, Aldo Rossi, Valentiny & Hermann, Brenner & Tonon, Giorgio Grassi, Hans Hollein,

Henry Nielebock sono tra i creatori di questo singolare quartiere costituito da otto variazioni sul tema della residenza, come richiesto esplicitamente dagli organizzatori.

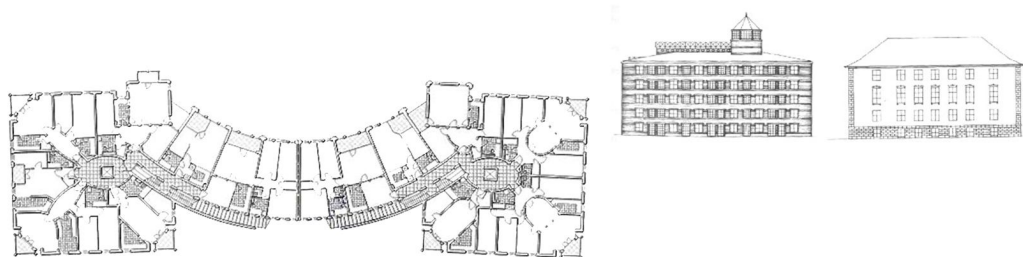
Protagonista riconosciuto è il lussemburghese (ma viennese di adozione) Rob Krier, autore di testi fondamentali sulla progettazione urbana, che per tutta la fine del Novecento incarna, insieme forse ai soli Robert Venturi e Aldo Rossi, la figura ieratica dell'architetto artista, creatore, ma anche studioso e divulgatore della storia e della tradizione. La sua casa doppia nella Rauchstrasse di Berlino è esemplare nella composizione di due parallelepipedi collegati da un grande raccordo curvo dotato di rampe di scale esterne, secondo una tipologia mutuata dal barocco; sul fronte principale la parte convessa si definisce perentoriamente e crea una facciata a due livelli di profondità e a due colori, mentre sul retro si integra fluidamente e cromaticamente con i due corpi laterali. Ma è soprattutto straordinario il tocco di leggerezza trasmesso dai dettagli strutturali, dai tanti imprevedibili spunti visivi e dalla curiosa e irridente scultura collocata al centro dell'ingresso.

L'intervento di Robert Krier è stato il primo intervento completato all'interno del programma IBA-Berlin. Si tratta di un grande insediamento a carattere sociale occupante per intero il lotto posto sul lato nord di Ritterstraße e delimitato da Lindenstraße, Alte Jacobstraße e Feilnerstraße.

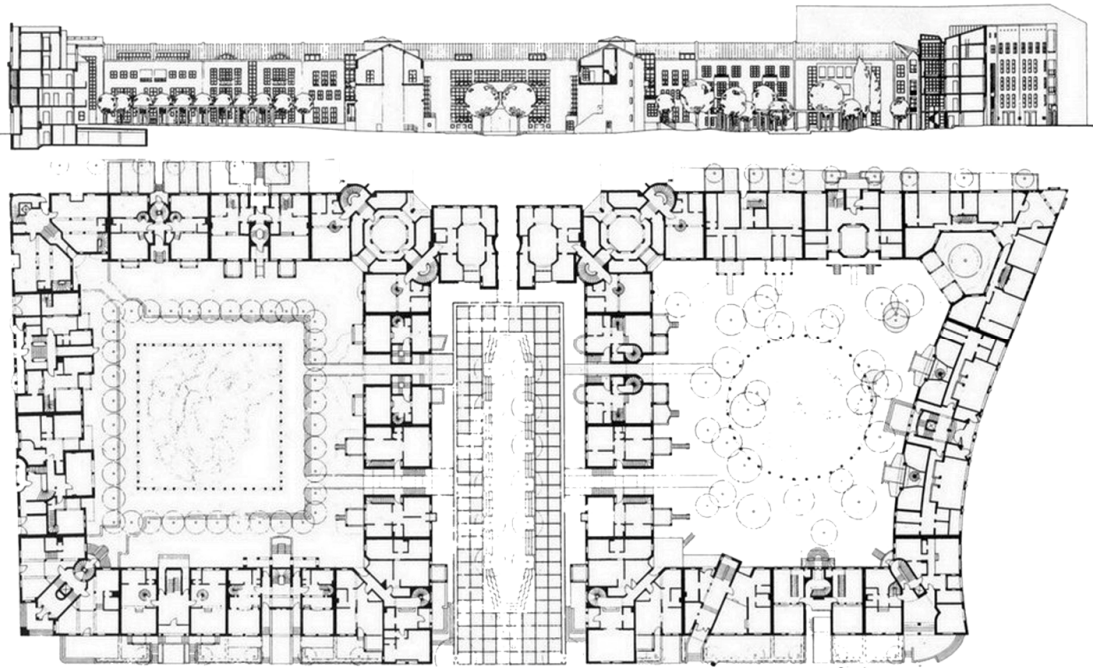
Krier è stato il coordinatore del piano generale a cui hanno collaborato sei gruppi di giovani architetti. L'obiettivo era quello di ripensare l'unità tipologica del blocco a corte e ridefinire il rapporto strada-cortile. Sebbene ogni gruppo abbia approfondito autonomamente un frammento dell'isolato, l'impianto generale ricostituisce in modo unitario un blocco sulla maglia urbana berlinese. Nel suo insieme il complesso riprende alcuni spunti dagli Höfe viennesi degli anni Venti. L'intervento ricopre notevole interesse per la compresenza di molteplici linguaggi che si rincorrono sui prospetti e soprattutto per gli studi condotti sul tema dell'alloggio che hanno portato alla formulazione di ben 53 diversi tipi di appartamenti.

Lungo il perimetro stradale sono presenti vari linguaggi architettonici, tutti accomunati per i loro provocatori riferimenti al repertorio classico e premoderno; ciò ha determinato un risultato monumentale e postmoderno. Il profondo legame con la città storica lo si riscontra nel variare dei materiali (il mattone rosso accostato all'intonaco bianco), nel disegno degli alloggi, nelle grandi corti, nelle soluzioni d'angolo, nelle torrette. I dettagli si rifanno alla tradizione architettonica berlinese; sulle facciate compaiono variegata citazioni da Schinkel alle più recenti vicende dell'architettura europea. Per meglio integrare il nuovo con la preesistente edificazione, su Feilnerstraße, Krier cita, per l'intera facciata, l'architettura schinkeliana.

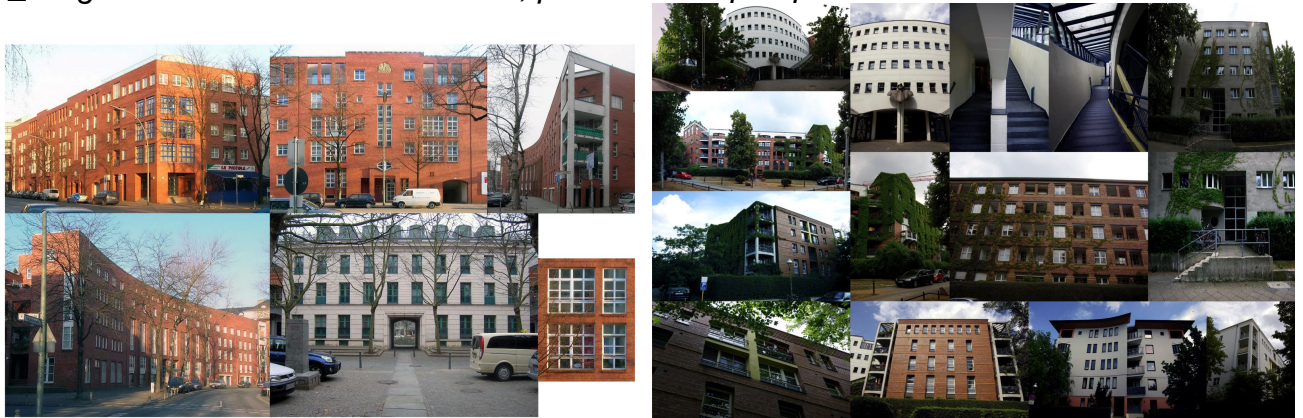
L'interno contiene due grandi corti chiuse: una viene utilizzata in senso quasi privato, l'altra come area verde collettiva.



18_Progetto di Residenza di Rob Krier, planimetrie e prospetti.

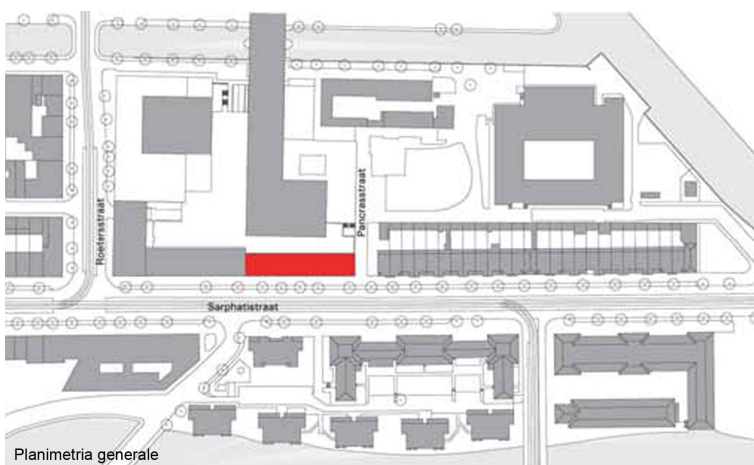


19_Progetto di Residenza di Rob Krier, planimetrie e prospetti.



20_Progetto di Residenza di Rob Krier, immagini

3.2.2 CLAUS EN KAAAN ARCHITECTEN – RESIDENZA PER STUDENTI UvA-DEK ad Amsterdam, Olanda



L'Olanda, per eccellenza luogo dell'uomo comune (i quartieri residenziali non sono divisi per classi sociali), è da sempre un Paese concentrato sui temi della qualità architettonica e del benessere ambientale. In questo contesto, uno dei soci dell'affermato studio Cie Architecten, Pi de Bruijn, è stato incaricato nel 2000 della progettazione di un piano di sviluppo urbano di una vasta area collocata nella zona sud-orientale di Amsterdam, adiacente ad

21_Inquadramento Urbano Residenza UvA-Dek

un elegante edificio realizzato da Hendrik Petrus Berlage nel 1908.

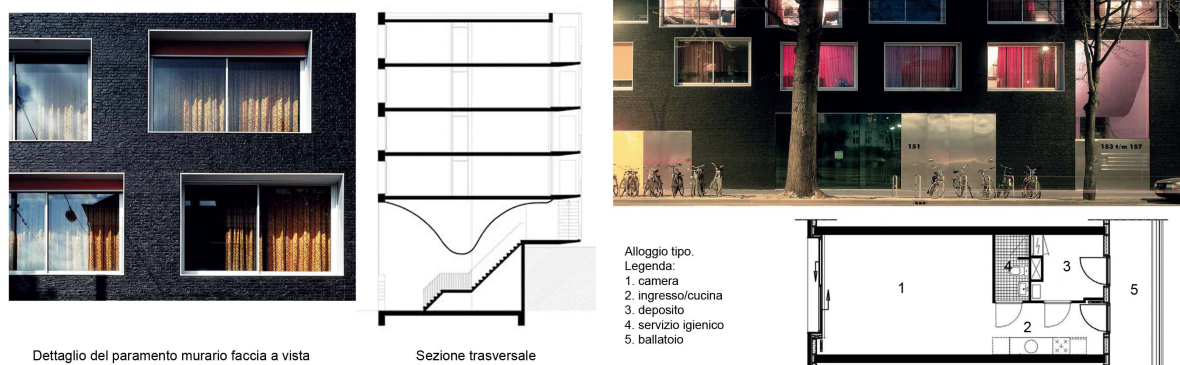
Uno degli obiettivi di maggiore rilievo del piano era la ricostruzione del fronte stradale di Sarphatistrat: il risultato è stato un prospetto compatto ed armonioso, tripartito dalle architetture dello stesso Cie Architecten, di VMX Architects e di Claus en Kaan Architecten.

La facciata della residenza studentesca di Claus en Kaan, che interessa una lunga porzione dell'importante arteria viaria su cui si affaccia, reinterpreta parzialmente l'edificio preesistente e le costruzioni adiacenti: la linearità di Sarphatistrat è infatti enfatizzata anche dalla presenza di un complesso universitario progettato dall'architetto locale N. J. J. Gawronski.

Seppure compatto, il prospetto presenta delle ampie vetrate che, in assenza di una rigida matrice che allinei le aperture verticalmente ed orizzontalmente, lo rendono vivace, permeabile e mai monotono: proprio il prospetto è un tributo all'architettura moderna olandese caratterizzata da ampie finestrate e bow window. Anche il mattone clinkerizzato, di colore bruno scuro, è un elemento che da sempre caratterizza la produzione edilizia olandese, proprio perché poco igroscopico e quindi naturalmente adeguato ai climi freddi e umidi.

Nei Paesi Bassi, la tradizione del mattone, utilizzato quale elemento strutturale e di rivestimento, ha radici antichissime e rappresenta uno dei tratti inconfondibili di buona parte dell'architettura olandese, come dimostrano i numerosi capolavori architettonici realizzati dalla Scuola di Amsterdam, in cui questo edificio si inserisce

con merito. Il ricorso al laterizio quale principale materiale da costruzione è da sempre determinato da fattori geografici, quali la penuria di materie prime (come, ad esempio, i materiali lapidei) e da fattori ambientali, quali le condizioni climatiche (precipitazioni atmosferiche e cicli di gelo e disgelo).



Dettaglio del paramento murario faccia a vista

Sezione trasversale

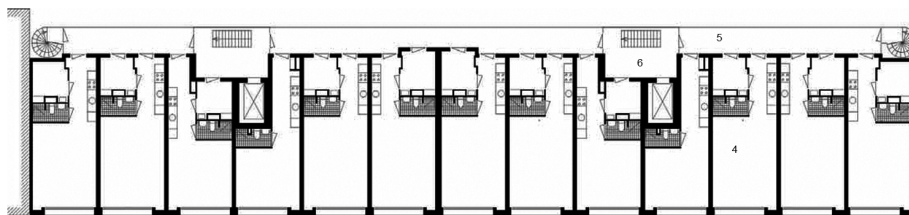
Alloggio tipo.
Legenda:
1. camera
2. ingresso/cucina
3. deposito
4. servizio igienico
5. ballatoio

22_Immagini della Residenza studentesca UvA-Dek

L'edificio, che oltre a uffici e negozi, accoglie 61 minilocali per studenti universitari, contrappone al vivace prospetto stradale un fronte tergale leggero e rigoroso, in cui il segno principale è costituito dai ballatoi metallici che distribuiscono le camere ai diversi piani.

La parte delle residenze offre delle camere singole e doppie di 35-55 m²: distribuite secondo la più classica delle tipologie "ad albergo", queste presentano degli spazi interni (angolo cottura, ecc.) tali da poter essere assimilate a minialloggi. Per "allargare" gli spazi interni, la parete esterna è completamente vetrata: tutte le aperture dei piani delle camere sono, dunque, inquadrare in cornici di metallo. La familiarità degli ambienti interni, il numero contenuto di studenti e il modello tipologico adottato, oltre a favorire l'integrazione tra gli occupanti, hanno sviluppato un forte senso di appartenenza e responsabilità sociale in tutti gli utenti dell'edificio.

Al piano terra, riservato ad attività commerciali, spiccano i due grandi ingressi allo studentato che sono facilmente identificabili per dimensione (uno dei due si allunga sino ad intaccare il secondo livello del prospetto), materia (completamente vetrati) e colori (molto vivaci e perfettamente percepibili anche dall'esterno). Per la sua capacità di non limitarsi a soddisfare la sola esigenza del riposare, il progetto di Claus en Kaan è la dimostrazione di come una residenza universitaria possa assumere un ruolo strategico nella formazione didattica e nella maturazione dell'individuo.

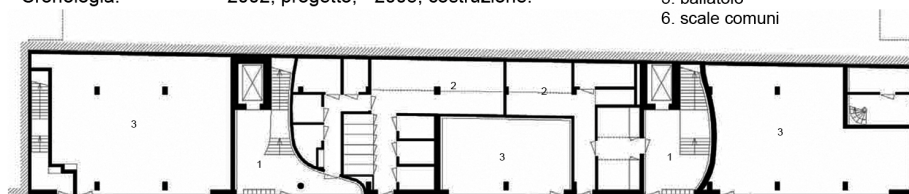


Scheda tecnica

Piano primo

Progetto: Claus en Kaan Architecten
 Committente: De Principaal BV
 Superficie coperta: 3.650 m²
 Costo: 3.600.000 euro
 Cronologia: 2002, progetto; 2005, costruzione.

Pianta piano terra - Legenda:
 1. ingresso
 2. deposito e parcheggio biciclette
 3. negozio
 4. alloggio
 5. ballatoio
 6. scale comuni



Pianta piano terra

23_Planimetrie della Residenza studentesca UvA-Dek

CAP 4.0

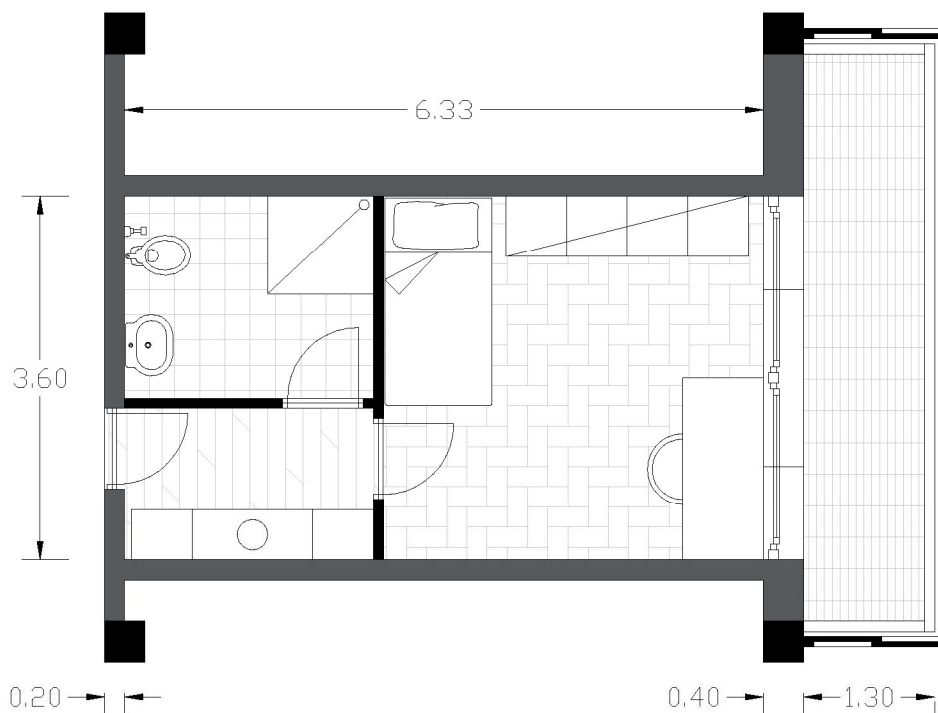
4.1 LE TIPOLOGIE RESIDENZIALI: HOUSING SOCIALE-STUDENTI, CELLULE ABITATIVE E AGGREGAZIONI

Per semplificare la descrizione delle tipologie residenziali di progetto, ho identificato due icone rappresentative per ogni edificio residenziale.



24_Icona residenza di progetto, edificio A

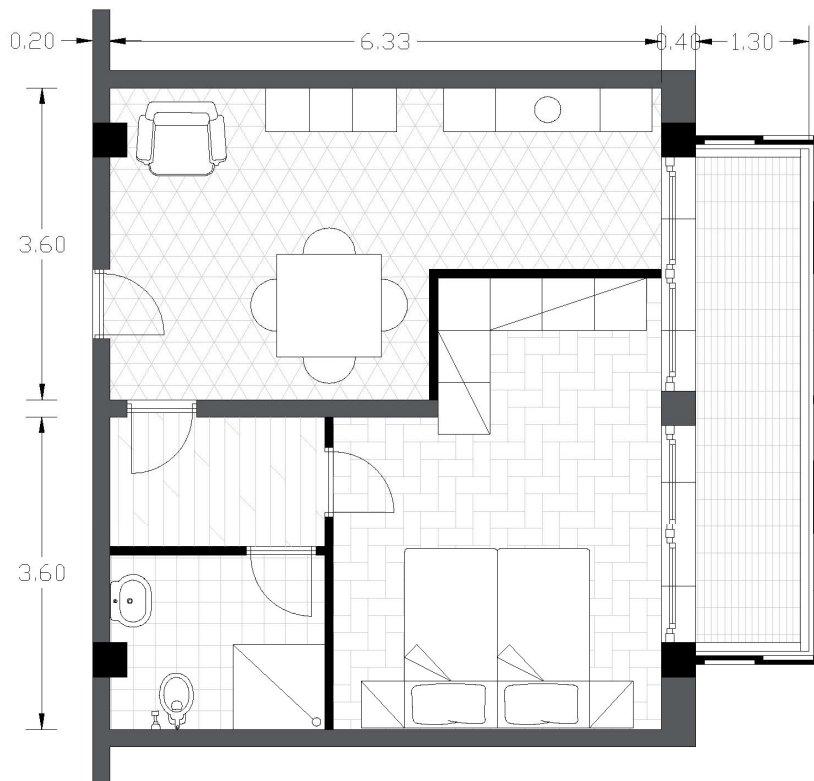
EDIFICIO A - LE RESIDENZE DI PROGETTO:



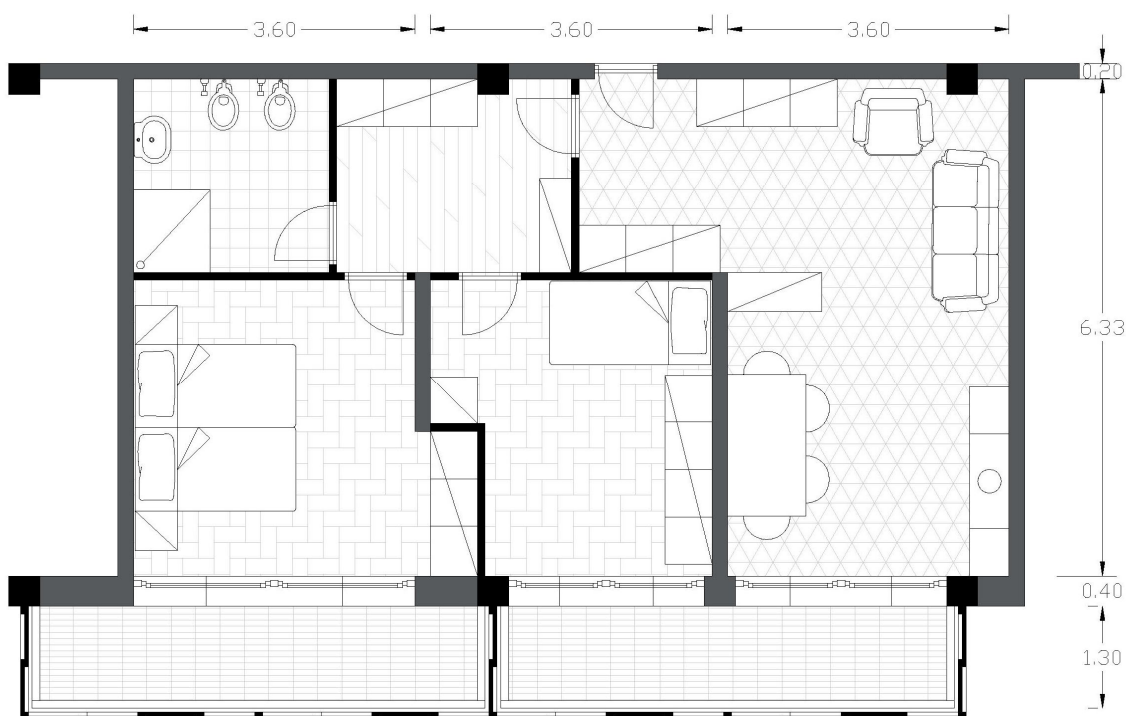
25_Modulo alloggio Mono scala 1:50 SLP netta 18 mq

L'alloggio tipo, la cellula abitativa per lo studente: si compone di uno spazio di 18 mq, come previsto da normativa, ed è dotato di servizi igienici, un piccolo piano dispensa con fornelli elettrici, ed infine un'ampia stanza zona notte e zona studio, dotata di una parete totalmente finestrata, piccolo balcone con opportune schermature per attenuare l'illuminazione solare.

Le sue aggregazioni sono presentate nelle successive immagini, nelle quali vengono indicate le camere Doppie e le Triple; a piano ovviamente queste aggregazioni presentano opportuni spazi comuni, quali la lavanderia, spazi studio, internet point (wireless), spazi lettura, ludoteche, emeroteche, sale gioco, spazi per la socializzazione per il divertimento e per il tempo libero.

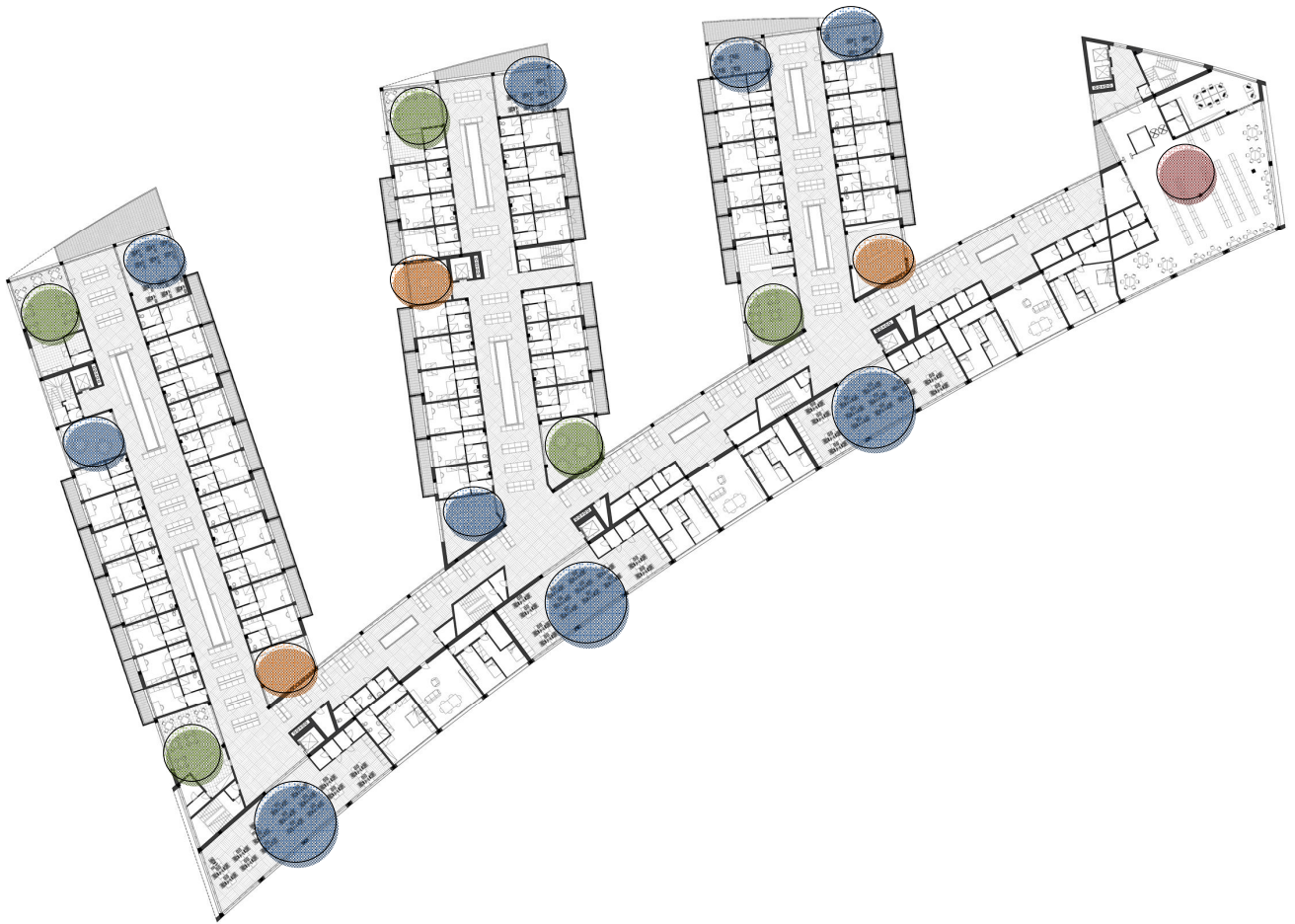


26_Modulo alloggio Doppia 1:50 SLP netta 36 mq








27_Modulo alloggio Tripla o Familiare 1:50 SLP netta 54 mq

4.2 SCHEMA D'IMPIANTO DEGLI SPAZI DELLA RESIDENZA A, AGGREGAZIONI E SERVIZI

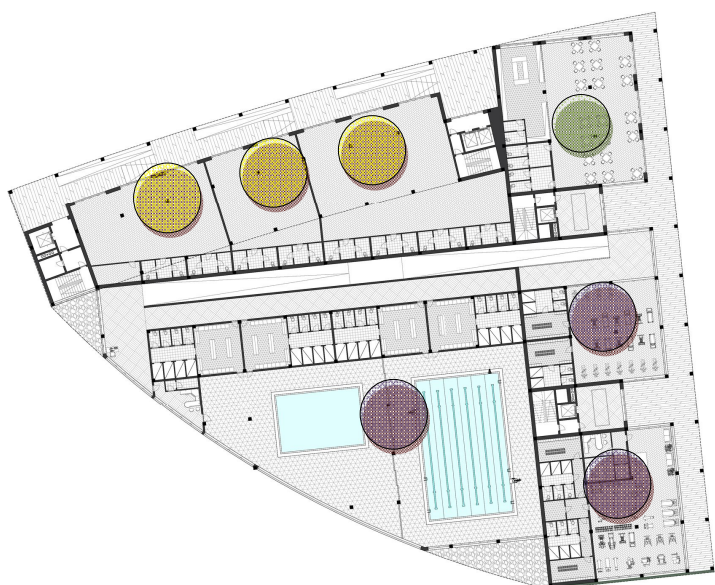


28_Residenza di progetto, primo piano e sue funzioni.

LEGENDA

-  Biblioteca per Studenti su più livelli
-  Lavanderia
-  Cucine, bar, spazi ristoro
-  Internet Point, aule wifi, aule ludiche
-  Aule studio, socializzazione, Emeroteca, Internet Point, Mediateca, Spazi espositivi

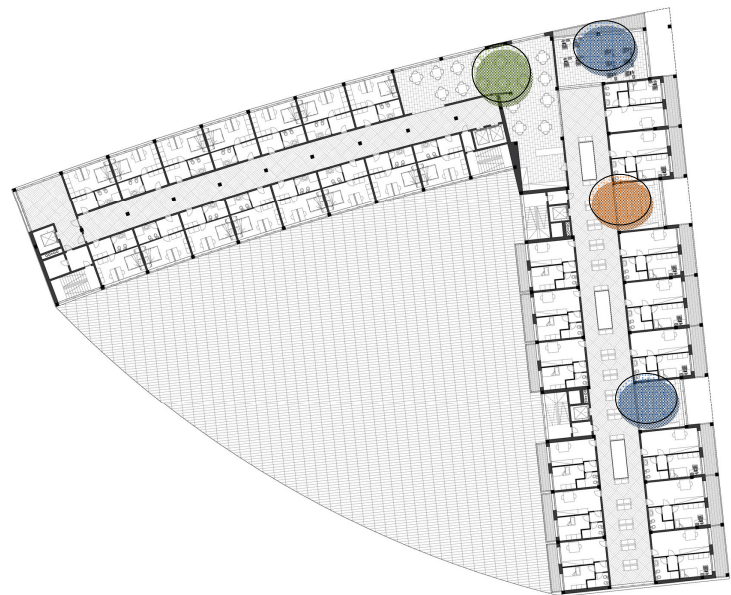
4.3 IMPIANTO DEGLI SPAZI DELLA RESIDENZA B, AGGREGAZIONI E SERVIZI






PIANO TERRA

-  Negozi pubblici
-  Bar - Pub
-  Piscina e Palestre

29_ Residenza B di progetto, piano terra e sue funzioni






PIANO 1°, 2°, 3°

-  Lavanderia
-  Internet Point, aule wifi, aule ludiche
-  Cucine, bar, spazi ristoro

30_ Residenza B di progetto, piano primo e sue funzioni



PIANO 4°, 5°

-  Lavanderia
-  Internet Point, aule wifi, aule Ludiche
-  Cucine, bar, spazi ristoro

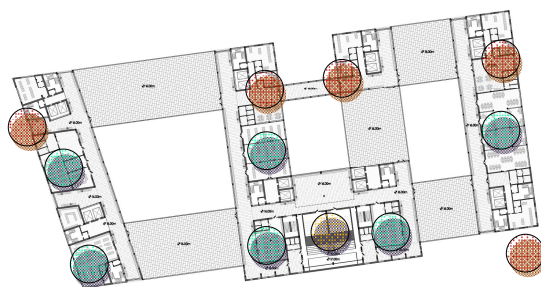
31_ Residenza B di progetto, piano secondo e sue funzioni

CAP 5

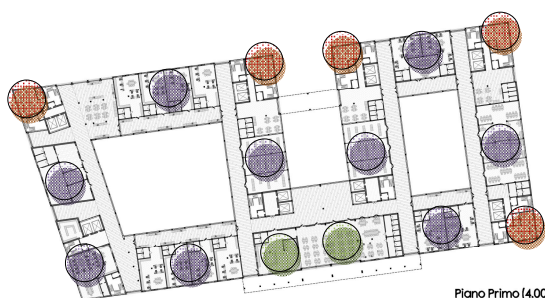
5.1 IPOTESI TIPOLOGICA DELLE FUNZIONI NON RESIDENZIALI (MEDIATECA, MUSEO, HQ SPIN-OFF, ECC..)



Piano Terra
Servizi per Campus e Città



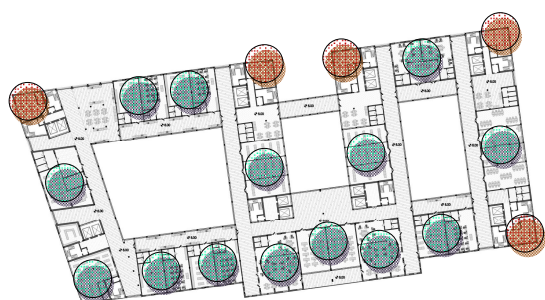
Piano Quarto (16.00m)
Dirigenza, Auditorium
e Uffici Amministrativi



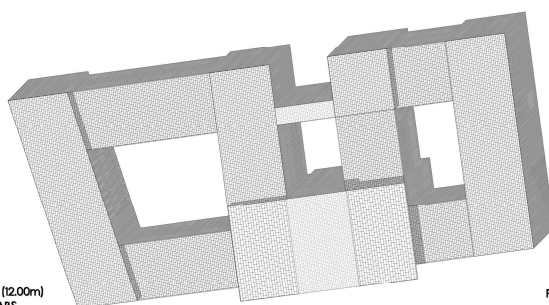
Piano Primo (4.00m)
Amministrativo Gestionale



Quinto (20.00m)
Dirigenza, Auditorium
e Uffici Amministrativi










Piano Secondo (8.00m) e Terzo (12.00m)
Didattica e Sperimentazione LABS
Aree Tematiche, corsi di studio,
laboratori specifici



Piano Coperture

32_Head Quarter i suoi piani e le sue destinazioni funzionali.

LEGENDA

-  Negozi pubblici
-  Sale prova per gruppi di musica
-  Disco-Piano Bar, spazi ristoro ed palco per Concerti, Mensa e Cucina HQ
-  Uffici Amministrativi di settore
-  Laboratori e Aule piano amministrativo gestionale
-  Aule e Laboratori, Aree tematiche, Corsi di studio Laboratori specifici
-  Auditorium, sala convegni, sale espositive e museali

Per quanto riguarda l'edificio Head Quarter (HQ) si tratta di un complesso e articolato spazio di funzioni dedicate prevalentemente all'integrazione e sviluppo dell'università Bocconi; si può dire che l'edificio, per le funzioni che accoglie e per la sua conformazione planivolumetrica, "completa" quello che è il Campus Bocconi, cercando di acquisire una forte valenza simbolica di impatto Urbano e catalizzatore di flussi e sviluppo.

L'edificio, inoltre, affaccia direttamente nell'area verde, all'interno della quale sono immerse le residenze studentesche; questo è una decisione progettuale voluta e precisa, per sottolineare i differenti caratteri dei due settori dell'area di progetto, che dialogano in termini di disegno urbano di suolo, ovvero il verde e il sistema di piazze urbane e percorsi che, come se l'edificio HQ fosse sospeso in aria, passano, attraversano e penetrano creando un spazio al livello piano terra mai banale e sempre dialogante.

L'edificio HQ è sostanzialmente riconducibile alla tipologia dell'isolato milanese, doppia corte evidentemente riconoscibile, che trova nel progetto una declinazione tutta peculiare per il contesto nel quale si inserisce.

CAP 6 RELAZIONE DI STRUTTURE

6_1.1 AZIONI DELLA NEVE

Il carico provocato dalla neve sulle coperture sarà valutato mediante la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i \times q_{sk} \times C_E \times C_t$$

dove:

q_s è il carico della neve sulla copertura;

μ_i è il coefficiente di forma della copertura;

q_{sk} è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [kN/m²] per un periodo di ritorno di 50 anni;

C_E è il coefficiente di esposizione;

C_t è il coefficiente termico.

6_1.1.1 COEFFICIENTE DI FORMA DELLA COPERTURA

In generale verranno usati i coefficienti di forma per il carico neve contenuti nel presente paragrafo, dove vengono indicati i relativi valori nominali essendo α l'angolo formato dalla falda con l'orizzontale.

I valori del coefficiente di forma μ_1 , riportati in tabella si riferiscono alle coperture ad una o due falde.

Tabella – Valori del coefficiente di forma

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$	0,0

Tabella 1 – Valori dei coefficienti di forma

Per coperture a più falde, per coperture con forme diverse, così come per coperture contigue a edifici più alti o per accumulo di neve contro parapetti o più in generale per altre situazioni ritenute significative dal progettista si deve fare riferimento a normative di comprovata validità.

6_1.1.2 VALORE CARATTERISTICO DEL CARICO NEVE AL SUOLO

Il carico neve al suolo dipende dalle condizioni locali di clima e di esposizione, considerata la variabilità delle precipitazioni nevose da zona a zona.

L'altitudine di riferimento a_s è la quota del suolo sul livello del mare nel sito di realizzazione dell'edificio.

Per altitudini superiori a 1500 m sul livello del mare si dovrà fare riferimento alle condizioni locali di clima e di esposizione utilizzando comunque valori di carico neve non inferiori a quelli previsti per 1500 m.

I valori caratteristici minimi del carico della neve al suolo sono quelli riportati nel seguito.

Zona I - Alpina

Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbania, Vercelli, Vicenza:

$$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2 \text{ } a_s \leq 200 \text{ m}$$

$$q_{sk} = 1,39 [1 + (a_s/728)^2] \text{ kN/m}^2 \text{ } a_s > 200 \text{ m}$$

Zona I – Mediterranea

Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forli-Cesena, Lodi, **Milano**, Modena, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese:

$$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2 \text{ as} \leq 200 \text{ m}$$

$$q_{sk} = 1,35 [1 + (as/602)^2] \text{ kN/m}^2 \text{ as} > 200 \text{ m}$$

Zona II

Arezzo, Ascoli Piceno, Bari, Campobasso, Chieti, Ferrara, Firenze, Foggia, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona:

$$q_{sk} = 1,00 \text{ kN/m}^2 \text{ as} \leq 200 \text{ m}$$

$$q_{sk} = 0,85 [1 + (as/481)^2] \text{ kN/m}^2 \text{ as} > 200 \text{ m}$$

Zona III

Agrigento, Avellino, Benevento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, Frosinone, Grosseto, L'Aquila, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Ogliastra, Olbia Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Rieti, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo:

$$q_{sk} = 0,60 \text{ kN/m}^2 \text{ as} \leq 200 \text{ m}$$

$$q_{sk} = 0,51 [1 + (as/481)^2] \text{ kN/m}^2 \text{ as} > 200 \text{ m}$$

6_1.1.3 COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE

Il coefficiente di esposizione **CE** puo essere utilizzato per modificare il valore del carico neve in copertura in funzione delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera. Valori consigliati del coefficiente di esposizione per diverse classi di topografia sono forniti in tabella. Se non diversamente indicato, si assumerà **CE = 1**

Tabella – Valori di C_E per diverse classi di topografia

Topografia	Descrizione	C_E
Battuta dai venti	Aree pianeggianti non ostruite esposte su tutti i lati, senza costruzioni o alberi più alti.	0,9
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1,0
Riparata	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti	1,1

Tabella 2 – Valori di C_e per diverse classi di topografia

6_1.1.4 COEFFICIENTE TERMICO

Il coefficiente termico puo essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione.

Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura.

In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato **Ct = 1**.

IL PROGETTO:

Nel mio caso quindi il carico provocato della neve e calcolabile in questo modo:

$$q_s = \mu_i \times q_{sk} \times C_E \times C_t$$

$$q_s = (0,8+0,4\text{sottovento}) \times 1,5 \times 1 \times 1 = 1,8 \text{ KN/m}^2$$

6_2.1 AZIONI DEL VENTO

6_2.1.1 GENERALITA'

Il vento, la cui direzione si considera generalmente orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando, in generale, effetti dinamici.

Milano è:

s = 181,75 Km²

Abitanti = 1.371.000

Z = 122 metri s l m

Distanza mare (MILANO-GENOVA) = 145 Km

6_2.1.2 VELOCITA' DI RIFERIMENTO

La velocità di riferimento v_b è il valore caratteristico della velocità del vento a 10 m dal suolo su un terreno di categoria di esposizione II, mediata su 10 minuti e riferita ad un periodo di ritorno di 50 anni.

In mancanza di specifiche ed adeguate indagini statistiche v_b è data dall'espressione:

$v_b = v_{b,0}$ per $a_s < a_0$

$v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0)$ per $a_0 < a_s < 1500$ m

dove:

$v_{b,0}$, a_0 , k_a sono parametri forniti nella tabella e legati alla regione in cui sorge la costruzione in esame, in funzione delle zone definite nella tabella; a_s è l'altitudine sul livello del mare (in m) del sito ove sorge la costruzione.

Per altitudini superiori a 1500 m sul livello del mare si potrà fare riferimento alle condizioni locali di clima e di esposizione. I valori della velocità di riferimento possono essere ricavati da dati supportati da opportuna documentazione o da indagini statistiche adeguatamente comprovate. Fatte salve tali valutazioni, comunque raccomandate in prossimità di vette e crinali, i valori utilizzati non dovranno essere minori di quelli previsti per 1500 m di altitudine.

6_2.1.3 PRESSIONE DEL VENTO

La pressione del vento è data dall'espressione:

$p = q_b * c_e * c_p * c_d$

dove

q_b è la pressione cinetica di riferimento di cui al § 2.1.5;

c_e è il coefficiente di esposizione di cui al § 2.1.6;

c_p è il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento;

c_d è il coefficiente dinamico con cui si tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali. Indicazioni per la sua valutazione sono riportate al § 2.1.7.

6_2.1.4 AZIONE TANGENZIALE DEL VENTO

L'azione tangente per unità di superficie parallela alla direzione del vento è data all'espressione:

$p_f = q_b * c_e * c_f$

dove

qb , ce sono definiti ai §§ 2.1.5 e 2.1.6;

cf è il coefficiente d'attrito, funzione della scabrezza della superficie sulla quale il vento esercita l'azione tangente. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

6_2.1.5 PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO

La pressione cinetica di riferimento qb (in N/m²) è data dall'espressione:

$$qb = 1/2 \rho v^2$$

dove

vb è la velocità di riferimento del vento (in m/s);

r è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1,25 kg/m³.

6_2.1.6 COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE

Il coefficiente di esposizione ce dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno, e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione. In assenza di analisi specifiche che tengano in conto la direzione di provenienza del vento e l'effettiva scabrezza e topografia del terreno che circonda la costruzione, per altezze sul suolo non maggiori di z = 200 m, esso è dato dalla formula:

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln \frac{z}{z_0} \cdot \left[7 + c_t \cdot \ln \frac{z}{z_0} \right]$$
$$c_e(z) = c_e(z_{min})$$

per z > zmin

ce (z) = ce (zmin) per z < zmin

dove

kr , z0 , zmin sono assegnati in Tab. 1 in funzione della categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione;

ct è il coefficiente di topografia.

In mancanza di analisi specifiche, la categoria di esposizione è assegnata nella tabella sottostante

Categoria di esposizione del sito	kr	Z0 [m]	Zmin [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

Tabella 3 – Categoria di esposizione del sito.

della posizione geografica del sito ove sorge la costruzione e della classe di rugosità del terreno definita in Tab. 2. Nelle fasce entro i 40 km dalla costa delle zone 1, 2, 3, 4, 5 e 6, la categoria di esposizione è indipendente dall'altitudine del sito.

Il coefficiente di topografia ct è posto generalmente pari a 1, sia per le zone pianeggianti sia per quelle ondulate, collinose e montane. In questo caso, la Fig. B riporta le leggi di variazione di ce per le diverse categorie di esposizione.

Nel caso di costruzioni ubicate presso la sommità di colline o pendii isolati il coefficiente di topografia ct può essere valutato dal progettista con analisi più approfondite.

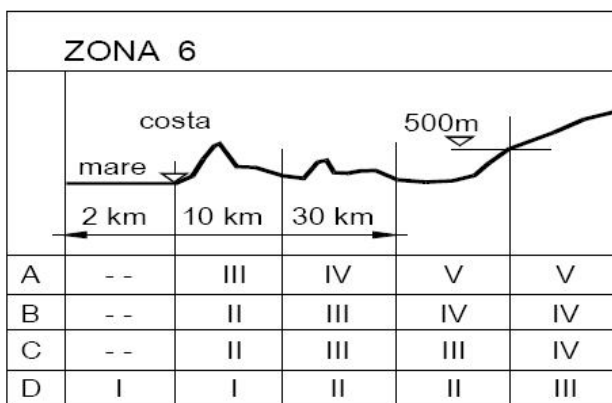
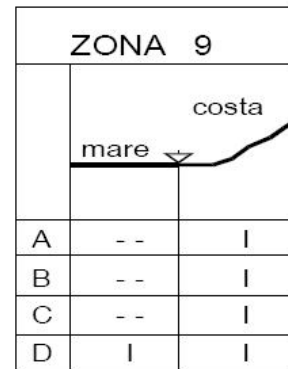
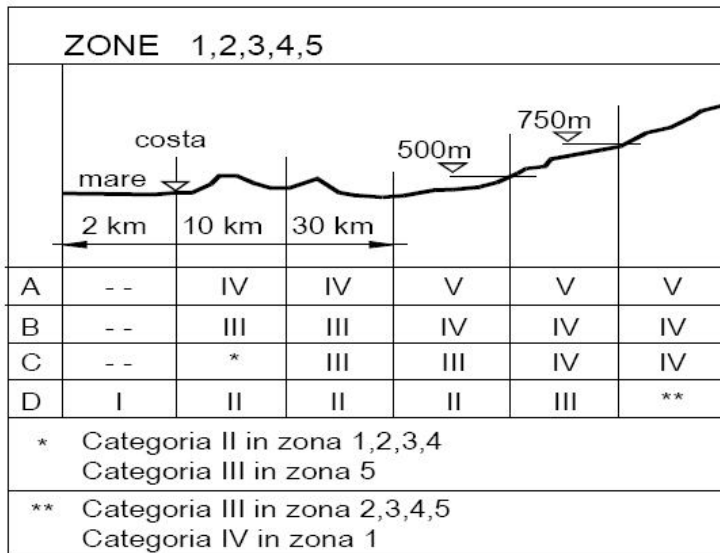


Figura A - Definizione delle categorie di esposizione

Tabella 4 – Tabelle di definizione delle categorie di esposizione

Classe di rugosità del terreno

Descrizione

A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15 m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi...)

Tabella 5 – classe di rugosità del terreno.

6_2.1.7 COEFFICIENTE DINAMICO

Il coefficiente dinamico tiene in conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alla risposta dinamica della struttura.

Esso può essere assunto cautelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

NEL MIO CASO:

Milano Zona 1 $v_{b,o} = 25 \text{ m/s}$ $a_0 = 1000 \text{ m}$ $k_a = 0,010 \text{ 1/s}$

Classe di rugosità del terreno = Area A

C

categoria di esposizione per categoria A oltre 30 Km dalla costa e per quote $z < 500 \text{ m}$

Categoria V

La pressione cinetica di riferimento q_b (in N/m^2) è data dall'espressione:

$$q_b = 1/2 \rho v^2$$

$$q_b = 1/2 * 1,25 * (25)^2 \quad q_b = 390,625 \text{ N/m}^2$$

Dove (ρ = densità dell'aria = $1,25 \text{ Kg/m}^3$)

Il coefficiente di esposizione c_e è:

$$c_e(z) = k_r$$

$$2 \text{ ct ln}(z/z_0) [7 + \text{ct ln}(z/z_0)] \text{ per } z > z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \text{ per } z < z_{\min}$$

Dove:

$\text{ct} = 1$ coefficiente topografia (riferimento di cui al § 2.1.5)

$$c_e(z) = (0,23)^2 * 1 * \ln(z/0,7) [7 + 1 * \ln(z/0,7)]$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min})$$

Per la categoria V, dalla tabella dei parametri dei coefficienti esposizione prendo il $z_{\min} = 12$.

Questo valore è il valore di z che va inserito dentro.

E quindi l'equazione diventa:

$$c_e(z) = (0,23)^2 * 1 * \ln(12/0,7) [7 + 1 * \ln(12/0,7)]$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) = 1,4794$$

La pressione del vento è: $p = q_b c_e c_p c_d$

	DIREZIONE X	DIREZIONE Y	
F1	134.038 N	435.623,5 N	F x tot = 135,046 kN
F2	1.007,5 N	3.274 N	F y tot = 438,898 kN

	altitudine (m)	z _i (m)	q _b N/m ²	c _e (z)	c _p	ΔH (m)	b (m)	F _i (kN)	M ₀ (kNm)
Livello Copertura	14,5	17,1	390,625	1,6082	0,8	3,5	65	114,336356	1955,152
Livello 3	11	13,6	390,625	1,4794	0,8	3,5	65	105,1749037	1430,379
Livello 2	7,5	10,1	390,625	1,4794	0,8	3,5	65	105,1749037	1062,267
Livello 1	4	6,6	390,625	1,4794	0,8	4	65	120,19989	793,3193
Livello terra	0	2,6	390,625	0	0,8	0	65	0	0
TOTALI								445	5241

Tabella 6 – Tabella di progetto per il calcolo della forza a terra e il momento massimo.

6_3.1 AZIONI SISMICHE

Per la valutazione della sicurezza delle costruzioni si devono adottare criteri probabilistici scientificamente comprovati. Nel seguito sono normati i criteri del metodo semiprobabilistico agli stati limite basati sull'impiego dei coefficienti parziali di sicurezza, applicabili nella generalità dei casi; tale metodo è detto di primo livello. Per opere di particolare importanza si possono adottare metodi di livello superiore, tratti da documentazione tecnica di comprovata validità. La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi di resistenza si effettua con il "metodo dei coefficienti parziali" di sicurezza espresso dalla equazione formale:

$$R_d \geq E_d$$

dove:

R_d è la resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali e ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate;

E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto $F_{dj} = F_{kj}$.

I coefficienti parziali di sicurezza, g_{Mi} e g_{Fj} , associati rispettivamente al materiale i -esimo e all'azione j -esima, tengono in conto la variabilità delle rispettive grandezze e le incertezze relative alle tolleranze geometriche e alla affidabilità del modello di calcolo.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio si esprime controllando aspetti di funzionalità e stato tensionale.

6_3.1.1 VITA NOMINALE

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella tabella sottostante e deve essere precisata nei documenti di progetto.

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Tabella 7 – Vita nominale per tipi di costruzione.

La vita nominale del nostro progetto è assunta pari a 50 anni.

6_3.1.2 CLASSI D'USO

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A, B o C. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

La classe d'uso di progetto è la Classe II

6_3.1.3 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale VN per il coefficiente d'uso CU, definito al variare della classe d'uso :

$$VR = VN \times CU$$

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_u	0,7	1	1,5	2

Tabella 8 – Coefficiente C_u per ogni classe d'uso.

6_3.1.4 PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, nel periodo di riferimento VR. In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito.

Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

ag accelerazione orizzontale massima al sito;

Fo valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.

T*C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

6_3.1.5 STATI LIMITE E RELATIVE PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed

orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella

STATI LIMITE		P _{VPR}
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Tabella 9 – Percentuale Pvr ai diversi tipi stati limite.

Nel mio caso adotterò SLD 63%

6_3.1.6 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento. Nel nostro caso, trovandoci a Milano, la superficie risulta pianeggiante, ci collocheremo pertanto nella categoria T1, mentre per quanto riguarda il sottosuolo, ci collochiamo in categoria C.

6_3.1.7 DESCRIZIONE DEL MOTO SISMICO IN SUPERFICIE E SUL PIANO DI FONDAZIONE

Ai fini delle presenti norme l'azione sismica è caratterizzata da tre componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X ed Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra di loro indipendenti. Le componenti possono essere descritte, in funzione del tipo di analisi adottata, mediante una delle seguenti rappresentazioni:

- **accelerazione massima attesa in superficie;**
- **accelerazione massima e relativo spettro di risposta attesi in superficie;**
- **accelerogramma.**

6_3.1.7.1 Amplificazione stratigrafica

Per la categoria di sottosuolo B, C, D ed E i coefficienti SS e CC possono essere calcolati, in funzione dei valori di FO e T*C relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella tabella sottostante, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

CATEGORIA SOTTOSUOLO	SS	CC
A	1	1
B	$1 \leq 1,4 - 0,4 * F_0 * A_g / g \leq 1,2$	$1,1 * (T_c^*) - 0,2$
C	$1 \leq 1,7 - 0,6 * F_0 * A_g / g \leq 1,5$	$1,05 * (T_c^*) - 0,33$
D	$0,9 \leq 2,4 - 1,5 * F_0 * A_g / g \leq 1,8$	$1,25 * (T_c^*) - 0,5$
E	$1 \leq 2 - 1,1 * F_0 * A_g / g \leq 1,6$	$1,15 * (T_c^*) - 0,4$

Tabella 10 – Valori SS e CC per le diverse categorie di sottosuolo.

6_3.1.7.2 Amplificazione topografica

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico ST riportati nella tabella sottostante, in funzione delle categorie topografiche definite precedentemente (T1) e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

CATEGORIA TOPOGRAFICA	UBICAZIONE DELL'OPERA	S _T
T1	-	1
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Tabella 11 – Valori del coefficiente topografico ST in funzione delle categorie topografiche e dell'ubicazione dell'opera o intervento.

Il valore T1 viene assunto pari a 1.

6_3.1.7.3 Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

Quale che sia la probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR considerata, lo spettro di risposta elastico della componente orizzontale è definito dalle espressioni seguenti: nelle quali T ed S_e sono, rispettivamente, periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale orizzontale. Inoltre S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione

$$S = SS \times ST$$

η è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali ξ diversi dal 5%, mediante la relazione $\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55$ dove ξ (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;

F₀ è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2; (2,53 nel nostro caso)

T_C è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da $T^*C = CC \times T^*C$

T_B è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante, $T_B = T_C / 3$

T_D è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione: $T_D = 4 * a_g / g + 1,6$

Per categorie speciali di sottosuolo, per determinati sistemi geotecnici o se si intenda aumentare il grado di accuratezza nella previsione dei fenomeni di amplificazione, le azioni sismiche da considerare nella progettazione possono essere determinate mediante più rigorose analisi di risposta sismica locale.

STATI LIMITE PER AZIONE DEL SISMA (CARICHI AMBIENTALI DA SISMA)

categoria superficie	T1	Tr = -Vr/ln(1-Pvr)	periodo di ritorno
categoria sottosuolo	C	Tr= 475	
Vn =	50	anni	vita nominale
Cu =	1		coeff d'Uso
Vr= Cu*Vn	50		

classe d'uso	II	categoria	T1	categoria sottosuolo	C
ag=	0,049				
Fo=	2,657				
Tc*=	0,28	St=	1		
S = Ss * St	1,5	Ss=	1,5	1<=Ss<=1,50	
Cc= 1,05*(Tc*)^(-0,33)	1,598				
q=qo*kr=	2,4	kr=	0,8	forma irregolare	
Tb=Tc/3	Tc=Cc*Tc*				
Tc	0,447	Tb	0,149	Td	1,796 Td=4*ag/g+1,6
Periodo Struttura	T1= C1*H^(3/4)	T1	0,372		
C1	0,05	η=1/q	0,417		
Se(T)=ag*S*η*Fo*(Tc/T1)	0,0613				
Fh=Se(T)*W*λ/g		λ=	0,85	forma edificio	
Carico permanente	7,5			largh	20 m
Carico Accidentale	2			lungh	65 m
Wgi=	975	t			
Wq=	58	t			
Wi=	992,4	t			
W=	6946,8	t			
Fh=	362,10	t			
Fi=Fh(ziWi)/Σ(zjWj)	36,210	t			
				Fi per piano	
				p3	4 144,841625 t
				p2	3 108,631219 t
				p1	2 72,4208127 t
			Piani (1+2+3+4)	pt	1 36,2104063 t
			10		

	altitudine (m)	zi (m)	qG (kPa)	qQ (kPa)	Se/g	Wi kN	zi*Wi	Fh kN	Fi kN	Mo kNm
Livello Copertura	14,5	17,1	7,5	2	0,0063	9.725,52	166.306,39	3.289,40	1.419,45	24.272,56
Livello 3	11	13,6	7,5	2	0,0063	9.725,52	132.267,07	3.289,40	1.064,59	14.478,37
Livello 2	7,5	10,1	7,5	2	0,0063	9.725,52	98.227,75	3.289,40	1.064,59	10.752,32
Livello 1	4	6,6	7,5	2	0,0063	9.725,52	64.188,43	3.289,40	709,72	4.684,18
Livello terra	0	2,6	7,5	2	0,0063	9.725,52	25.286,35	3.289,40	354,86	922,64
Totali						48.628	486.276	16.447	4.613	55.110

Tabella 12 – Calcoli di progetto per Azioni da Sisma.

6_3.2 ANALISI LINEARE DINAMICA O STATICA

6_3.2.1 ANALISI LINEARE DINAMICA

L'analisi dinamica lineare consiste:

- nella determinazione dei modi di vibrare della costruzione (analisi modale)
- nel calcolo degli effetti dell'azione sismica, rappresentata dallo spettro di risposta di progetto, per ciascuno dei modi di vibrare individuati
- nella combinazione di questi effetti

6_3.2.2 ANALISI LINEARE STATICA

L'analisi statica lineare consiste nell'applicazione di forze statiche equivalenti alle forze di inerzia indotte dall'azione sismica e può essere effettuata per costruzioni che rispettino i requisiti specifici riportati nei paragrafi successivi, a condizione che il periodo del modo di vibrare principale nella direzione in esame (T_1) non superi 2,5 TC o TD e che la costruzione sia regolare in altezza.

Per costruzioni civili o industriali che non superino i 40 m di altezza e la cui massa sia approssimativamente uniformemente distribuita lungo l'altezza, T_1 può essere stimato, in assenza di calcoli più dettagliati, utilizzando la formula seguente:

$$T_1 = C_1 \times H^{3/4}$$

dove:

H è l'altezza della costruzione, in metri, dal piano di fondazione

C₁ vale 0,085 per costruzioni con struttura a telaio in acciaio, 0,075 per costruzioni con struttura a telaio in calcestruzzo armato e 0,050 per costruzioni con qualsiasi altro tipo di struttura.

L'entità delle forze si ottiene dall'ordinata dello spettro di progetto corrispondente al periodo T_1 e la loro distribuzione sulla struttura segue la forma del modo di vibrare principale nella direzione in esame, valutata in modo approssimato.

La forza da applicare a ciascuna massa della costruzione è data dalla formula seguente:

$$F_i = F_h \times z_i \times W_i / \sum_j z_j W_j$$

dove:

$$F_h = S_d(T_1) \times W \times \lambda / g$$

F_i è la forza da applicare alla massa i -esima

W_i e W_j sono i pesi, rispettivamente, della massa i e della massa j

z_i e z_j sono le quote, rispetto al piano di fondazione delle masse i e j

$S_d(T_1)$ è l'ordinata dello spettro di risposta di progetto definito precedentemente

W è il peso complessivo della costruzione

λ è un coefficiente pari a 0,85 se la costruzione ha almeno tre orizzontamenti e se $T_1 < 2TC$, pari a 1,0 in tutti gli altri casi

g è l'accelerazione di gravità

STATI LIMITE PER AZIONE DEL SISMA (CARICHI AMBIENTALI DA SISMA)										
categoria superficie	T1	Tr = -Vr/ln(1-Pvr)	periodo di ritorno							
categoria sottosuolo	C	Tr=	475							
Vn =	50	anni	vita nominale							
Cu =	1		coeff d'Uso							
Vr= Cu*Vn	50									
classe d'uso	II	categoria	T1	categoria sottosuolo	C					
ag=	0,049									
Fo=	2,657									
Tc*=	0,28	St=	1							
S = Ss * St	1,5	Ss=	1,5	1<=Ss<=1,50						
Cc= 1,05*(Tc*)^(-0,33)	1,598									
q=qo*kr=	2,4	kr=	0,8	forma irregolare						
Tb=Tc/3	Tc=Cc*Tc*									
Tc	0,447	Tb	0,149	Td	1,796	Td=4*ag/g+1,6				
Periodo Struttura	T1= C1*H^(3/4)	T1	0,557							
C1	0,075	η=1/q	0,417							
Se(T)=ag*S*η*Fo*(Tc/T1)	0,0409									
Fh=Se(T)*W*λ/g		λ=	0,85	forma edificio						
Gp = peso solaio * area piano	9425,85	kN/m^2	Area piano	1256,78	largh	20	m	Peso solaio	7,5	
Qp=peso accidentale*area piano	2513,56	kN/m^2				lungh	65	m	Carico Accid	2
Wgi=	1225360,5	t								
Wq=	72893,24	t								
Wi=	1247228,472	t								
W=	8730599,304	t								
Fh=	303390,10	t								
Fi=Fh(ziWi)/Σ(ziWj)	30339,010	t								
			Piani (1+2+3+4)		Fi per piano					
			10		p3	4	121356,0386	t		
					p2	3	91017,02898	t		
					p1	2	60678,01932	t		
					pt	1	30339,00966	t		

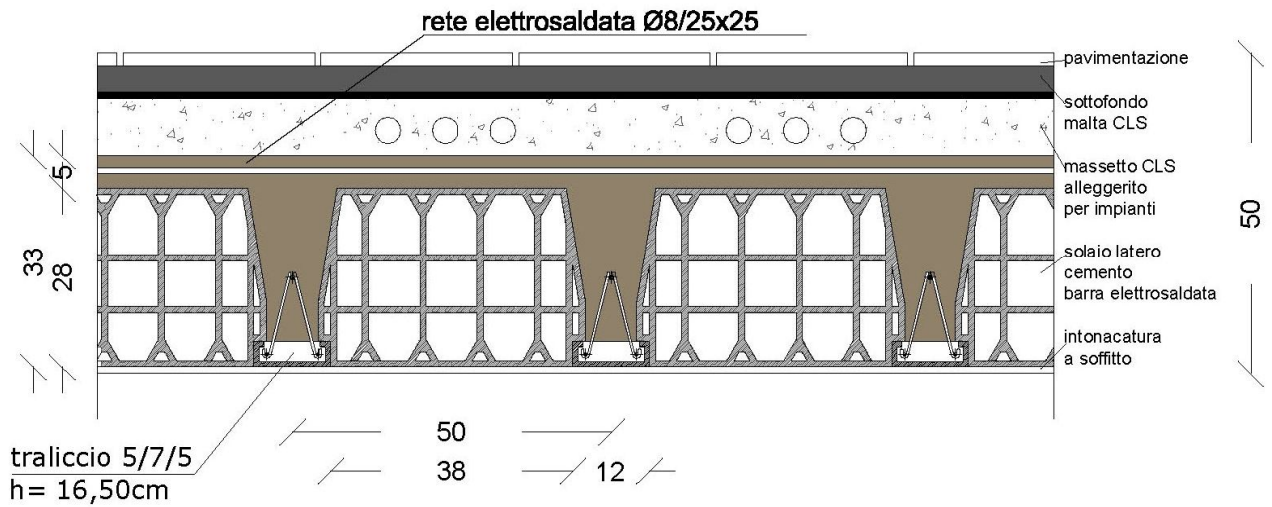
Tabella 13 – Calcoli di progetto per Azioni da Sisma.

	altitudine (m)	zi (m)	qG (kPa)	qQ (kPa)	Se/g	Wi kN	zi*Wi	Fh kN	Fi kN	Mo kNm
Livello Copertura	14,5	17,1	7,5	2	0,0042	12.222.839,03	209.010.547,34	3.289,40	1.189.289,18	20.336.844,96
Livello 3	11	13,6	7,5	2	0,0042	12.222.839,03	166.230.610,75	3.289,40	891.966,88	12.130.749,62
Livello 2	7,5	10,1	7,5	2	0,0042	12.222.839,03	123.450.674,16	3.289,40	891.966,88	9.008.865,53
Livello 1	4	6,6	7,5	2	0,0042	12.222.839,03	80.670.737,57	3.289,40	594.644,59	3.924.654,29
Livello terra	0	2,6	7,5	2	0,0042	12.222.839,03	31.779.381,47	3.289,40	297.322,29	773.037,97
Totali						61.114.195	611.141.951	16.447	3.865.190	46.174.152

Tabella 14 – Calcoli di progetto per Azioni da Sisma.

6_4.1 SOLAIO IN LATEROCEMENTO

6_4.1.1 ANALISI DEI CARICHI DEL SOLAIO



33_ Solaio d'interpiano di progetto.

NOTA BENE:

- 1) IL PESO DEI TRAMEZZI VIENE CONSIDERATO EQUIVALENTE AD UN CARICO DISTRIBUITO DA 1,50 KN/M
- 2) IL PESO PROPRIO DEL SOLAIO E RIPORTATO NEL CATALOGO DEL PRODUTTORE
- 3) I CARICHI ACCIDENTALI SONO VARIABILI A SECONDA DELLA CATEGORIA DI APPARTENENZA DEGLI EDIFICI
- 4) CALCESTRUZZO Rck 40
- 5) B450c

6_4.1.2 GRAFICO DEL SOLAIO

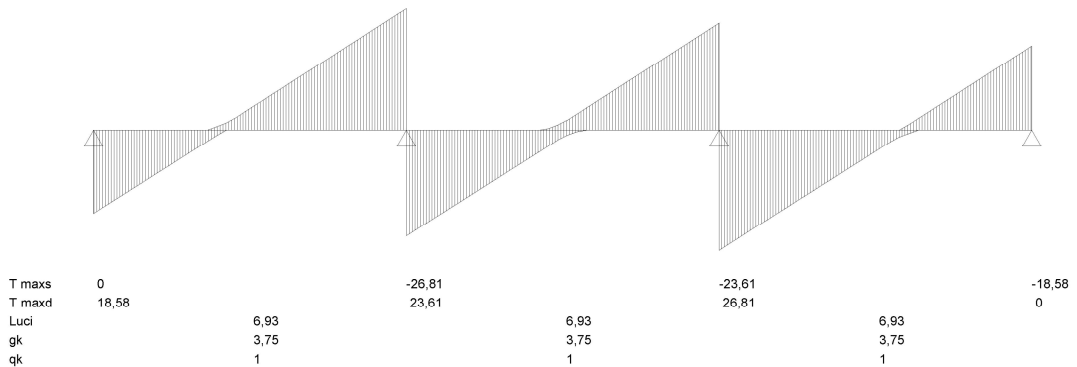


Grafico 1 – Taglio del Solaio

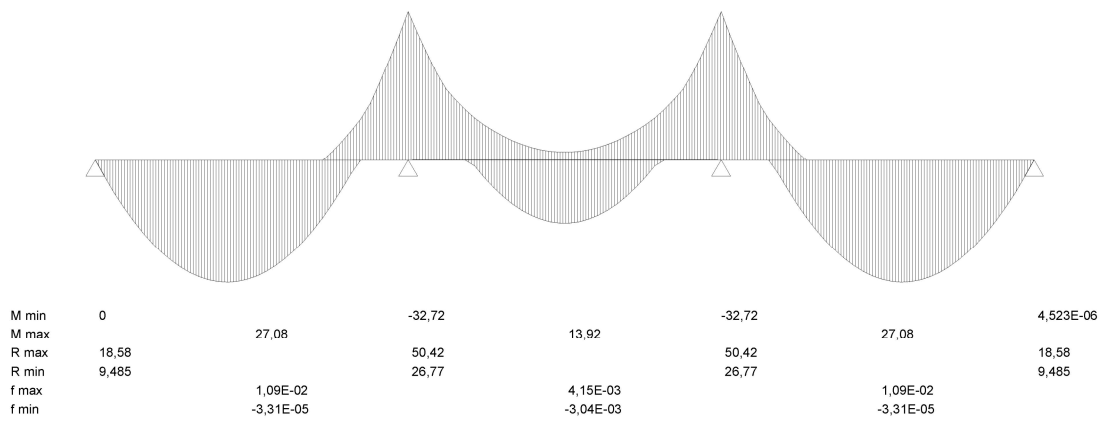


Grafico 2 – Momento del Solaio

6_4.1.3 ARMATURA DEL SOLAIO

$$f_{yd} = 450 \cdot 1,15 = 390 \text{ Mp}$$

$$d = h - \delta = 33 - 4 = 31 \text{ cm}$$

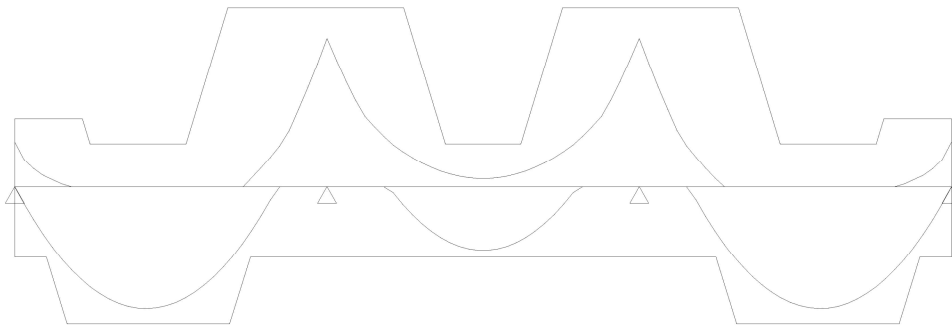
$$A = \text{Med} \cdot 10^6 / (0,9 \cdot d \cdot f_{yd})$$

ARMATURA AL NEGATIVO				
	Med	As	ϕ	As, reale
	KNm	mm ²		mm ²
Med,1	0	0	0	0
Med,2	32,72	299,94	1 ϕ 18+1 ϕ 10	333
Med,3	32,72	299,94	1 ϕ 18+1 ϕ 10	333
Med,4	0	0	0	0

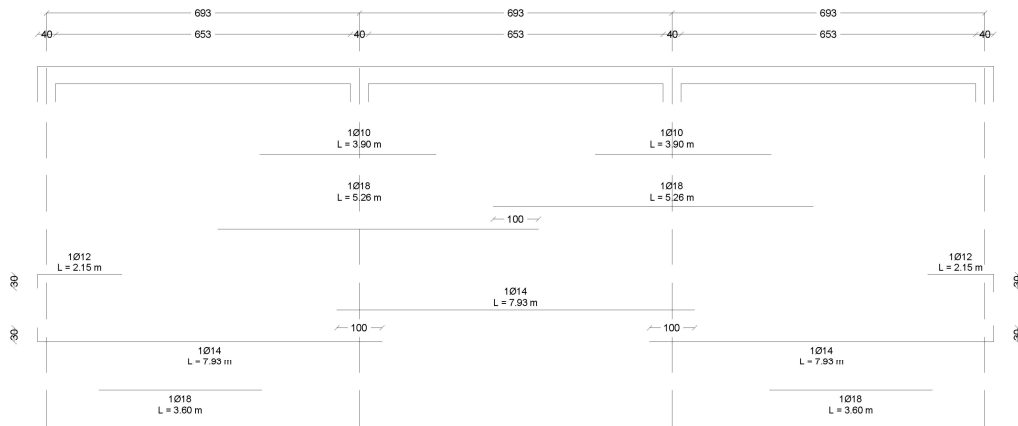
Tabella 15 – Tabella calcoli armatura al negativo del solaio di progetto.

ARMATURA AL POSITIVO				
	Med	As	ϕ	As, reale
	KNm	mm ²		mm ²
Med,1_2	27,08	248,24	1 ϕ 18	254
Med,2_3	13,92	127,60	1 ϕ 14	154
Med,3_4	27,08	248,24	1 ϕ 18	254

Tabella 16 – Tabella calcoli armatura al positivo del solaio di progetto.



34_Armature e momenti massimi.



35_Disposizione delle armature di solaio.

6_4.1.4 VERIFICHE

6_4.1.4.1 VERIFICHE DI RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO PER IL MASSIMO MOMENTO POSITIVO

Questa verifica sarà effettuata solo per il momento più alto, quindi $27,08 \cdot 0,5 = 1354 \text{ kgm}$

$$Y = \text{ASSE NEUTRO} = n \cdot A_S / B \cdot (-1 + \sqrt{1 + (2 \cdot B \cdot D/M \cdot A_S)})$$

$$15 \cdot 248,24 / 500 \cdot (-1 + \sqrt{1 + (2 \cdot 500 \cdot 310 / 1354000 \cdot 248,24)}) = 5,35 \text{ cm}$$

J_{ci} = MOMENTO DI INERZIA CONSIDERANDO IL CONTRIBUTO DEL CLS COMPRESSO E DELL'ACCIAIO

$$J_{ci} = (B \cdot Y^3) / 3 + N + A_S \cdot (D - Y)^2 = 20.908,21 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_c = M \cdot Y / J_{ci} = 34,65 \text{ kg/cm}^2 = 3,465 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_c \text{ LIM} = 14,94 \text{ N/mm}^2$$

$\sigma_c < \sigma_c \text{ LIM}$ **VERIFICATO**

6_4.1.4.2 VERIFICHE DI RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO PER IL MASSIMO MOMENTO NEGATIVO

Questa verifica sarà effettuata solo per il momento più alto, quindi $32,72 \cdot 0,5 = 1636 \text{ kgm}$

$$Y = \text{ASSE NEUTRO} = n \cdot A_S / B \cdot (-1 + \sqrt{1 + (2 \cdot B \cdot D/M \cdot A_S)}) = 5,8 \text{ cm}$$

J_{ci} = MOMENTO DI INERZIA CONSIDERANDO IL CONTRIBUTO DEL CLS COMPRESSO E DELL'ACCIAIO

$$J = (B \cdot Y^3) / 3 + N + A_S \cdot (D - Y)^2 = 24.684,47 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_c = M \cdot Y / J = 38,44 \text{ kg/cm}^2 = 3,844 \text{ N/mm}^2$$

□□ C LIM = 14,94 N/mm²

□□ C □□□□ C LIM **VERIFICATO**

6_4.1.4.3 VERIFICA A TAGLIO

Prendo in considerazione i due tagli massimi (quello massimo positivo e quello massimo negativo).

T1 = 26,81 KN T2 = 23,61 KN

$t_{MAX} = T / (B * 0,9 * D) < t_{c1}$

$t_{c1} = 2,03 \text{ N / mm}^2$

$t_{c0} = 0,69 \text{ N / mm}$

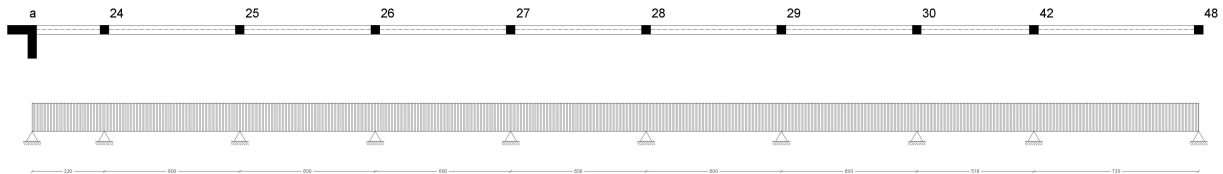
	B	D	t max	
T1 = 26,81 KN	120	310	t c 1 = 0,800	
T2 = 23,61 KN	500	310	t c 0 = 0,169	non verificato

Si toglie una pignatta e si allarga la sezione

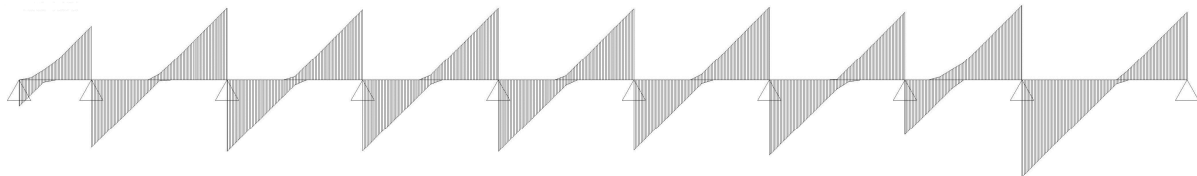
	B	D	t max	
T1 = 26,81 KN	640	310	t c 1 = 0,132	
T2 = 23,61 KN	500	310	t c 0 = 0,169	VERIFICATO

6_5.1 TRAVE

6_5.1.1 DIAGRAMMA TRAVE

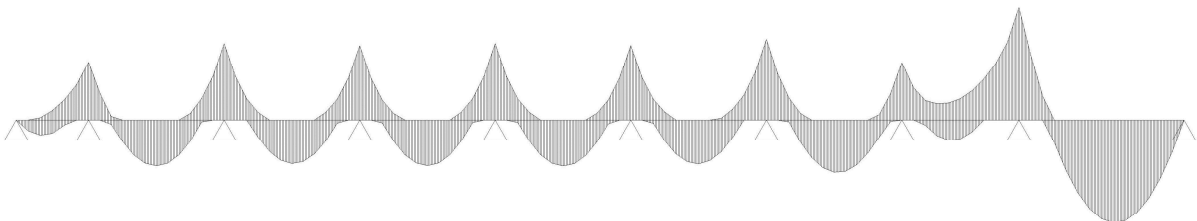


36_Trave.



T maxs	0	-236,4	-315,9	-308,6	-314,8	-312,7	-318,8	-296,9	-327,9	-298,
T maxd	114,7	297,5	314,9	312,5	315,6	309,3	330,9	240,7	425,2	0
Luci	3,2	6	6	6	6	6	6	6	5,18	7,3
gk	60,33	60,33	60,33	60,33	60,33	60,33	60,33	60,33	60,33	60,33
qk	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13

Grafico 3 – Taglio della Trave.



M min	0	-255,1	-337,0	-327,3	-336,6	-328,2	-356,0	-252,1	-495,0	1,65
M max	66,69	203,5	193,3	202,7	204,6	194,6	231,2	89,76	453,8	
R max	114,7	533,9	630,8	621,1	630,4	622,0	649,7	537,6	753,1	298,;
R min	22,54	288,0	346,8	320,1	324,4	315,2	344,1	222,9	429,6	173,1

Grafico 4 – Momento della Trave.

6_5.1.2 DIMENSIONI TRAVE

La trave ha le seguenti dimensioni:

A=400 mm

B=600 mm

ANALISI CARICHI PER TRAVE

G1 = Peso solo Solaio	=	3,70 kN/m ²
Peso Solaio per fascia con B = 60 cm	=	2,22 kN/m
Peso Trave con B = 60 cm 0,40 x 0,60 x 25	=	6,00 kN/m
G2 = Differenza da considerare 3,78 kN/m	=	3,80 kN/m ²
Q =	=	2,00 kN/m ²
q carico sulla trave = 1,3 * (G1+G2) + 1,5 * Q	=	12,75 kN/m ²
PG1 = 3,78 + 3,70 * 6,50 * C (C= 1,16)	=	31,68 kN/m
PG2 = 3,80 + 6,50 * C (1,16)	=	28,65 kN/m
Ptot = PG1 + PG2	=	60,33 kN/m
PQ = 2 * 6,50	=	13,00 kN/m
tc0= 5,3 Kg/cm ²	h= 40-4	= 36 cm
abs (Mmax) = 495,0 kN/m 49500 kg m	=	495000 kg cm
abs (Tmax) = 425,2 kN/m 42520 kg m	=	425200 kg cm
Mr,c = 36 ² * 60 / 0,247 ² =		1.274.566,05 kg cm
As = 495.000 / (0,9 * 36 * 3.900)	=	3,92 cm ²
Acciaio B450C		
d c,adm	=	85 kg/cm ²
d s,adm	=	3.900 kg/cm ²
r (u=0,6)	=	0,247

6_5.1.3 ARMATURA TRAVE

$$A_s = M / (0,9 * \sigma_s * D)$$

ARMATURA AL NEGATIVO					
	Med	As	As	ϕ	As,reale
	KNm	mm ²	cm ²		cm ²
Med,a	0	0	0		
Med,24	255,1	2018,84	20,19	8ϕ18	20,36
Med,25	337	2666,98	26,67	6ϕ24	27,14
Med,26	327,3	2590,22	25,90	6ϕ24	27,14
Med,27	336,6	2663,82	26,64	6ϕ24	27,14
Med,28	328,2	2597,34	25,97	6ϕ24	27,14
Med,29	356	2817,35	28,17	6ϕ24 + 1ϕ14	28,68
Med,30	252,1	1995,09	19,95	8ϕ18	20,36
Med,42	495	3917,38	39,17	8ϕ24 + 1ϕ20	39,33
Med,48	0	0	0	0	0

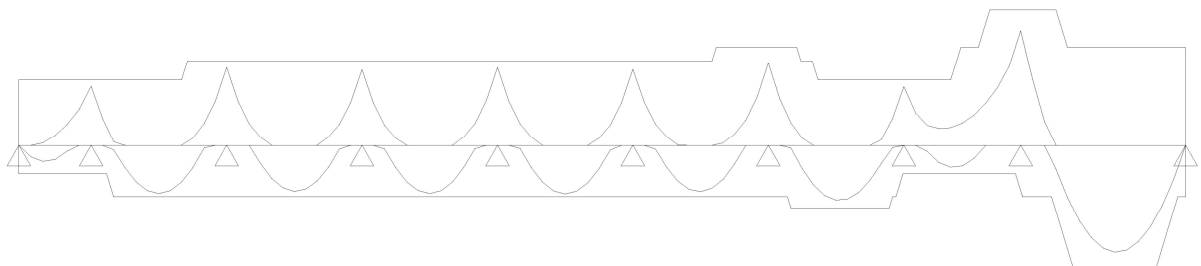
Tabella 17 – Tabella calcoli armatura al negativo della trave di progetto.

ARMATURA AL POSITIVO					
	Med	As	As	ϕ	As, reale
	KNm	mm ²	cm ²		cm ²
Med,a_24	66,69	527,78	5,28	5 ϕ 14	7,70
Med,24_25	203,5	1610,48	16,10	7 ϕ 18	17,81
Med,25_26	193,3	1529,76	15,30	7 ϕ 18	17,81
Med,26_27	202,7	1604,15	16,04	7 ϕ 18	17,81
Med,27_28	204,6	1619,18	16,19	7 ϕ 18	17,81
Med,28_29	194,6	1540,04	15,40	7 ϕ 18	17,81
Med,29_30	231,2	1829,69	18,30	7 ϕ 18 + 1 ϕ 8	18,31
Med,30_42	89,76	710,35	7,10	5 ϕ 14	7,70
Med,42_48	453,8	3591,33	35,91	7 ϕ 25 + 2 ϕ 10	35,93

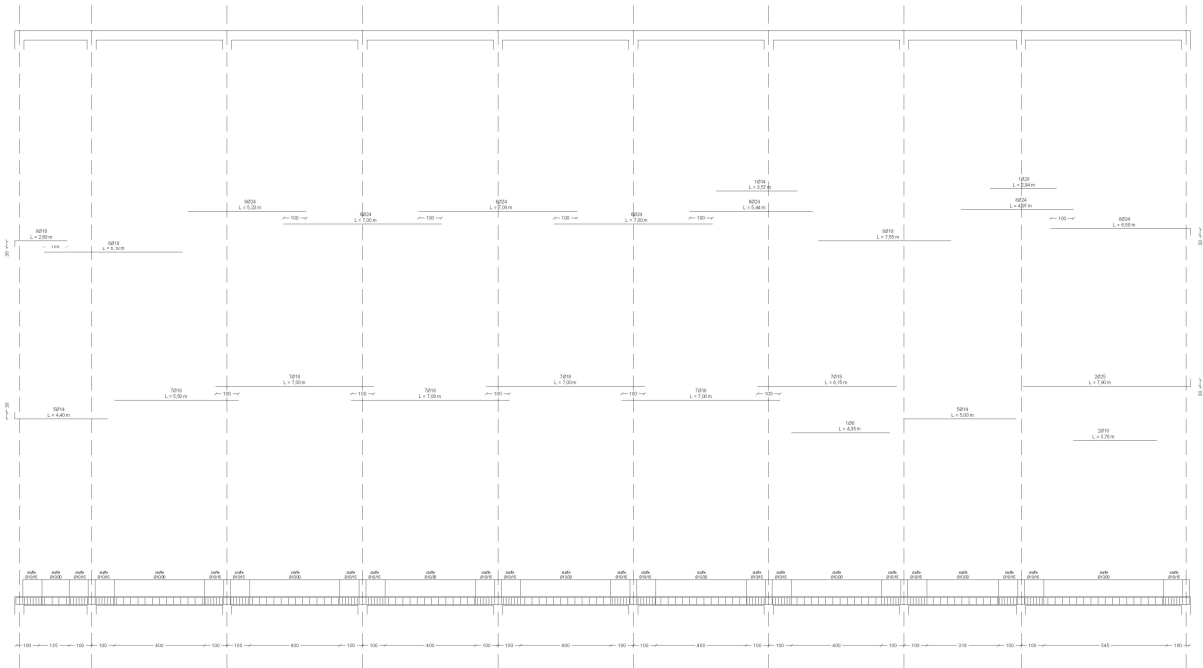
Tabella 18 – Tabella calcoli armatura al positivo della trave di progetto.

Diametro mm	Peso kg/m	Numero barre										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
sezione cm ²												
6	0,222	0,28	0,57	0,85	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,54	2,83	3,39
8	0,395	0,50	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,52	5,03	6,03
10	0,617	0,79	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	7,85	9,42
12	0,888	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,18	11,31	13,57
14	1,208	1,54	3,08	4,62	6,16	7,70	9,24	10,78	12,32	13,85	15,39	18,47
16	1,578	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,10	20,11	24,13
18	1,998	2,54	5,09	7,63	10,18	12,72	15,27	17,81	20,36	22,90	25,45	30,54
20	2,466	3,14	6,28	9,42	12,57	15,71	18,85	21,99	25,13	28,27	31,42	37,70
22	2,984	3,80	7,60	11,40	15,21	19,01	22,81	26,61	30,41	34,21	38,01	45,62
24	3,551	4,52	9,05	13,57	18,10	22,62	27,14	31,67	36,19	40,72	45,24	54,29
25	3,853	4,91	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18	49,09	58,90
26	4,168	5,31	10,62	15,93	21,24	26,55	31,86	37,17	42,47	47,78	53,09	63,71
28	4,834	6,16	12,32	18,47	24,63	30,79	36,95	43,10	49,26	55,42	61,58	73,89
30	5,549	7,07	14,14	21,21	28,27	35,34	42,41	49,48	56,55	63,62	70,69	84,82
32	6,313	8,04	16,08	21,13	32,17	40,21	48,25	56,30	64,34	72,38	80,42	96,51

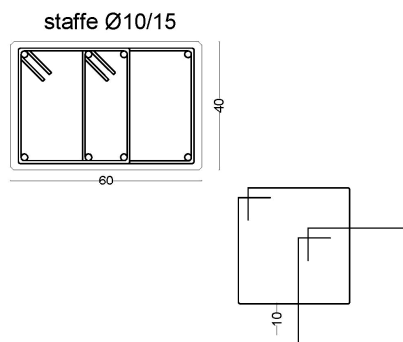
Tabella 19 – Tabella valori dei tondini e armature in acciaio per solaio e trave.



37_Armature e momenti massimi trave.



38_Disposizione armature della trave.



39_Sezione della trave e sue armature con staffe.

6_5.1.4 VERIFICHE

6_5.1.4.1 VERIFICHE DI RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO

Questa verifica sarà effettuata solo per il momento più alto, quindi 495.

$$abs (M_{max}) = 495,0 \text{ kN/m} \quad 49500 \text{ kg m} = 495000 \text{ kg cm}$$

$$A_s = 495.000 / (0,9 * 36 * 3.900) = 3,92 \text{ cm}^2$$

$$Y = \text{ASSE NEUTRO} = n * A_s / B * (-1 + \sqrt{1 + (2 * B * D / M * A_s)}) = 7,48 \text{ cm}$$

J_{ci} = MOMENTO DI INERZIA CONSIDERANDO IL CONTRIBUTO DEL CLS COMPRESSO E DELL'ACCIAIO

$$J_{ci} = (B * Y^3) / 3 + N + A_s * (D - Y)^2 = 56.197,53 \text{ cm}^4$$

$$s_c = M * Y / J = 65,885 \text{ kg/cm}^2 = 6,59 \text{ N/mm}^2$$

$$s_c \text{ LIM} = 14,94 \text{ N/mm}^2$$

s_c < s_c LIM VERIFICATO

6_5.1.4.2 VERIFICA A TAGLIO

Prendo in considerazione il taglio massimo

$$\text{abs}(T_{\text{max}}) = 425 \text{ kN/m}$$

$$t_{\text{MAX}} = T / (B * 0,9 * D) < t_{c1}$$

$$\tau_{c1} = 2,03 \text{ N/mm}^2 \quad \tau_{c0} = 0,69 \text{ N/mm}$$

	B	D	t max
T = 425 KN	600	360	t c 1 = 0,218

VERIFICATO

TRALICCIO DI MORSCH

$T = ds * A_{sw}$ per una molteplicità di tralicci m

$$m = 0,9 * h / s = ds * A_{sw} * (0,9 * h) / s$$

$$z = 0,9 * d = 36 * 0,9 = 32,4$$

$$V(R_{cd}) = f_{cd} / 4 * b * 0,9 * d =$$

$$1,98 / 4 * 60 * 0,9 * 36 = 962,28 \text{ KN}$$

$$P_{ed} = 1,3 * 60,90 + 6 + 1,5 * 14,48 = 106,89$$

$$V_{ed,max} = 438,2 - 106,89 * 0,4 / 2 = 416,82$$

$$V_{Rcd} > V_{ed,max} \quad \text{VERO}$$

$$s = 0,8 * d = 28,8 = 30 \text{ cm passo delle staffe}$$

$$m = 0,9 * d / s = 1,08$$

$$1^{\wedge} \text{ CAMPATA} \quad l = 3,20 \text{ m}$$

$$V_{ed,sx} = 114,7 - P_{ed} * 0,40 / 2 = 93,32 \text{ kN}$$

$$V_{ed,dx} = 236,4 - P_{ed} * 0,40 / 2 = 215,02 \text{ kN}$$

$$2^{\wedge} \text{ CAMPATA} \quad l = 6,00 \text{ m}$$

$$V_{ed,sx} = 297,5 - P_{ed} * 0,40 / 2 = 276,12 \text{ kN}$$

$$V_{ed,dx} = 315,9 - P_{ed} * 0,40 / 2 = 294,52 \text{ kN}$$

$$V_{RSd,min} = f_{yd} * A_{sm} / s * 0,9 * d =$$

$$64,44 * 2501,19 / 30 * 0,9 * 36 = 165,82 \text{ kN}$$

$$3^{\wedge} \text{ CAMPATA} \quad l = 6,00 \text{ m}$$

$$V_{ed,sx} = 314,9 - P_{ed} * 0,40 / 2 = 293,52 \text{ kN}$$

$$V_{ed,dx} = 308,6 - P_{ed} * 0,40 / 2 = 287,22 \text{ kN}$$

$$4^{\wedge} \text{ CAMPATA} \quad l = 6,00 \text{ m}$$

$$V_{ed,sx} = 312,5 - P_{ed} * 0,40 / 2 = 291,12 \text{ kN}$$

$$V_{ed,dx} = 314,8 - P_{ed} * 0,40 / 2 = 293,42 \text{ kN}$$

$$5^{\wedge} \text{ CAMPATA} \quad l = 6,00 \text{ m}$$

$$V_{ed,sx} = 315,6 - P_{ed} * 0,40 / 2 = 294,22 \text{ kN}$$

$$V_{ed,dx} = 312,7 - P_{ed} * 0,40 / 2 = 291,32 \text{ kN}$$

$$6^{\wedge} \text{ CAMPATA} \quad l = 6,00 \text{ m}$$

$$V_{ed,sx} = 309,3 - P_{ed} * 0,40 / 2 = 287,92 \text{ kN}$$

$$V_{ed,dx} = 318,8 - P_{ed} * 0,40 / 2 = 297,42 \text{ kN}$$

$$7^{\wedge} \text{ CAMPATA} \quad l = 6,00 \text{ m}$$

$$V_{ed,sx} = 330,9 - P_{ed} * 0,40 / 2 = 309,52 \text{ kN}$$

$$V_{ed,dx} = 296,9 - P_{ed} * 0,40 / 2 = 275,52 \text{ kN}$$

$$8^{\wedge} \text{ CAMPATA} \quad l = 5,18 \text{ m}$$

$$V_{ed,sx} = 240,7 - P_{ed} * 0,40 / 2 = 219,32 \text{ kN}$$

$$V_{ed,dx} = 327,9 - P_{ed} * 0,40 / 2 = 306,52 \text{ kN}$$

$$9^{\wedge} \text{ CAMPATA} \quad l = 7,30 \text{ m}$$

$$V_{ed,sx} = 425,2 - P_{ed} * 0,40 / 2 = 403,82 \text{ kN}$$

$$V_{ed,dx} = 298,2 - P_{ed} * 0,40 / 2 = 276,82 \text{ kN}$$

uso staffe \varnothing 10/15 a 4 bracci
 uso staffe \varnothing 10/30 nella distanza interna tra gli appoggi,
 tolti i due metri di staffe in prossimità dell'appoggio.

VERIFICA AL MOMENTO RESISTENTE

$$\Delta M1 = R_a \times 0,4 / 8 = 114,7 * 0,4 / 8 = 5,735 \text{ kN/m}$$

$$M1 = 0 - M1 = \quad \quad \quad Mrda = 66,69$$

$$\Delta M2 = R_{24} \times 0,4 / 8 = 533,9 * 0,4 / 8 = 26,695 \text{ kN/m}$$

$$M2 = 255,1 - 26,695 = 228,405 \quad \quad \quad Mrd_{24} = 203,5$$

$$\Delta M3 = R_{25} \times 0,4 / 8 = 630,8 * 0,4 / 8 = 31,54 \text{ kN/m}$$

$$M3 = 337 - 31,54 = 305,46 \quad \quad \quad Mrd_{25} = 193,3$$

$$\Delta M4 = R_{26} \times 0,4 / 8 = 621,1 * 0,4 / 8 = 31,05 \text{ kN/m}$$

$$M4 = 327,3 - 31,05 = 296,25 \quad \quad \quad Mrd_{26} = 202,7$$

$$\Delta M5 = R_{27} \times 0,4 / 8 = 630,4 * 0,4 / 8 = 31,52 \text{ kN/m}$$

$$M5 = 336,6 - 31,52 = 305,08 \quad \quad \quad Mrd_{27} = 204,6$$

$$\Delta M6 = R_{28} \times 0,4 / 8 = 622 * 0,4 / 8 = 31,1 \text{ kN/m}$$

$$M6 = 328,2 - 31,1 = 297,1 \quad \quad \quad Mrd_{28} = 194,6$$

$$\Delta M7 = R_{29} \times 0,4 / 8 = 649,7 * 0,4 / 8 = 32,49 \text{ kN/m}$$

$$M7 = 356 - 32,49 = 323,51 \quad \quad \quad Mrd_{29} = 231,2$$

$$\Delta M8 = R_{30} \times 0,4 / 8 = 537,6 * 0,4 / 8 = 26,88 \text{ kN/m}$$

$$M8 = 252,1 - 26,88 = 225,22 \quad \quad \quad Mrd_{30} = 89,76$$

$$\Delta M9 = R_{42} \times 0,4 / 8 = 753,1 * 0,4 / 8 = 37,65 \text{ kN/m}$$

$$M9 = 495 - 37,65 = 457,34 \quad \quad \quad Mrd_{42} = 453,8$$

$$\Delta M10 = R_{48} \times 0,4 / 8 = 298,2 * 0,4 / 8 = 14,91 \text{ kN/m}$$

$$M9 = 0 - 14,91 = \quad \quad \quad Mrd_{42} =$$

6_6 DIMENSIONAMENTO PILASTRI

DIMENSIONAMENTO PILASTRO 42

Calcolo del Pilastro 42 area interessata (5,20 +7,30)/2*6,93 m = 43,3125 m ²									
PILASTRO P42	q _{G1+G2} (kPa)	q _Q (kN/m ²)	C	A _{liv} (m ²)	P _{muro} (kN)	N _{SLE,LIV} (kN)	N _{SLE} (kN)	N _{Ed,LIV} (kN)	N _{Ed} (kN)
<i>Livello copertura</i>	7,50	2,00	1,30	56,31	0,00	534,91	534,91	717,90	717,90
<i>Livello 3°</i>	7,50	2,00	1,30	56,31	0,00	534,91	1069,82	717,90	1435,81
<i>Livello 2°</i>	7,50	2,00	1,30	56,31	0,00	534,91	1604,73	717,90	2153,71
<i>Livello 1°</i>	7,50	2,00	1,30	56,31	0,00	534,91	2139,64	717,90	2871,62
<i>Livello terra</i>	7,50	2,00	1,30	56,31	0,00	534,91	2674,55	717,90	3589,52

PILASTRO P42	N _{Ed} (kN)	f _{cd} (MPa)	A _{c,nec} (cm ²)	Lato a (cm)	Lato b (cm)	Lato b (cm)	x0,8	A _{c,nec} (cm ²)	Lato a (cm)	Lato b (cm)	Lato b (cm)
<i>Livello copertura</i>	717,90	14,17	507	25	20	25	11,336	633,296302	25	25	25
<i>Livello 3°</i>	1435,81	14,17	1013	30	34	35	11,336	1266,5926	35	36	40
<i>Livello 2°</i>	2153,71	14,17	1520	40	38	40	11,336	1899,8889	40	47	50
<i>Livello 1°</i>	2871,62	14,17	2027	40	51	50	11,336	2533,18521	40	63	65
<i>Livello terra</i>	3589,52	14,17	2533	40	63	80	11,336	3166,48151	40	79	80

Tabella 20 – Calcoli del Pilastro 42 di progetto.

FeB44K					
PROPRIETA' ACCIAIO	Unità		Unità		
fyk	430	Mpa	ftk	540	Mpa
gammas	1,15		Es	2060000	Mpa
fyd	373,91304	Mpa	δ s,adm	255	

C25/30					
PROPRIETA' CLS	Unità		Unità		
Rck	30	Mpa	fcd	14,17	Mpa
fck	25	Mpa	fctd	1,2	Mpa
fctm	2,57	Mpa	fcfd	1,2	Mpa
cftk	1,8	Mpa	δ c,adm, fi	9,75	Mpa
			δ c,adm, compres	6,825	Mpa

Tabella 21 – Proprietà del CLS di progetto e dell'acciaio di progetto scelti.

Dimensionamento delle Armature Armatura Longitudinale As					
	Liv Cop.	Liv 3°	Liv 2°	Liv 1°	Liv Terra
Ac,nec	63,33	126,66	189,99	253,32	316,65
As > 0,1xNed/fyd =	0,19	0,38	0,58	0,77	0,96
Ac,effett	625,00	1400,00	2000,00	2600,00	3200,00
As=1%Ac,eff	6,25	14,00	20,00	26,00	32,00
staffatura s					
N° barre	6	6	8	10	10
barre (mm)	14,00	18,00	20,00	20,00	22,00
As (cm2)	9,23	15,26	25,12	31,40	37,99
As,min (cm2)	0,51	1,01	1,52	2,03	2,53
As > 0,003xAc effett=	1,875	4,2	6	7,8	9,6
As < 0,06xAc effett =	37,5	84	120	156	192
Ø staffe > Ø long,min/4 =	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Ø staffe > 0,6 cm	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6

Verifiche a Compressione e Resistenza						
	Nrd (kN)		Ned (kN)	n°	Ø	l(b) (cm)
Livello copertura	7081,23	>	717,90	6	14	25
Livello 3°	15862,46	>	1435,81	6	18	40
Livello 2°	22660,35411	>	2153,71	8	20	50
Livello 1°	29458,24993	>	2871,62	8	22	65
Livello terra	36256,14575	>	3589,52	10	24	80

Verifica di Stabilità							
	fck Mpa	Ned (kN)	lato a cm	lato b cm	Ac cm ²	Lo cm	v
Livello copertura	25	717,90	25	25	625,00	300	0,81
Livello 3°	25	1435,81	35	35	1400,00	300	0,83
Livello 2°	25	2153,71	40	50	2000,00	300	0,76
Livello 1°	25	2871,62	40	65	2600,00	300	0,78
Livello terra	25	3589,52	40	95	3200,00	300	0,67

Tabella 22 – Dimensionamento delle armature dei pilastri e loro staffatura, verifiche di compressione resistenza e stabilità.

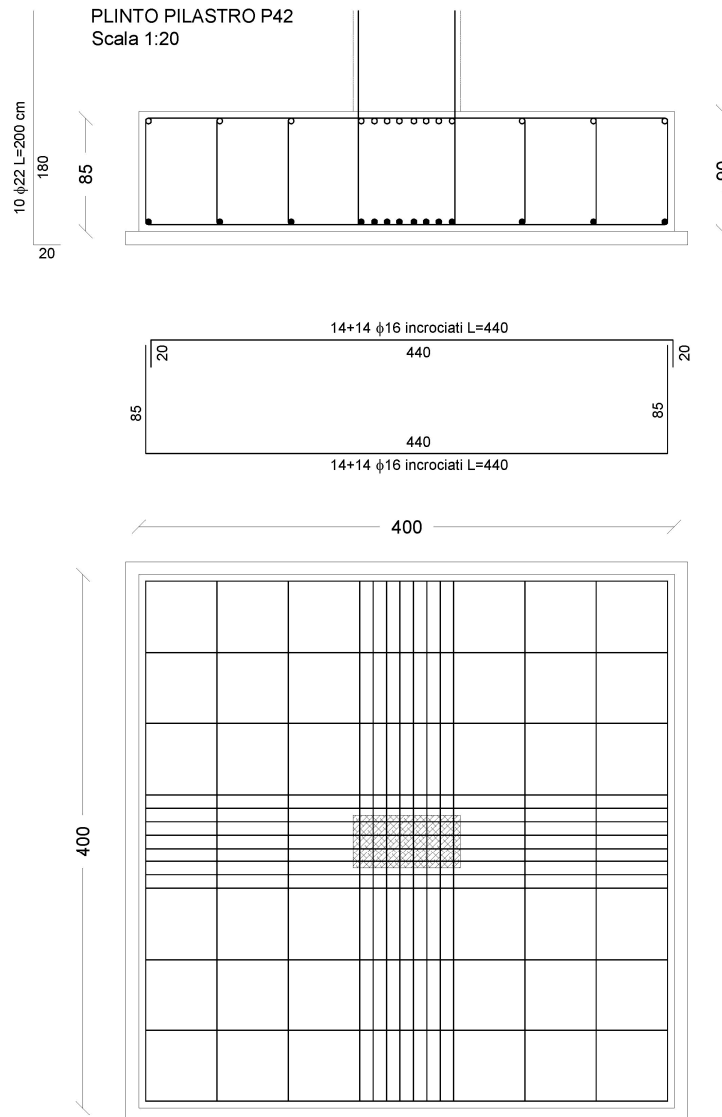
6_7 CALCOLI E DISEGNO ARMATURA NEL PLINTO DEL PILASTRO 42

PLINTO			
CALCESTRUZZO C35/45	fck	37	
δ terr,rd	300	kN/m ²	
Ned	3589,52	kN	
Ped = Ned+10%Ned	3948,47	kN	
AxB = Ped / δ terr,rd	13,16	m ²	
Lato	3,63	m	
plinto quadrato A=B cm	400	m	4
ipotizzo H=85	90	m	0,9
d	85	m	0,85
Ped=1,3*25*A ² *H+Ned	4057,52	kN	
δ terr,ed	253,60	TRUE	

Tabella 23 – Calcoli di progetto del Plinto.

VERIFICA PUNZONAMENTO			
$Frd = 0,5 * u * H * fctd$	13885,2		
Frd/Ned	3,868260937	>1,5	TRUE
VERIFICA A FLESSIONE E TAGLIO			
$Med = \delta$ terr,ed * min(A;B)*[max(a;b)] ²	649,2032	kNm	
$As=Med*10^4/(0,9*d*f_{yd})$	21,70	m ²	
si impiegano	14Ø16	14 * 1,578	22,092
$V_{ed} = \delta$ terr,ed * A * H	912,942	kN	
$k = 1+(200/d)$	1,24		
$V_{min} = 0,035 * \sqrt{k^3} * \sqrt{fck}$	0,292297073	292,297073	kPa
$V_{rd} = V_{min} * A * d$	993,8100481	>Ved	TRUE

Tabella 24 – Verifica al punzonamento del Plinto.



40_ *Disposizione delle armature e staffe nel plinto.*

6_8.0 CONTROVENTI

Per quanto riguarda il vento, si decide di calcolare la percentuale di armatura solo per i controventi che devono resistere ad un movimento da est a ovest, perché il vento da nord a sud non verrà bloccato dai 3 setti laterali.

Mentre per quanto riguarda il vento e il sisma da est a ovest, bisogna armare gli unici due controventi presenti, cioè i controventi creati dalle murature delle scale interne.

Calcolo il controvento 23_33
dimensioni 6,1 x 0,40 * 14,5 m

Combinazione Rara agli Stati Limiti di Esercizio

Calcestruzzo C35/45	$d_c = 0,6 \times f_{ck} =$	21 Mpa
acciaio B450C	$d_s = 0,8 \times f_{yk} =$	360 Mpa

$$P_{\text{muro}} = \text{peso spec} \times V = 2,5 \cdot (6 \cdot 0,4 \cdot 14,5) = 870$$

$$N_g = Q_g \times A_{c_x} \cdot n' \cdot p + P_{\text{muro}} = 7,5 \cdot 6 \cdot 0,4 \cdot 41,25 + 870 = 1.612,5 \text{ kN}$$

$$N_q = Q_q \times A_{c_x} \cdot n' \cdot p = 2 \cdot 6 \cdot 0,4 \cdot 41,25 = 198 \text{ kN}$$

VENTO

$$N = N_g + N_q = 1.810,5 \text{ kN} \quad M = 5.241 \text{ kNm} \quad V = 445 \text{ kN}$$

$$N = 1.612,5 \text{ kN} \quad M = 5.241 \text{ kNm} \quad V = 445 \text{ kN}$$

SISMA

$$N = N_g + 0,3 \cdot N_q = 1.671,9 \text{ kN} \quad M = 46.174 / 2 = 23.087 \text{ kNm} \quad V = 3.865,20$$

$$V_{\text{ed}} = 3.865,2 / 2 = 1.932,6 \text{ kN}$$

6_8.1 VERIFICHE

$$V_{Rcd} = (21250 \text{ kN/m}^2 / 4) \cdot 2,4 \text{ m}^2 \cdot 0,9 \cdot 0,63 = 7.229,25 \text{ kN} > V_{\text{ed}} \quad \text{VERO}$$

$$M_{\text{max, sisma}} = 55110 \text{ kNm} \quad A_s = 112,18 \text{ cm}^2$$

$$V_{RSd} = 39,13 \text{ kN/cm}^2 \cdot 112,18 \text{ cm}^2 \cdot 0,9 \cdot 0,63 = 2489 > V_{\text{ed}} \quad \text{VERO}$$

CAP 7 RELAZIONE DI IMPIANTI

PRIMA PARTE

7.1 DATI CLIMATICI

- Località : Milano - zona climatica E GG: 2.404
- Ti (temperatura interna di progetto) invernale: 20°C
- Ti (temperatura interna di progetto) estiva: 26°C
- Te (temperatura esterna di progetto) invernale: -5°C
- T esterna media annuale: 13,7°C
- T esterna (escursione): 11,7°C

località: Milano		GG= 2404		Decreto 5796 Regione Lombardia						
zona E		Irradiazione giornaliera media mensile								
mese	gg	T ext media <Te> °C	superfici verticali				orizzontale kWh/m2			
			N kWh/m2	S kWh/m2	E kWh/m2	O kWh/m2				
gennaio	31	1,7	0,4	1,7	0,8	0,8	1,1			
febbraio	28	4,2	0,7	2,4	1,4	1,4	1,9			
marzo	31	9,2	1,0	3,1	2,4	2,4	3,2			
aprile	30	14,0	1,5	3,0	3,2	3,2	4,6			
maggio	31	17,9	2,2	2,8	3,7	3,7	5,6			
giugno	30	22,5	2,6	2,7	4,0	4,0	6,2			
luglio	31	25,1	2,6	3,0	4,4	4,4	6,7			
agosto	31	24,1	1,8	3,1	3,7	3,7	5,4			
settembre	30	20,4	1,2	3,3	2,8	2,8	3,9			
ottobre	31	14,0	0,8	2,9	1,8	1,8	2,3			
novembre	30	7,9	0,5	1,9	0,9	0,9	1,2			
dicembre	31	3,1	0,4	1,5	0,7	0,7	0,9			

Tabella 25 – Irradiazione giornaliera media mensile per l'area di progetto.

7.2 DESCRIZIONE DEI CONTENUTI DEL PROGETTO DEGLI IMPIANTI

Il progetto prevede la scelta dell'impianto di riscaldamento, di raffrescamento, il trattamento di aria primaria e produzione di acqua calda sanitaria.

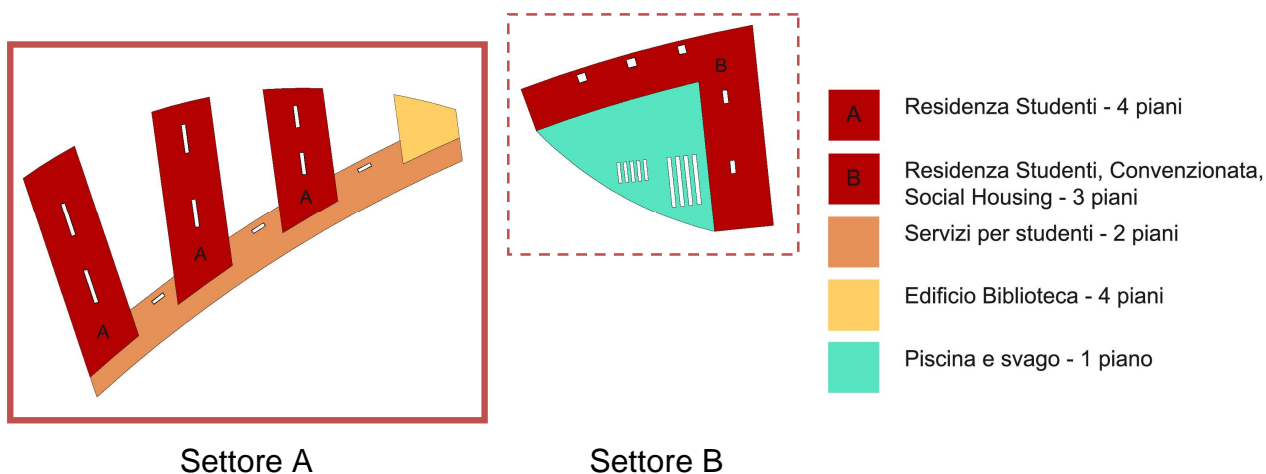
Ecco l'iter di definizione dell'impianto:

1. Determinazione dei fabbisogni termici di ciascun ambiente da riscaldare. Ovvero significa calcolare, per ogni ambiente, quanta potenza è necessario fornire, tramite il corpo scaldante, per mantenere nell'ambiente stesso la condizione di comfort termo-igrometrico;
2. Scelta del tipo di impianto e stesura, di uno schema funzionale in cui compaiono le soluzioni del sistema di emissione per ciascun ambiente, la rete di distribuzione, il posizionamento del generatore di calore e di tutte le apparecchiature necessarie al corretto funzionamento dello stesso.

Per la determinazione del fabbisogno energetico dell'involucro si è assunta una temperatura esterna di progetto pari a -5°C e una temperatura interna pari a 20°C , considerando così la situazione in cui si ha un fabbisogno energetico di picco, alle condizioni più sfavorevoli.

Determinate le superfici delle pareti disperdenti, e i valori delle relative trasmittanze date dalle stratificazioni che compongono le stesse, è stato possibile determinare un carico termico di dispersione per trasmissione, al quale si è sommata la dispersione relativa alla ventilazione degli ambienti.

7.3 ANALISI ARCHITETTONICA DELL'EDIFICIO



41_ Identificazione dell'edificio studiato per il sistema di impianto.

Si analizza il Settore A, il quale è costituito da un totale di 4 piani fuori terra per i corpi edificio che accolgono la funzione residenziale per studenti, mentre il corpo più basso è costituito da 2 piani fuori terra, nel quale si integrano alla residenza per studenti tutti quei servizi comuni al piano; il piano terra è interamente dedicato ai servizi, comuni, quali aule studio, zone di ristoro, aree relax, negozi.

È previsto un piano interrato dedicato a cantine, depositi e zone di servizio.

Si è previsto di collocare in una porzione di questo piano i locali tecnici per gli impianti termico, idrico ed elettrico, data la disponibilità di spazio e le condizioni di temperatura che è possibile garantire per fornire un'adeguata coerenza alle norme in materia.

L'edificio è concepito in modo da fornire allo studente tutti i servizi necessari alla vita universitaria in quanto il progetto vuole offrire la possibilità di trascorrere le ore della giornata che non trascorre in facoltà, per svolgere ogni tipo di funzione (dormire, pranzare, studiare e svagarsi). Si è quindi cercato di dotare il progetto di un adeguato livello di comfort per garantire il benessere.

L'impianto progettuale è composto da corpi autonomi ma integrati: la zona "notte" privata (alloggio-dormitorio) e la zona "giorno" collettiva (corpo basso attrezzato con spazi studio, cucina, lavanderia, aree relax, biblioteca, emeroteca, aule computer, internet point) che sono identificabili anche dal diverso affaccio: l'alloggio affaccia su strada e verso la porzione di area verde urbana progettata a piano terra, ed il corpo edificio più basso è affacciato sul parco e nelle piazze urbane, per favorire l'aggregazione.

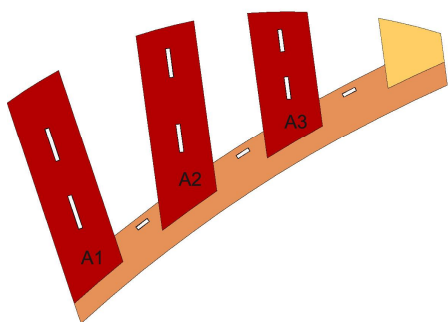
Le stanze sono state progettate volutamente distanti dalla circonvallazione, e collocate volutamente in corpi edificio all'interno dell'area di progetto, i corpi edificio residenziali sono

stati progettati innestati trasversalmente al corpo più basso dei servizi, per dotare la residenza di una illuminazione solare appropriata tenendo conto del naturale andamento del sole e quindi della naturale illuminazione solare secondo l'asse est ovest.

Questo garantisce una perfetta illuminazione e al tempo stesso la sua collocazione centrale all'area di progetto, distante dalla circonvallazione, consente agilmente di sopperire all'inquinamento acustico dovuto al forte traffico.

L'edificio più basso dei servizi universitari presenta un fronte vetrato sul parco, schermato da veneziane, che saranno regolate ad hoc per ogni stagione (invernale 0°, estivo 45°).

7.4 DATI GEOMETRICI



42_ Identificazione edificio e suoi dati geometrici.

Con riferimento al Settore A, tratteremo il corpo edificio A1, in quanto applicabile come esempio per gli altri due corpi A2 e A3.

L'edificio A1 si sviluppa in lunghezza per 70 m e in profondità per 20 m per un'altezza complessiva di 15 m e un volume lordo (da riscaldare) di circa 16.569 mc.

La distribuzione è a corridoio, con 2 blocchi scala e ascensori che servono un totale di 57 alloggi, composti da moduli abitativi singoli (da 22 mq) o doppi (da 44 mq).

Gli alloggi base sono composti dalle camere da letto e dai servizi igienici (privi di affaccio per i quali si prevede la dotazione di un dispositivo di estrazione dell'aria per l'aspirazione meccanica), mentre al piano sono contenuti i servizi comuni come la cucina e la lavanderia.

Ai fini del calcolo si è considerato il fabbricato come un unico volume poiché è tutto riscaldato ad eccezione dei blocchi scala per cui mantenuto alla stessa temperatura, pur avendo individuato dotazioni impiantistiche differenti analizzate più avanti.

pianta	mis. Esterne		mis. Interne	
lati Nord e Sud	41,60	m	40,00	m
lati Est e Ovest	134,20	m	132,60	m
altezza	3,50	m	3,00	m

Tabella 26 – Dati geometrici dell'edificio di progetto considerato.

A _L (lorda in pianta)	4734	m ²
A (utile/calpestabile)	3978	m ²
A tot interna	3209	m ²
S (disperdente)	3805	m ²
V _L (lordo riscaldato)	16569	m ³
V (netto riscaldato)	12332	m ³

Tabella 27 – Dati geometrici dell'edificio di progetto considerato.

Foro porta-finestra (alloggio) = 2,50 x 2,1 m = 5.25 m²

Foro porta-finestra (vetrata corridoio) = 6,13 x 3,1 m = 19,00 m²

FINESTRE	AREA	LARGHEZZA	ALTEZZA	QUANTITA'	LATO
foro finestra 1	18,39	m ² 6,13	3,00	3	Nord
foro finestra 2	16,80	5,60	3,00	4	Ovest
foro finestra 3	15,00	5,00	3,00	1	Ovest
foro finestra 4	5,67	2,70	2,10	1	Ovest
foro finestra 5	5,25	2,50	2,10	1	Ovest
foro finestra 6	7,56	3,60	2,10	2	Ovest
foro finestra 7	4,41	2,10	2,10	1	Ovest
foro finestra 8	6,51	3,10	2,10	1	Ovest
foro finestra 9	7,35	3,50	2,10	1	Ovest
foro finestra 10	3,15	1,50	2,10	1	Ovest
foro finestra 11	16,80	5,60	3,00	8	Ovest
foro finestra 12	16,80	5,60	3,00	1	Est
foro finestra 13	5,67	2,70	2,10	1	Est
foro finestra 14	5,25	2,50	2,10	1	Est
foro finestra 15	7,56	3,60	2,10	4	Est
foro finestra 16	4,41	2,10	2,10	1	Est
foro finestra 17	6,51	3,10	2,10	1	Est
foro finestra 18	7,35	3,50	2,10	1	Est
foro finestra 19	3,15	1,50	2,10	1	Est
foro finestra 21	3,99	1,90	2,10	1	Est
foro finestra 22	16,80	5,60	3,00	7	Est
foro finestra 23	60,00	20,00	3,00	1	Sud
Totale Superf. Finestre	580,00				

Tabella 28 – Calcoli delle superfici vetrate disperdenti e loro dimensionamento.

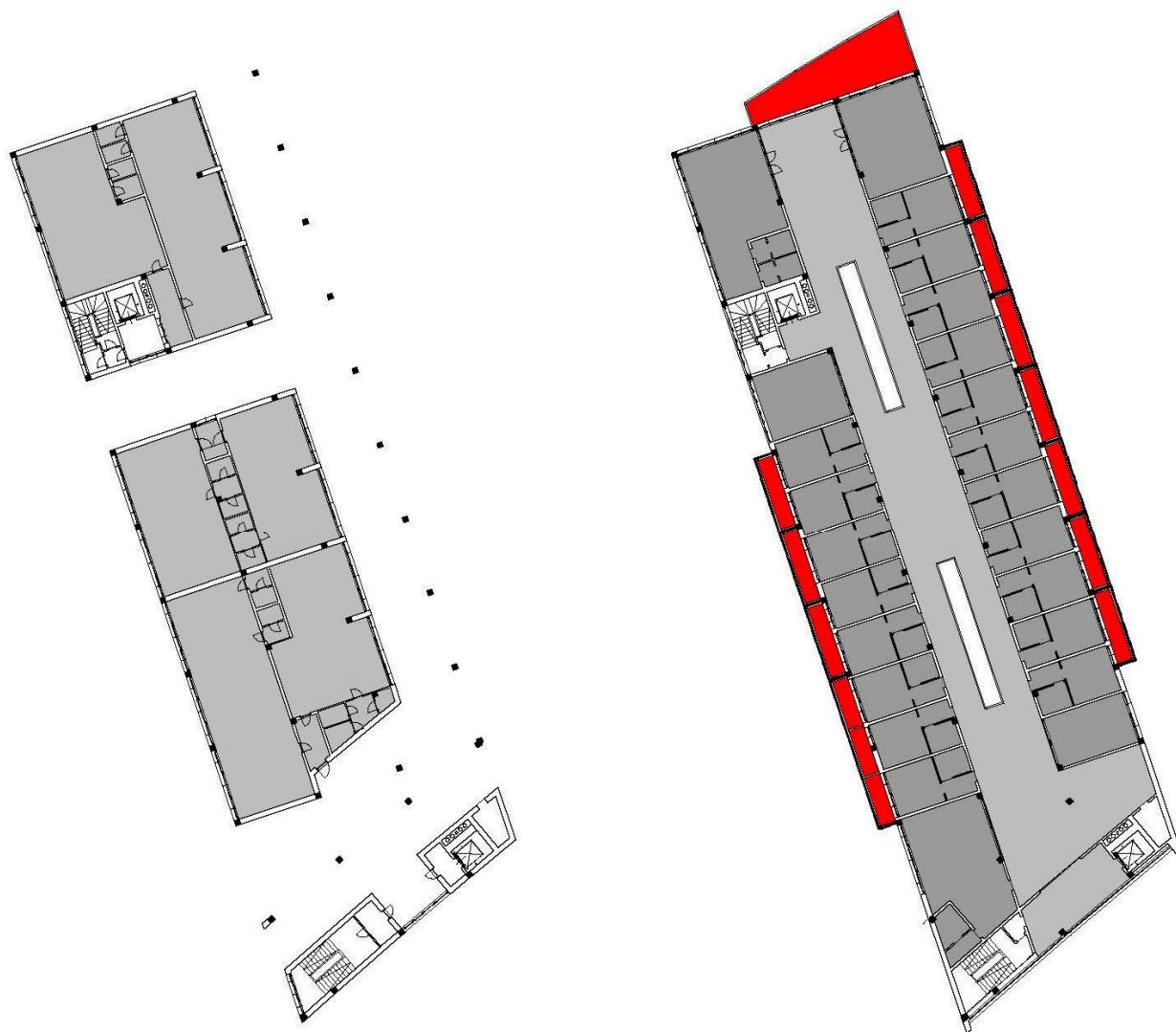
esposizione solare	N m ²	S m ²	E m ²	O m ²	orizzontale m ²	nessuna m ²
superficie totale	300,0	172,8	1093,6	895,6	1183,5	0,0
superficie trasparente	165,5	120,0	201,0	264,1	0,0	0,0
superficie opaca	134,5	52,8	892,6	631,5	1183,5	0,0

Tabella 29 – Calcolo dell'esposizione solare.

coeff. scambio termico superficiale			α_s
esterno	$h_e =$	25 W/(m ² K)	
interno	$h_i =$	8 W/(m ² K)	0,6

Tabella 30 – Coefficiente di scambio termico superficiale.

7.5 IDENTIFICAZIONE DELLE ZONE TERMICHE



43_Piano Terra, Piano Primo e individuazione delle loro zone termiche

- Balconi dotati di schermature ruotabili (Brise soleil)
- Residenze con impianto di riscaldamento e raffrescamento a pannelli radianti a pavimento
- Spazi comuni serviti da un impianto a tutt'aria con UTA, lavanderia, mensa, cucina, aule studio

Le piante rappresentano il piano terra e un piano tipo con l'individuazione delle zone termiche. Con il grigio chiaro è rappresentato il volume riscaldato (per cui si mantiene una temperatura di 26°C in estate e 20°C in inverno da progetto). L'orientamento è quello reale da progetto.

In bianco sono rappresentati i blocchi scala freddi, non riscaldati.

Visibile un portico, non rappresentato nell'economia dell'analisi delle zone riscaldate.

In rosso sono rappresentati gli spazi soleggiati corrispondenti ai balconi delle residenze studentesche, pensati come vera e propria area filtrante, grazie anche all'uso di schermature come i Brise soleil, fatta esclusione per l'unico balcone sul lato nord del corpo edificio.

7.6 CARATTERISTICHE DELL'INVOLUCRO E SUOI COMPONENTI

7.6.1 SCELTA DEI MATERIALI PER I COMPONENTI OPACHI E LORO PRESTAZIONI

componenti opachi	s m	λ W/(m*K)	R m ² K/W	U W/(m ² K)	correzione --->	U _c W/(m ² K)
parete perimetrale				0,14		0,16
Intonaco esterno premiscelato con sughero	0,010	0,045	0,222			
Laterizio forato iniettato con polistirene	0,210	0,084	2,500			
Polistirene espanso con grafite	0,100	0,031	3,226			
Laterizio classico Wienerberger	0,070	0,084	0,833			
Intonaco interno (termoisolante con perlite)	0,010	0,077	0,130			
	0,400		6,911			
Fpt (fattore correzione ponti termici)					10%	

Tabella 31 – Calcoli stratigrafia della parete perimetrale.

componenti opachi	s m	λ W/(m*K)	R m ² K/W	U W/(m ² K)	correzione --->	U _c W/(m ² K)
parete vani scala				0,26		0,27
Intonaco esterno calce e gesso	0,010	0,700	0,014			
struttura in cls armato	0,280	1,600	0,175			
poliuretano espanso	0,100	0,030	3,333			
Intonaco interno calce e gesso	0,010	0,070	0,143			
	0,400		3,665			
Fpt (fattore correzione ponti termici)					5%	

Tabella 32 – Calcoli stratigrafia della parete vani scala.

	m	W/(m*K)	m ² K/W	W/(m ² K)	--->	W/(m ² K)
parete tamponamento interna				0,29		0,31
intonaco esterno calce e gesso	0,010	0,700	0,014			
cartongesso	0,020	0,200	0,100			
lana di vetro	0,020	0,041	0,488			
intercapedine d'aria	0,100	0,046	2,174			
lana di vetro	0,020	0,041	0,488			
cartongesso	0,020	0,200	0,100			
intonaco interno calce e gesso	0,010	0,700	0,014			
	0,200		3,264			
Fpt (fattore correzione ponti termici)					5%	

Tabella 33 – Calcoli stratigrafia della parete tamponamento interna.

	m	W/(m²K)	m²K/W	W/(m²K)	---	W/(m²K)
solaio di copertura				0,22		0,23
pavimentazione	0,020	0,030	0,667			
letto malta di posa CLS	0,060	0,084	0,714			
manto impermeabilizzante in PVC						
barriera al vapore						
massetto isolante cls cellulare espanso	0,070	0,049	1,429			
solaio in latero cemento con travetti a traliccio	0,330	0,300	1,100			
intonacatura a soffitto	0,020	0,040	0,500			
	0,500		4,410			
Fpt (fattore correzione ponti termici)					5%	

Tabella 34 – Calcoli stratigrafia del Solaio di copertura.

	m	W/(m²K)	m²K/W	W/(m²K)	---	W/(m²K)
solaio piano tipo				0,14		0,15
pavimentazione piastrelle	0,020	0,030	0,667			
letto di posa massetto in CLS	0,040	0,024	1,667			
isolante termico acustico	0,030	0,020	1,500			
massetto alleggerito per impianti	0,070	0,300	0,233			
solaio in latero cemento con travetti a traliccio	0,330	0,135	2,444			
intonacatura a soffitto	0,010	0,030	0,333			
	0,500		6,844			
Fpt (fattore correzione ponti termici)					5%	

Tabella 35 – Calcoli stratigrafia del Solaio piano tipo.

I valori limite delle trasmittanze termiche per la zona climatica E al 1° gennaio 2010 sono i seguenti (DLgs 192/05 DPR 59/09):

- per strutture opache verticali $U_{lim} = 0,34 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$;
- per coperture $U_{lim} = 0,30 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$;
- per pavimenti non riscaldati o verso l'esterno $U_{lim} = 0,33 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Per i componenti opachi si è prestata particolare attenzione alle esigenze di isolamento termico e acustico per consentire dei valori adeguati di trasmittanza.

7.6.2 SCELTA DEI MATERIALI PER I COMPONENTI TRASPARENTI E LORO PRESTAZIONI

	Area m ²	U _w W/(m ² K)		
finestra e porta finestra	1,00	0,73		
		U _g W/(m ² K)	F _{gl}	g _⊥
vetro scelto	0,80	0,60	0,85	0,60
doppio vetro semplice		2,90	0,90	0,75
doppio vetro basso emissivo		1,50	0,85	0,57
doppio vetro basso emissivo con Ar		1,10	0,85	0,55
doppio vetro selettivo e basso emissivo con Ar		1,10	0,80	0,31
SunGuard Solar silver gray32 - Climguard (doppio vetro)		1,00	0,80	0,20
Thermo Bel Tri (triplo vetro)		0,60	0,85	0,60
		U _f W/(m ² K)	1-F _f	
telaio scelto	0,20	0,92	0,80	
telaio in metallo		5,90		
telaio in alluminio con taglio termico		3,10		
telaio in PVC		1,70		
Finstral Top 90 Nova-Line (pvc-alluminio)		0,92		
	perimetro m	ψ W/(mK)		
ponte termico (vetro-telaio)	3,20	0,02		

Tabella 36 – Calcoli sulla superficie trasparente disperdente.

	Area m ²	U _w W/(m ² K)		
finestra e porta finestra	16,80	0,86		
		U _g W/(m ² K)	F _{gl}	g _⊥
vetro scelto	13,44	0,60	0,85	0,60
doppio vetro semplice		2,90	0,90	0,75
doppio vetro basso emissivo		1,50	0,85	0,57
doppio vetro basso emissivo con Ar		1,10	0,85	0,55
doppio vetro selettivo e basso emissivo con Ar		1,10	0,80	0,31
SunGuard Solar silver gray32 - Climguard (doppio vetro)		1,00	0,80	0,20
Thermo Bel Tri (triplo vetro)		0,60	0,85	0,60
		U _f W/(m ² K)	1-F _f	
telaio scelto	3,36	0,92	0,80	
telaio in metallo		5,90		
telaio in alluminio con taglio termico		3,10		
telaio in PVC		1,70		
Finstral Top 90 Nova-Line (pvc-alluminio)		0,92		
	perimetro m	ψ W/(mK)		
ponte termico (vetro-telaio)	53,76	0,06		

Tabella 37 – Calcoli sulla superficie trasparente disperdente.

	Area m ²	U _w W/(m ² K)		
finestra e porta finestra	3,15	2,90		
		U _g W/(m ² K)	F _{gl}	g _⊥
vetro scelto	2,52	0,60	0,85	0,60
doppio vetro semplice		2,90	0,90	0,75
doppio vetro basso emissivo		1,50	0,85	0,57
doppio vetro basso emissivo con Ar		1,10	0,85	0,55
doppio vetro selettivo e basso emissivo con Ar		1,10	0,80	0,31
SunGuard Solar silver gray32 - Climguard (doppio vetro)		1,00	0,80	0,20
Thermo Bel Tri (triplo vetro)		0,60	0,85	0,60
		U _f W/(m ² K)	1-F _f	
telaio scelto	0,63	0,92	0,80	
telaio in metallo		5,90		
telaio in alluminio con taglio termico		3,10		
telaio in PVC		1,70		
Finstral Top 90 Nova-Line (pvc-alluminio)		0,92		
	perimetro m	ψ W/(mK)		
ponte termico (vetro-telaio)	10,08	0,70		

Tabella 38 – Calcoli sulla superficie trasparente disperdente.

I valori limite delle trasmittanze termiche per la zona climatica E al 1° gennaio 2010 sono i seguenti (DLgs 192/05 DPR 59/09):

- per chiusure trasparenti $U_w = 2,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$;
- per vetri $U_g = 1,70 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Il calcolo delle trasmittanze del vetro sono state ricavate attraverso la norma UNI EN ISO 10077-1 che fornisce metodi di calcolo semplificati di stima delle prestazioni termiche dei telai e valori tabulati della trasmittanza termica delle principali tipologie di vetrazioni.

Per la tipologia del vetro, si è scelto di utilizzare **un triplo vetro selettivo con Krypton ad alte prestazioni**, in modo da garantire isolamento termico e controllo della radiazione solare per evitare eccessive dispersioni che avrebbero influito in modo negativo sulle prestazioni.

7.7 CALCOLI DELLE PRESTAZIONI EDIFICIO

7.7.1 CALCOLO APPORTI SOLARI

Per calcolare una stima degli apporti solari, per stabilire il carico termico invernale ed estivo, è stato calcolato il contributo dato dagli aggetti, che forniscono ombreggiamento per la stagione estiva. Oltre a questo anche il contributo degli elementi balconati e le schermature a Brise soleil.

Apporti Solari Esterni							Q_{SE}	
	gg	Nord kWh	Sud kWh	Est kWh	Ovest kWh	Orizzontale kWh	kWh	
Gennaio	31	4	6	75	53	110	248	
Febbraio	28	6	8	119	84	171	387	
Marzo	31	9	11	225	159	319	724	
Aprile	30	14	11	291	206	443	964	
Maggio	31	21	11	347	246	557	1183	
Giugno	30	25	10	363	257	597	1252	
Luglio	31	26	12	413	292	667	1409	
Agosto	31	17	11	347	246	538	1159	
Settembre	30	11	12	254	180	376	832	
Ottobre	31	7	10	169	120	229	535	
Novembre	30	4	7	82	58	116	266	
Dicembre	31	4	5	66	46	90	211	

Tabella 39 – Apporti Solari Eterni.

Apporti Solari Interni (stagione di riscaldamento)							Q_s	
	gg	Nord kWh	Sud kWh	Est kWh	Ovest kWh	Orizzontale kWh	kWh	
Gennaio	31	544	1987	2033	2672	0	7236	
Febbraio	28	860	2237	3214	4223	0	10535	
Marzo	31	1361	2729	6100	8016	0	18206	
Aprile	30	2006	2159	7872	10343	0	22379	
Maggio	31	0	0	0	0	0	0	
Giugno	30	0	0	0	0	0	0	
Luglio	31	0	0	0	0	0	0	
Agosto	31	0	0	0	0	0	0	
Settembre	30	0	0	0	0	0	0	
Ottobre	31	1089	2861	4575	6012	0	14537	
Novembre	30	658	2065	2214	2909	0	7846	
Dicembre	31	544	1799	1779	2338	0	6460	

Tabella 40 – Apporti solari interni, stagione di riscaldamento.

Apporti Solari Interni (stagione di raffrescamento)							Q_s	
	gg	Nord kWh	Sud kWh	Est kWh	Ovest kWh	Orizzontale kWh	kWh	
Gennaio	31	544	1229	1716	2359	0	5847	
Febbraio	28	860	1436	2750	4223	0	9270	
Marzo	31	1361	1838	4753	8016	0	15967	
Aprile	30	2006	1624	6001	10343	0	19974	
Maggio	31	3178	1819	7170	12357	0	24524	
Giugno	30	3634	1798	7369	12928	0	25730	
Luglio	31	3810	1862	8132	14695	0	28499	

Agosto	31	2487	1742	6803	12357	0	23390
Settembre	30	1580	1688	5033	9050	0	17351
Ottobre	31	1089	1702	3473	6012	0	12275
Novembre	30	658	1248	1801	2909	0	6616
Dicembre	31	544	1070	1512	2338	0	5464

Tabella 41 – Apporti solari interni, stagione di raffrescamento.

ombre da aggetti e ostruzioni esterne su superfici		TRASPARENTI				
Fs (x, α, β)	Nord	Sud	Est	Ovest		
	Gennaio	0,65	0,77	1,00	1,00	
Febbraio	0,65	0,68	1,00	1,00		1,00
Marzo	0,65	0,58	1,00	1,00		1,00
Aprile	0,66	0,49	1,00	1,00		1,00
Maggio	0,69	0,50	1,00	1,00		1,00
Giugno	0,69	0,51	1,00	1,00		1,00
Luglio	0,70	0,49	1,00	1,00		1,00
Agosto	0,66	0,48	1,00	1,00		1,00
Settembre	0,65	0,52	1,00	1,00		1,00
Ottobre	0,65	0,65	1,00	1,00		1,00
Novembre	0,65	0,74	1,00	1,00		1,00
Dicembre	0,65	0,79	1,00	1,00		1,00

Tabella 42 – Ombre da aggetti e ostruzioni esterne su superfici trasparenti.

ombre da aggetti e ostruzioni esterne su superfici		OPACHE				
Fs (x, α, β)	Nord	Sud	Est	Ovest		
	Gennaio	0,65	0,65	1,00	1,00	
Febbraio	0,65	0,65	1,00	1,00		1
Marzo	0,65	0,65	1,00	1,00		1
Aprile	0,66	0,66	1,00	1,00		1
Maggio	0,69	0,69	1,00	1,00		1
Giugno	0,69	0,69	1,00	1,00		1
Luglio	0,70	0,70	1,00	1,00		1
Agosto	0,66	0,66	1,00	1,00		1
Settembre	0,65	0,65	1,00	1,00		1
Ottobre	0,65	0,65	1,00	1,00		1
Novembre	0,65	0,65	1,00	1,00		1
Dicembre	0,65	0,65	1,00	1,00		1

Tabella 43 – Ombre da aggetti e ostruzioni esterne su superfici opache.

	esposizione				Orizzon.	m ²
	N	S	E	O		
A trasp	165,51	120,00	200,97	264,06	0,00	
1-Ff	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	
g _⊥	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	
Fgl	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	

Tabella 44 – Calcoli sull'esposizione per superfici trasparenti.

	esposizione					m ²
	N	S	E	O	Orizzon.	
A opaca	134,49	52,80	892,63	631,54	1183,50	
F _{er}	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	
α _s	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	
Ni	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	

Tabella 45 – Calcoli sull'esposizione per superfici opache.

7.7.2 CALCOLO FABBISOGNO TERMICO E INVERNALE

C _m	155,0	kJ/(m ² *K)
Atot	3225	m ²
τ _c	45,5	h
τ _{0C}	15	h
a _{0C}	1	

Tabella 46 – Valori per il calcolo del fabbisogno energetico.

mese	gg	Q _L ,Q _{se} kWh	Q _G kWh	γ _H	a _c	η _{gain_H}	Q _H kWh
gennaio	31	41302,2	7571,2	0,18	4,0	1,00	33738
febbraio	28	32014,8	10837,5	0,34	4,0	0,99	21268
marzo	31	23797,6	18540,5	0,78	4,0	0,89	7349
aprile	30	12219,8	22703,0	1,86	4,0	0,52	485
maggio	31						
giugno	30						
luglio	31						
agosto	31						
settembre	30						
ottobre	31	13087,6	14871,4	1,14	4,0	0,75	1977
novembre	30	26320,3	8170,3	0,31	4,0	0,99	18200
dicembre	31	38160,2	6794,8	0,18	4,0	1,00	31371
stagione di riscaldamento							114388

Tabella 47 – Calcolo del valore fabbisogno termico invernale per stagione riscaldamento.

mese	gg	Q _L ,Q _{se} kWh	Q _G kWh	γ _c	a _c	η _{loss_C}	Q _C kWh
gennaio	31	54925,0	6181,9	8,88	4,0	0,11	1
febbraio	28	44319,3	9571,9	4,63	4,0	0,22	16
marzo	31	37420,5	16302,2	2,30	4,0	0,43	327
aprile	30	25403,2	20297,6	1,25	4,0	0,70	2439
maggio	31	17208,3	24858,5	0,69	4,0	0,92	9075
giugno	30	6438,1	26054,1	0,25	4,0	1,00	19633
luglio	31	634,0	28834,2	0,02	4,0	1,00	28200
agosto	31	3155,3	23724,9	0,13	4,0	1,00	20570
settembre	30	11472,4	17674,9	0,65	4,0	0,93	6997
ottobre	31	26710,5	12609,5	2,12	4,0	0,46	330
novembre	30	39503,7	6940,4	5,69	4,0	0,18	5
dicembre	31	51783,0	5798,6	8,93	4,0	0,11	1
stagione di raffrescamento							87594,5

Tabella 48 – Calcolo del valore fabbisogno termico invernale per stagione raffrescamento.

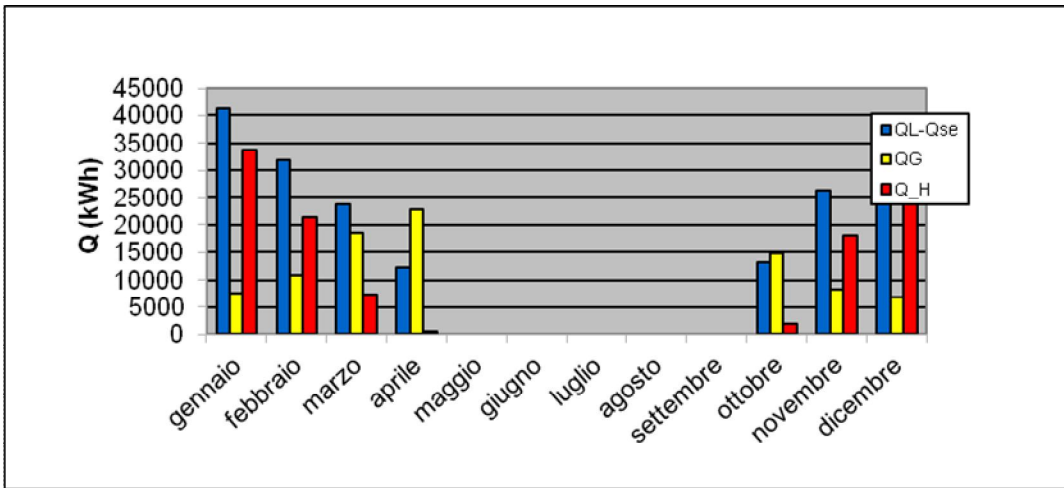


Grafico 5 – Stagione di riscaldamento.

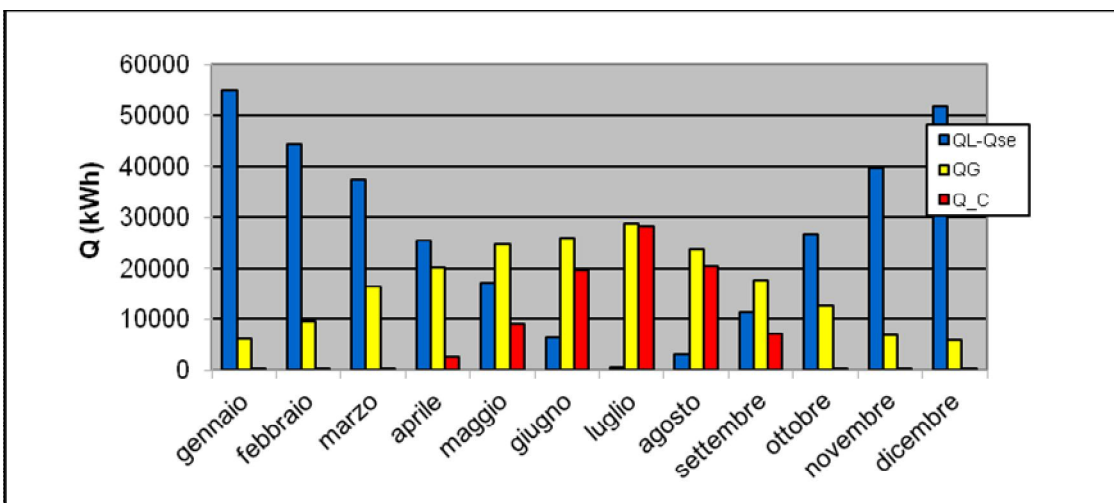


Grafico 6 – Stagione di raffrescamento.

7.7.3 CALCOLO DELLE POTENZE DISPERSE

POTENZA DISPERSA
per TRASMISSIONE **27412,4** W
attraverso l'involucro

POTENZA DISPERSA
per VENTILAZIONE **51382,5** W

POTENZA DI RIPRESA
per INTERMITTENZA **43758,0** W

Tabella 49 – Potenza dispersa per trasmissione, per ventilazione e potenza di ripresa.

Q' termica disponibile	122,6	kW
-------------------------------	--------------	-----------

Carico termico invernale

T_ext progetto =	-5	°C
T_int progetto =	20	°C
T_ext media annuale =	13,7	°C
escursione T_ext annuale =	11,7	°C
Gradi Giorno =	2404	GG

Tabella 50 – Carico termico invernale.

	N	S	E	O	orizzontale	Nessuna	
Fatt. Corr. Esposizione	1,2	1	1,15	1,1	1	1,2	
Coeff. Dispers.pareti	141,4	95,6	285,1	290,4	184,0	0,0	W/K
Coeff. Dispers.P.T.	-	-	-	-	-	-	W/K
Diff. Temperatura	25	25	25	25	25	25	K
Potenza termica	4241,9	2389,2	8195,6	7986,2	4599,4	0,0	W

Tabella 51 – Carico termico invernale.

7.7.4 CALCOLO DELLE POTENZE RICHIESTE

Fabbisogno per il riscaldamento		Fabbisogno per il raffrescamento	
Q _{EPH,annuo} =	142985 kWh	Q _{C,annuo} =	87595 kWh
V utile=	12332 m ²	V utile=	12332 m ²

Tabella 52 – Fabbisogno per riscaldamento e per raffrescamento.

Fabbisogno termico annuo per il riscaldamento	efficienza globale media stagionale minima dell'impianto di riscaldamento
Q _{H,annuo} = 114388 kWh	ε _{g,min} = 80,0%

Tabella 53 – Fabbisogno termico annuo per riscaldamento.

EP _H =	11,6 kWh/m ²	OK
EP _{H lim} =	40,8 kWh/m ²	
CERTIFICAZIONE ENERGETICA PER IL RISCALDAMENTO A +		

Tabella 54 – Certificazione energetica per Riscaldamento.

ET _c =	7,1 kWh/m ²
CERTIFICAZIONE ENERGETICA PER IL RAFFRESCAMENTO A	

Tabella 55 – Certificazione energetica per Raffrescamento.

Potenza termica utile del generatore
 $P_n = 147,1 \text{ kW}$

Tabella 56 – Potenza termica utile del generatore.

Valutazione del fabbisogno di energia primaria EPh							
Descrizione		Simbolo	Unità	Energia termica	Energia elettrica totale	Energia elettrica recuperata	Rendimenti
Edificio	0.Fabbisogno ideale edificio	Q_C	kWh	87.595			
Emissione	2a. Fabbisogno	Q''_h	kWh	87.595			0,950
	3.Perdite di emissione	$Q_{l,e}$	kWh	+ 4.610			
	3a.Fabbisogno emissione	$Q_{in,e}$	kWh	= 92.205			
	3b.Energia elettrica emissione	$Q_{e,e}$	kWh		0		
Regolazione	3a. Fabbisogno	$Q_{out,c}$	kWh	92.205			0,950
	4.Perdite di regolazione	$Q_{l,c}$	kWh	+ 4.853			
	4a. Fabbisogno effettivo	Q_{hr}	kWh	= 97.058			
Distribuzione	4a. Fabbisogno	ΣQ_{hr}	kWh	97.058			0,980
	5. Perdite di distribuzione	$Q_{l,d}$	kWh	+ 1.981			
	5b.Energia elettrica pompe distribuzione	$Q_{po,d}$	kWh		349		
	5b.Fattore di recupero energia elettrica	$\eta_{po,d}$	-	0,85		297	
	5a.Fabbisogno della distribuzione	Q_p	kWh	= 98.742			
Generazione	5a. Fabbisogno	ΣQ_p	kWh	98.742			2,070
	6b.Energia elettrica pompa primaria	Q_{po}	kWh		0		
	6b.Fattore di recupero energia elettrica	η_{po}	-	0,85		0	
	6a.Energia termica utile dal generatore	Q_u	kWh	= 98.742			
	6 Rendimento generatore	η_{gn}	-	2,07			
	7.Fabbisogno per la combustione	Q_c	kWh	47.701			
	6c.Energia elettrica del bruciatore	Q_{br}	kWh		218		
Totali	8.Fabbisogno totale di en.elettrica	Q_e	kWh		568		1,790
	8a. Energia primaria equivalente	$Q_e \cdot \eta_{sen}$	kWh	1.234	0,460		
	7.Fabbisogno per la combustione	Q_c	kWh	47.701			
	9.Totale energia primaria	Q	kWh	48.936			

Tabella 57 – Valutazione del fabbisogno di energia primaria EPh.

La tabella sopra è stata riportata considerando impianto generativo pompa di calore acqua-acqua, quindi con fattore rendimento 2,07.

Superficie utile riscaldata (m2)	3.978	m2
EPh (kWh/m2 anno)	12,3	kWh/m2 anno
Classe energetica	A+	
Altezza lorda	3,5	m
Volume lordo riscaldato	16.569	m3

Tabella 58 – Valutazione del fabbisogno di energia primaria EPh.

Classe	Edifici di classe E.1 esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme			Classe	Edifici di classe E.1 esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme		
	Zona E	Zona F1	Zona F2		Zona E	Zona F1	Zona F2
A+	$EP_{it} < 14$	$EP_{it} < 20$	$EP_{it} < 25$	A+	$ET_c < 5$	$ET_c < 5$	$ET_c < 5$
A	$14 \leq EP_{it} < 29$	$20 \leq EP_{it} < 39$	$25 \leq EP_{it} < 49$	A	$5 \leq ET_c < 10$	$5 \leq ET_c < 10$	$5 \leq ET_c < 10$
B	$29 \leq EP_{it} < 58$	$39 \leq EP_{it} < 78$	$49 \leq EP_{it} < 98$	B	$10 \leq ET_c < 20$	$10 \leq ET_c < 20$	$10 \leq ET_c < 20$
C	$58 \leq EP_{it} < 87$	$78 \leq EP_{it} < 118$	$98 \leq EP_{it} < 148$	C	$20 \leq ET_c < 30$	$20 \leq ET_c < 30$	$20 \leq ET_c < 30$
D	$87 \leq EP_{it} < 116$	$118 \leq EP_{it} < 157$	$148 \leq EP_{it} < 198$	D	$30 \leq ET_c < 40$	$30 \leq ET_c < 40$	$30 \leq ET_c < 40$
E	$116 \leq EP_{it} < 145$	$157 \leq EP_{it} < 197$	$198 \leq EP_{it} < 248$	E	$40 \leq ET_c < 50$	$40 \leq ET_c < 50$	$40 \leq ET_c < 50$
F	$145 \leq EP_{it} < 175$	$197 \leq EP_{it} < 236$	$248 \leq EP_{it} < 298$	F	$50 \leq ET_c < 60$	$50 \leq ET_c < 60$	$50 \leq ET_c < 60$
G	$EP_{it} \geq 175$	$EP_{it} \geq 236$	$EP_{it} \geq 298$	G	$ET_c \geq 60$	$ET_c \geq 60$	$ET_c \geq 60$

Tabella A.4.1 - Valori limite della classi energetiche per la climatizzazione invernale o il riscaldamento, espressi in chilowattora per metro quadrato di superficie utile dell'ambiente a temperatura controllata o climatizzato dell'edificio (kWh/m²anno), per gli edifici della classe E.1, esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme.

Tabella A.4.3 - Valori limite della classi energetiche per la climatizzazione estiva o il raffrescamento, espressi in chilowattora per metro quadrato di superficie utile dell'ambiente a temperatura controllata o climatizzato dell'edificio (kWh/m²anno), per gli edifici della classe E.1, esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme.

Tabella 59 – Tabelle di riferimento per la classificazione energetica.

Potenza termica utile	147,1	kW
Rendimento globale minimo	0,815	
Rendimento medio globale stagionale	1,791	
Verifica rendimento	OK	

Tabella 60 – Potenza termica utile.

Dal momento che la pompa di calore è utilizzata anche per l'ACS si può adottare un coefficiente di penalizzazione cautelativo per cui invece che il fattore 2,07 si assume $2,07 \cdot 0,7 = 1,449$

Generazione	5a. Fabbisogno	ΣQ_p	kWh	98.742			1,449
	6b. Energia elettrica pompa primaria	Q_{po}	kWh			0	
	6b. Fattore di recupero energia elettrica	η_{po}	-	0,85		0	
	6a. Energia termica utile dal generatore	Q_u	kWh	=	98.742		
	6. Rendimento generatore	η_{gn}	-	1,449			
	7. Fabbisogno per la combustione	Q_c	kWh	68.145			
	6c. Energia elettrica del bruciatore	Q_{br}	kWh			218	

Totali	8.Fabbisogno totale di en.elettrica	Q_e	kWh		568	1,263
	8a. Energia primaria equivalente	$Q_e \cdot \eta_{sen}$	kWh	1.234	0,460	
	7.Fabbisogno per la combustione	Q_c	kWh	68.145		
	9.Totale energia primaria	Q	kWh	69.379		

Tabella 61 – Valutazione del fabbisogno di energia primaria E_{ph} , valore modificato.

Superficie utile riscaldata (m2)	3.978	m2
E_{Ph} (kWh/m2 anno)	17,4	kWh/m2 anno
Classe energetica	A	
Altezza lorda	3,5	m
Volume lordo riscaldato	16.569	m3

Tabella 62 – Classificazione energetica.

Potenza termica utile	147,1	kW
Rendimento globale minimo	0,815	
Rendimento medio globale stagionale	1,263	
Verifica rendimento	OK	

Tabella 63 – Potenza termica .

La porzione di superficie vetrata più evidente provoca inevitabilmente dispersioni termiche, che si cerca di contenere utilizzando prestazioni elevate per componenti trasparenti e opachi a bassa trasmittanza.

I valori ottenuti dalla verifica della certificazione sono accettabili e rientrano nei parametri stabiliti dalla norma. Si sono ottenuti risultati positivi sia per la stagione invernale dove la classe raggiunta è la classe **A**, che in estate dove la classe raggiunta risulta essere **A**, applicando un coefficiente correttivo di 0,7 al valore rendimento del sistema pompa di calore acqua-acqua considerato, 2,07; non considerando tale fattore correttivo la classe energetica dell'edificio risulterebbe essere **A+**.

7.8 SECONDA PARTE

7.8.1 STRATEGIE PROGETTUALI e OBIETTIVI GENERALI

Le strategie progettuali, anche d'ordine impiantistico possono riassumersi in 3 punti principali:

Ecosostenibilità e Risparmio Energetico: il progetto sarà integrato con in copertura l'aggiunta sapiente e calibrata della tecnologia dei pannelli solari termici e fotovoltaici (applicati sia per la residenza che per ogni altro edificio di progetto, come anche l'HeadQuarter). Altro sistema integrativo sarà l'utilizzo di un impianto di produzione non inquinante come la pompa di calore con geoscambio.

Progettazione ad Hoc: per garantire un buon isolamento termico acustico si è scelto di trattare elementi vetrati e giocare sull'involucro mediante la giustapposizione dei volumi e l'esatta collocazione delle funzioni che l'edificio accoglie al suo interno, anche per semplificare l'installazione dei canali e tubazioni impiantistiche.

Riciclo Risorse Ambientali: possibilità di integrare ulteriormente il risparmio energetico mediante l'utilizzo delle risorse idriche del sottosuolo, come l'acqua di falda.

7.8.2 SCelta DEL TIPO DI IMPIANTO

Un impianto in generale è suddiviso in 3 sottosistemi identificati da una specifica funzione:

Sistema di generazione: scelta della fonte e della modalità di produzione di energia.

Sistema di distribuzione: scelta del fluido termovettore utilizzato.

Sistema di emissione: scelta del tipo di terminale.

Scegliendo questi sistemi si definisce la tipologia dell'impianto.

7.8.2.1 SISTEMA DI GENERAZIONE

È stato scelto il sistema di generazione per pompa di calore con geoscambio, che viene utilizzato per il riscaldamento invernale, per il raffrescamento estivo e per la produzione di acqua calda sanitaria, andando ad integrarsi con il sistema di pannelli solari adottati.

La pompa di calore alimenta sia l'impianto residenziale sia quello degli spazi comuni, come anche l'HeadQuarter.

Il motivo della scelta trova sostegno nella conformazione e caratteristiche dell'area progettuale, nonché tiene conto dell'importanza di adottare e mantenere un atteggiamento sensibile alla sostenibilità ambientale, al risparmio energetico ed economico, all'efficienza dell'impianto.

Una pompa di calore è una macchina in grado di trasferire calore da un corpo a temperatura più bassa ad un corpo a temperatura più alta. Il principio di funzionamento è un ciclo termodinamico chiamato ciclo frigorifero reversibile, poiché utilizzato sia per riscaldare durante l'inverno che a raffrescare durante l'estate. Essa è costituita da un circuito chiuso percorso dal fluido refrigerante che subisce una compressione, una condensazione, un'espansione e un'evaporazione. Durante la compressione il fluido gassoso aumenta di pressione e di temperatura; nella seconda fase attraversa uno scambiatore (condensatore) nel quale cede calore all'acqua, condensandosi. L'acqua è utilizzata come fluido vettore per il riscaldamento o il raffreddamento dei locali. Nella quarta fase, l'evaporazione, il fluido passa da liquido a vapore prendendo energia dalla sorgente termica. La sorgente termica, coerentemente con la scelta del sistema geotermico, è affidata al sottosuolo.

Il tipo di sorgente prescelta è l'**acqua di falda**, in seguito a considerazioni sulla disponibilità di quest'ultima nel sottosuolo milanese, per cui il **sistema di scambio scelto e del tipo acqua-acqua**: l'acqua garantisce migliori prestazioni della pompa di calore e non risente delle condizioni climatiche esterne.

L'acqua, la sorgente fredda, viene prelevata da una pompa sommersa e portata alla pompa di calore, poi viene ceduta al pozzo caldo costituito da un circuito d'acqua (di riscaldamento degli ambienti). L'acqua viene raccolta da un pozzo di prelievo ed eliminata tramite un pozzo di reimmissione.

Si ipotizza di utilizzare come luogo di restituzione dell'acqua la Roggia Vettabbia, che scorre a poca distanza dall'area (poche decine di metri). Tra il punto di prelievo e il punto di scarico deve esserci uno scarto di almeno 10 m per evitare che la sorgente venga contaminata. L'acqua risulta dunque un sistema molto vantaggioso, che elimina completamente le emissioni inquinanti e non utilizza combustibile ma solo energia elettrica, ma raro perché dipende dalla disponibilità dell'acqua di falda, e inoltre comporta dei costi iniziali più elevati dovuti al sistema di adduzione, ma l'alto rendimento dell'impianto consente un ammortizzamento dei costi in tempi molto brevi, che predilige un investimento iniziale più alto ma a lungo termine. Durante il funzionamento della pompa di calore si hanno un consumo di energia elettrica nel compressore, un assorbimento di calore dell'ambiente circostante nell'evaporatore ed una cessione di calore all'ambiente da riscaldare nel condensatore.

Il dimensionamento di massima per il progetto della centrale termica viene fatto a partire dalla potenza termica richiesta al generatore ricavata dai calcoli del foglio excel. La potenza nominale richiesta è di 147,5 KW. Si è quindi scelto di utilizzare due macchine pompe da 74,1 KW l'una, modello WRL 300 dell'azienda AERMEC. Per una pompa di calore (secondo l'azienda AERMEC) da 74,1 KW:
 $H = 138 \text{ cm}$
 $L1 = 132 \text{ cm}$
 $L2 = 84,5 \text{ cm}$
 Peso a vuoto = 381 Kg
 Il COP (Coefficiente di prestazione medio mensile) della pompa di calore è pari a 4,16.



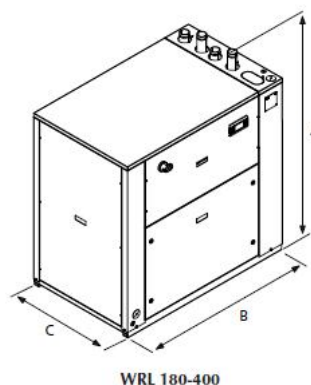
44_tipo di impianto geotermico



45_tipo di pompa di calore



46_PGD1 Pannello remoto semplificato.



47_Dimensioni della pompa di calore

Modello WRL		180	200	300
Altezza (A)	mm	1380	1380	1380
Larghezza (B)	mm	1320	1320	1320
Profondità (C)	mm	845	845	845
Peso a vuoto	kg	375	375	381

Tabella 64 – Modello WRL .

Le dimensioni del locale tecnico sono state ricavate ipotizzando una stanza da 20-24 mq, considerando l'ingombro delle macchine, gli spazi di manovra necessari e l'ingombro dei serbatoi di accumulo (per ACS e per circuito dell'acqua di riscaldamento/raffrescamento).

Il volume di accumulo per l'acqua calda sanitaria risulta dai calcoli (riportati di seguito) di un totale di 3000 L.

Vengono previsti 2 serbatoi con una portata di 1500 L l'uno, con un diametro di 100 cm, un'altezza di 2 m.

Il serbatoio di accumulo inerziale per i pannelli radianti è dimensionato con una capacità pari a circa 1500 L. Da qui partono i 3 circuiti di mandata, ripresa e ricircolo.

Portata aria	Dimensioni							
	Altezza	Larghezza	Lunghezza	Sez. A	Sez. B	Sez. C	Sez. D	Sez. E
m ³ /h	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
10000	120	185	545	85	100	170	70	120

Tabella 65 – Dimensioni della Pompa di calore.

7.8.2.2 SISTEMA TIPO DISTRUBUZIONE E GENERAZIONE

L'impianto termico a questo punto viene differenziato per quanto riguarda il sistema di distribuzione ed emissione nelle 2 parti di edificio con funzioni diverse, per cui sono state effettuate scelte mirate, prediligendo un impianto a vista per gli spazi comuni, che fornisce un carattere diverso allo spazio, e consente di leggere la soluzione strutturale e impiantistica adottate, volutamente differenti rispetto all'alloggio che invece è trattato in maniera tradizionale.

Residenza: per quanto riguarda la porzione di edificio a destinazione residenziale è stato scelto un impianto a pannelli radianti a pavimento alimentato dalla pompa di calore che svolge la funzione di riscaldamento invernale e raffrescamento estivo. In questo caso il ciclo viene invertito ed il sistema cede al pozzo caldo il calore estratto dall'ambiente interno raffrescandolo. Con le pompe di calore si ha quindi il vantaggio di sfruttare una sola macchina che, grazie ad una valvola, diventa reversibile poiché presenta la possibilità di invertire le funzioni dell'evaporatore e del condensatore. Il sistema geotermico acqua-acqua tramite il pozzo di prelievo assorbe il calore dall'acqua di falda che si trova ad una temperatura costante per tutto il periodo dell'anno. Il fluido viene condotto attraverso una pompa di ricircolo ad uno scambiatore di calore che cede il calore al generatore di calore, il quale successivamente distribuisce, attraverso un'altra pompa di circolazione, l'acqua nei pannelli radianti. I corpi scaldanti utilizzati sono stati scelti perché funzionano a temperature più basse rispetto agli altri terminali poiché si utilizza acqua con temperatura di circa 35/45°C per il riscaldamento e 18/20°C per il raffrescamento e consentono una distribuzione uniforme della temperatura,

senza svantaggi legati ad emissione di aria come la combustione di pulviscolo e i moti convettivi dell'aria.

Inoltre gli impianti a pannelli non limitano la liberta d'arredo, consentendo cosi il piu razionale utilizzo dello spazio disponibile. Per merito della loro elevata superficie disperdente, gli impianti a pannelli possono riscaldare con basse temperature del fluido termovettore.

Questa caratteristica rende conveniente il loro uso con sorgenti di calore la cui resa (termodinamica o economica) aumenta al diminuire della temperatura richiesta, come nel caso della pompe di calore.

Gli impianti a pannelli consentono anche il raffrescamento dei locali. Si deve tuttavia considerare che essi presentano in merito due limiti ben precisi: la limitata resa frigorifera e la necessita di integrare l'impianto con un sistema di controllo dell'umidita.

La bassa resa frigorifera dipende dal fatto che negli impianti a pannelli non è possibile abbassare troppo la temperatura senza provocare fenomeni di condensa superficiale. L'incapacità di deumidificare dipende invece dalla natura stessa degli impianti a pannelli i cui terminali (cioe i pannelli) non possono far condensare ed evacuare parte dell'acqua contenuta nell'aria.

Verra quindi collocato in ogni alloggio un deumidificatore autonomo nella zona d'ingresso, sfruttando l'abbassamento del controsoffitto effettuato per tutta la zona di ingresso e servizi igienici. Per i servizi igienici e prevista l'integrazione tramite apparecchi scalda salviette per compensare l'apporto di calore.

Spazi Comuni: per quanto riguarda gli spazi comuni e stato prescelto un impianto a tutt'aria con trattamento tramite UTA installate in copertura, alimentata dalla pompa di calore, con impianto a vista e diffusori a soffitto e griglie di ripresa installate nel canale che corre dal basso lungo la parete.

Questa soluzione e stata adottata, oltre che per le valutazioni architettonica prima descritte, considerando gli ampi spazi da condizionare e l'affollamento, per garantire adeguati livelli di comfort soprattutto in estate, dove la richiesta di raffrescamento risulta particolarmente significativa data l'esposizione solare su tutti i lati e per mantenere un'adeguata purezza dell'aria che circola nell'ambiente. Un impianto a canali risulta inoltre piu economico.

L'impianto e composto da:

_ **UTA**, unità di trattamento dell'aria, dove si trovano i componenti nei quali hanno luogo le trasformazioni termoigrometriche (sezione umidificante e deumidificante); la sezione umidificante serve a umidificare l'aria in uscita dal pre-riscaldamento in modo da aumentare l'umidita assoluta.

Il preriscaldamento è una batteria calda e viene utilizzata per scaldare l'aria in modo da aumentare la temperatura mantenendo l'umidita.

_ **canali** che scorrono a soffitto e a parete per la distribuzione dell'aria dalla funita in copertura

all'ambiente di immissione.

_ apparecchi per la **diffusione** e per la ripresa dell'aria;

_ **recuperatore** di calore.

Dei canali immettono aria negli ambienti (canali di mandata), e altre estraggono aria dagli ambienti (canali di ripresa). L'immissione negli ambienti e regolata da dei diffusori lineari che regolano la portata d'aria.

Per il dimensionamento dell'impianto è stata calcolata la portata di aria necessaria in base al volume lordo da trattare, e in base alle diverse velocità dell'aria nelle sezioni (uscita dall'UTA, canali orizzontali e immissione nell'ambiente).

La localizzazione dei canali e stata pensata sfruttando gli spazi vicino il blocco scala.

7.8.2.2.1 DIMENSIONAMENTO CANALI DELL'ARIA NELL'UTA

Il volume interessato dall'impianto è $V = 12332$ mc, distribuito su 4 piani fuori terra.
Si sceglie di installare due unità UTA posizionate in copertura in prossimità dei cavedi.
Si stabilisce la sezione del canale in funzione della portata richiesta e della velocità dell'aria attraverso la seguente formula:

$A = Q/w$, dove A è la sezione, Q è la portata e w è la velocità dei canali di mandata

$Q_{mandata} = V * n$, dove V è il volume totale e n sono i ricambi orari

$Q.m = 12.332 * 1 \text{ vol/h} = 12.332 \text{ mc/h}$ da suddividere sulle 2 unità

$Q_{mandata} = 12.332 \text{ mc/h} = 12.332 \text{ mc} / 3.600\text{s} = 3,43 \text{ mc/s} / 2 = 1,72 \text{ mc/s}$

$w_u = 6 \text{ m/s}$

$A_u = 1,72 \text{ mc} / 2 : 6 \text{ m/s} = 0,29 \text{ mq}$

Si sceglie la sezione rettangolare corrispondente = **b 450 x h 650 mm**

Per i canali orizzontali si divide la portata totale per il numero di piani

$Q_N = Q.m / 5 \text{ piani} = 12.332 \text{ mc} * 1 \text{ vol/h} = 12332 \text{ mc/h} : 4 \text{ piani} = 3.083 \text{ mc/h} : 2 = 1.542 \text{ mc/h} : 3600 \text{ s} = 0,41 \text{ mc/s}$

$w_o = 5 \text{ m/s}$

$A_o = Q_N / w_o = 0,41 \text{ mc/s} : 5 \text{ m/s} = 0,082 \text{ mq}$

Si sceglie la sezione rettangolare corrispondente = **h 280 x b 300 mm**

$A_f = Q_N / w_f = 0,41 \text{ mc/s} : 2 \text{ m/s} = 0,204 \text{ mq}$ / 6 diffusori a piano
da suddividere per 6 diffusori a piano **h 200 x b 270 mm**

Canali di ripresa

$Q_R = 90\% * Q_{mandata} = 1,72 * 90\% \text{ mc/h} = 1,55 \text{ mc/s}$

A_e = sezione del canale in entrata nell'unità, per una velocità

$w_e = 5,5 \text{ m/s}$

$A_e = 1,55 \text{ mc/s} : 5,5 \text{ m/s} = 0,28 \text{ mq}$

Si sceglie la sezione rettangolare corrispondente = **h 800 x b 400 mm**

A_o = sezione del canale orizzontale per cui si stabilisce la velocità

$w_o = 4 \text{ m/s}$

$Q_o = Q_e / 4 \text{ piani} = 1,55 \text{ mc/s} : 4 = 0,39 \text{ mc/s}$

$A_o = Q_o / w_o = 0,39 \text{ mc/s} : 4 \text{ m/s} = 0,098 \text{ mq}$

Si sceglie la sezione rettangolare corrispondente = **h 300 x b 350 mm**

A_u = sezione del canale finale in corrispondenza della griglia di ripresa per una velocità

$w_u = 2 \text{ m/s}$

$Q_u = Q_e / 3 \text{ griglie} = 1,55 \text{ mc/s} / 3 = 0,52 \text{ mc/s}$

$A_u = Q_u / w_u = 0,52 \text{ mc/s} : 2 \text{ m/s} = 0,26 \text{ mq}$

Le dimensioni corrispondenti di ogni UTA sulla base della portata d'aria da trattare risultano:

H = 1,20 m, L1 = 5,45 m, L2 = 1,85 m

7.8.2.2 SISTEMA DI ASPIRAZIONE FORZATA

Per i locali in cui non é prevista ventilazione naturale per assenza di finestre (nei bagni degli alloggi) e previsto un sistema di aspirazione forzata.

V bagno = $5 \times 3,10 = 15,50$ mc per un numero di 57 bagni totali residenze +
 $3,3 \times 3,1 = 10,23$ mc $5,3 \times 3,1 = 16,43$ mc altri 9 bagni totali di servizio

n = 6 vol/h

Qv = $15,5 \text{ mc} \times 6 \text{ 1/h} = 93 \text{ mc/h}$

V bagno = $15,50$ mc per un numero di 57 bagni totali +
 $3,3 \times 3,1 = 10,23$ mc $5,3 \times 3,1 = 16,43$ mc altri 9 bagni totali di servizio

n = 15 vol/h

Qv = $15,50 \text{ mc} \times 15 \text{ 1/h} = 232,50 \text{ mc/h}$ $\phi_{\text{cappa}} = 93 \text{ mm}$

7.8.2.3 DIMENSIONAMENTO DEI PANNELLI FOTOVOLTAICI PER L'ENERGIA ELETTRICA

Un impianto fotovoltaico permette di trasformare direttamente l'energia solare in energia elettrica corrente continua grazie all'effetto fotovoltaico.

I vantaggi della tecnologia fotovoltaica possono riassumersi in:

- assenza di qualsiasi tipo d'emissione inquinante;
- risparmio dei combustibili fossili;
- estrema affidabilità poiché non esistono parti in movimento con costi di manutenzione ridotti al minimo;
- modularità del sistema.

Gli svantaggi sono rappresentati da:

- variabilità ed aleatorietà della fonte energetica (il sole);
- elevato costo iniziale degli impianti.

Si ipotizza un **fabbisogno di energia elettrica** di circa **568 KWh/annui** per ogni alloggio, perciò circa **48.280 KWh/annui** per un totale di 57 alloggi sommati a un incremento di circa 50% per gli spazi comuni, quindi valore = 85.

Il rendimento di un sistema fotovoltaico è tale per cui si produce 1KW ogni 10 mq di pannello.
→ 0,1KW/mq → 360 KWh/annui/mq

Per coprire il 100% del fabbisogno si richiede $48.280 / 360 = 134$ mq di pannelli da 1m x 1,6m, posti in copertura del corpo di fabbrica A1.

7.8.2.3 FABBISOGNO DI ACQUA CALDA SANITARIA

La produzione di acqua calda sanitaria è affidata ai pannelli solari opportunamente installati in copertura in posizione inclinata di 30° ed esposto a sud.

Questi sistemi di assorbimento dell'energia solare hanno una superficie complessiva di 80 mq circa e riescono a soddisfare il fabbisogno giornaliero di acqua calda sanitaria.

Al fine di garantire la richiesta di acqua a tutti gli utenti, sono stati predisposti 2 serbatoi di accumulo.

Nel caso in cui l'accumulo di acqua non fosse necessario a soddisfare le utenze, interverrà la pompa di calore che andrà a scaldare l'acqua richiesta.

Mentre in estate l'impianto solare copre tutto il fabbisogno di energia per il riscaldamento dell'acqua sanitaria, in inverno e nei giorni con scarsa insolazione serve per il preriscaldamento dell'acqua.

La parte del serbatoio che contiene l'acqua calda a pronta disposizione, cioè quella da tenere sempre in temperatura, può essere riscaldata da uno scambiatore di calore legato alla pompa di calore.

Il riscaldamento ausiliario viene comandato da un termostato quando nel serbatoio la temperatura dell'acqua nella parte a pronta disposizione scende al di sotto della temperatura nominale desiderata.

La distribuzione dell'acqua parte dalla pompa di calore, che è collegata con il sistema di accumulo, e si dirama per servire tutte le utenze. Essa è del tipo a tre vie, ossia risulta essere composta da acqua calda, acqua fredda e sistema di ricircolo.

La tecnica consiste nell'adozione di serbatoi di accumulo per l'acqua calda ad uso riscaldamento e/o ad uso sanitario.

A differenza di un impianto convenzionale, l'acqua calda non verrà attinta in presa diretta dal generatore, bensì dall'accumulo da esso alimentato.

Tale accorgimento consente di evitare il funzionamento ad intermittenza che caratterizza gli impianti convenzionali e di conseguenza incrementare in maniera significativa il rendimento degli stessi nonché garantirne un migliore funzionamento.

Il fabbisogno di ACS è stato dimensionato sulla base delle utenze calcolato sul numero totale di docce e un fattore di contemporaneità del 60%.

Per ogni doccia si ipotizza una capacità di 50 L a persona sommati a 20 L per ogni lavatrice.

$$Q_{ACS} (50 L \times 57 \text{ docce}) + (20 L \times 30 \text{ lavatrici}) = 2.850 L + 600 L = 3.450 L$$

$$Q_{ACS} = 3.450 L \times 60\% = 2.000 L$$

Il sistema di distribuzione delle tubazioni di mandata, di ripresa e degli scarichi è stato collocato lungo la parete che delimita la divisione tra spazi residenziali alloggi ed il corridoio, lungo la quale sono stati posizionati i sanitari e che sono incolonnati a tutti i piani.

7.8.2.3.1 DIMENSIONAMENTO DEI PANNELLI SOLARI TERMICI PER IL FABBISOGNO DI ACS

A partire dalla portata richiesta, calcolata sulla base del fabbisogno di acqua calda sanitaria si dimensiona la superficie necessaria di pannelli solari da installare in copertura.

$$Q_{ACS} = 2.000 L$$

$$Q_c = 50 L/mq \text{ (capacità media del collettore solare)}$$

$$\rightarrow Q_{ACS} / Q_c = 2.000 L / 50 L/mq = 40 mq \rightarrow \text{circa 20 pannelli da } 1m \times 2m$$

Maurizio Grandi, Attilio Pracchi, 1980, *“Milano, guida all’architettura moderna”*, Bologna, prima edizione novembre 1980, Zanichelli;

David Watkin, ottobre 1999, *“Storia dell’architettura occidentale”*, Bologna, seconda edizione 1999, Zanichelli;

Vittorio Gregotti, nuova edizione, *“Il territorio dell’architettura”*, Milano, nuova edizione, Feltrinelli Universale Economica;

Aldo Rossi, 1995, *“L’architettura della città”*, quinta edizione 2002, CittàStudiEdizioni;

Heinrich Tessenow, *“Osservazioni elementari sul costruire”*, Milano, sedicesima edizione, 2003, Franco Angeli;

Camillo Sitte, *“L’arte di costruire le città, l’urbanistica secondo i suoi fondamenti artistici”*, Milano, settima ristampa, 2002, Jaca Book;

Le Corbusier, *“Verso una Architettura”*, Milano, quinta edizione, 2007, Longanesi;

Zygmunt Bauman, *“Fiducia e paura nella città”*, Milano, 2005, Bruno Mondadori;

Etienne-Luis Boullée, *“Architettura. Saggio sull’arte”*, Torino, 2005, Piccola Biblioteca Einaudi;

Gabriele Basilico, *“Architetture, città, visioni. Riflessioni sulla fotografia”*, Milano, 2007, Bruno Mondadori;

Marco Torres, *“Luoghi magnetici. Spazi pubblici nella città moderna e contemporanea”*, Milano, terza edizione, 2003, Franco Angeli;

Alessandra Muntoni, *“Architettura nell’era elettronica”*, Roma, prima edizione, aprile 2005, Mancosu Editore;

Dunia Mittner, *“Le città di fondazione del Novecento”*, Roma, prima edizione, novembre 2003, Universale di architettura;

Cesare Griffa, *“La città cibernetica”*, Roma, 2008, Meltemi.

Ringraziamenti Speciali

Desidero ringraziare tutte le persone a me vicine, che hanno saputo capirmi e starmi vicino, anche e soprattutto nei momenti difficili, la mia Famiglia, Mamma, Papà, Silvia, Gianni; i miei Amici storici, la Vecchia Combriccola, Sio, Dave, Cere, Viga, gli Amici della FilArmonica Paganelli, il Direttore Donatella, il mio maestro di batteria Valerio,...tutti!!!; un grazie anche ai miei colleghi di lavoro del C.I.S.E.M. per il loro sostegno e la loro vicinanza, un ringraziamento anche agli arch. Ponti, Serlenga, Nidasio per il sostegno, il supporto e la comprensione; un grazie anche al sostegno di tutti gli amici di amici che ho conosciuto; ringrazio anche tutti i compagni di suonate per i momenti di estasi musicale; ringrazio anche i miei colleghi di laboratorio per i momenti vissuti insieme, per i momenti difficili, per la condivisione e lo scambio culturale.

Ringrazio Te, Amore mio, che sei l'Amore della mia vita, perché con me hai condiviso e condividi ogni momento, bello e brutto...Ti Amo.

